

JOTTI da BADIA POL.

LEONARDO E L'AUTOMOBILE

STORIA DEL DIFFERENZIALE, DEL GIUNTO CAR-
DANICO, DEI CUSCINETTI A SFERE, DEL TASSA-
METRO, ECC. E DELLE LORO APPLICAZIONI
ALL'AUTOMOBILE DA LEONARDO ALL'EPOCA
MODERNA.

Prefazioni dell'Avv. G. ACUTIS Presidente dell'ANFIA
e del Prof. Ing. R. MARCOLONGO
della R. Commissione Vinciana

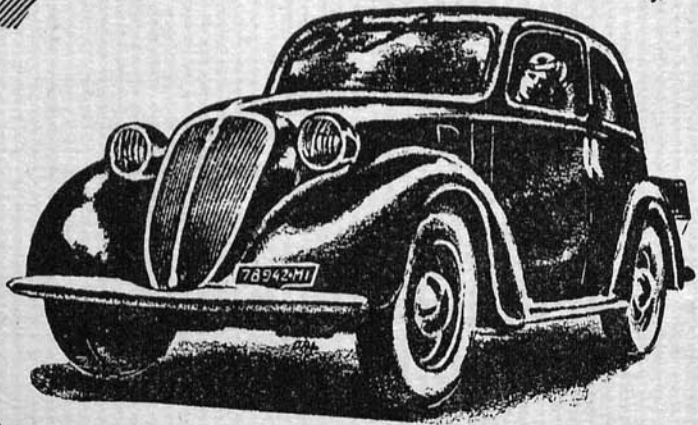
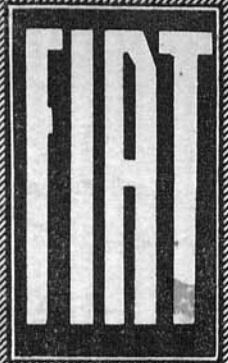
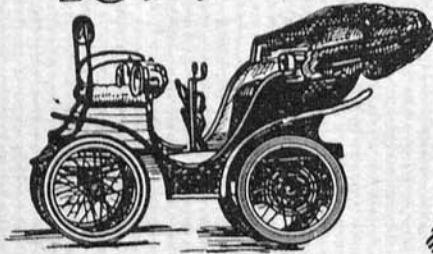
II^a EDIZIONE



EDITORE « L'AUTO » - MILANO
Via S. Andrea 11
1939-XVII

BIBLIOTECA
RINASC.
LEONARDO
147
CONSULTAZIONE
CENTRALE-FIRENZE

1899



1939



LEONARDO
E L'AUTOMOBILE

JOTTI da BADIA POL.

LEONARDO E L'AUTOMOBILE

STORIA DEL DIFFERENZIALE, DEL GIUNTO CAR-
DANICO, DEI CUSCINETTI A SFERE, DEL TASSA-
METRO, ECC. E DELLE LORO APPLICAZIONI
ALL'AUTOMOBILE DA LEONARDO ALL'EPOCA
MODERNA.

Prefazioni dell'Avv. G. ACUTIS Presidente dell'ANFIA
e del Prof. Ing. R. MARCOLONGO
della R. Commissione Vinciana



II^a EDIZIONE

EDITORE « L'AUTO » - MILANO
Via S. Andrea 11
1939-XVII

OPERE DELLO STESSO AUTORE

GIORNALISMO

Il Giornale della Milizia Nazionale.

Periodico quindicinale, Milano, 1923.

Il Detective.

Periodico mensile, Milano, 1924-25.

L'Industria ed il commercio italo-albanese.

Rivista mensile. Formato 4° piccolo, Milano, 1927-28.

Bibliographia Aeronautica.

Periodico mensile di storia e bibliografia aeronautica, Milano, 1928.

La Stampa Aeronautica.

Periodico quindicinale, Milano, 1935.

Il Giornalismo Aeronautico.

Op. in 8° gr. di pagg. 20 con un disegno nel testo ed una tavola f. t. Edizione non venale di soli 120 esemplari pubblicata in occasione delle nozze Valli-Matteucci, Milano, 1934.

AERONAUTICA

Enciclopedia Aeronautica.

A puntate sulla rivista « *Aeronautica* » di Milano dall'agosto 1927 al 1931.

Alcune osservazioni di aerodinamica e di fisiologia sul volo degli uccelli.

(Estratto dal volume IV degli Atti del IV Congresso Internazionale di Navigazione Aerea, tenutosi in Roma dal 24 al 30 ottobre 1927-IV). Roma, Tipografia del Senato del Dott. G. Bardi, 1928. Op. in 8° di pagg. 8.

(—) Edizione fuori commercio. S. m. t. Varese, 1929. Op. in 8° di pagg. 42 con 3 xilografie.

L'aviation sanitaire dans les colonies italiennes.

In « *Compe Rendu* » du Premier Congrès International d'Aviation Sanitaire (14-20 maggio 1929), Parigi.

Sesto Calende-Melbourne in « Ali nel cielo ».

Antologia dell'Aviazione di A. Bertuccioli e B. Pinchetti, Libreria del Littorio, Roma, 1929. Vol. in 8° di pagg. 466, L. 12.

Annuario dell'Aeronautica Italiana 1929-1930.

Libreria Aeronautica, Milano, 1930. Vol. in 8° di pagg. VIII-170 con 9 figure nel testo e 14 tavole f. t., L. 20.

Critica alla spedizione Nobile.

Libreria Aeronautica, Milano, 1930. Vol. in 8° di pagg. XII-96 con 12 figure nel testo, 8 tavole f. t. e 6 cartine geografiche, L. 10.

Documenti sopra le ascensioni aerostatiche eseguite da Francesco Arban, aeronauta di Lione.

Libreria Aeronautica, Milano, 1930. Vol. in 8° di pagg. XVII-92 con 4 figure nel testo, 8 tavole f. t. ed una grande carta geografica. Edizione di lusso di soli 420 esemplari, L. 50.

La musica e l'aeronautica nel settecento e nell'ottocento.

Op. in 8° di carte 36 con 12 tavole f. t. Edizione fuori commercio di soli 120 esemplari, pubblicata in occasione delle nozze Magni-Cremisi, Milano, 1930.

Figurazioni aeronautiche del seicento.

Op. in 16° di pagg. XVI con 4 xilografie. Edizione fuori commercio di soli 200 esemplari, pubblicata nei Natale 1930.

La tragica avventura di Andrée.

Alberto Tedeschi, Editore, Milano, 1930. Vol. in 8° di pagg. 144 con 6 figure nel testo, 11 tavole f. t. e 5 cartine geografiche. (*Esaurito*).

L'opera aeronautica del Padre conte Francesco Lana Terzi bresciano.

Monografia storico-critico-bibliografica. Vol. in 8° di pagg. 84, con 2 tavole f. t. Libreria Aeronautica, Milano, 1931, L. 20.

Il motore a vapore ed il suo impiego in aeronautica.

Op. in 8° di pagg. 12, con 4 figure. Edizione fuori commercio, Milano, 1932.

Mussolini aviatore in « Ali e squadriglie ».

Di S. Laredo de Mendoza ed A. Russo. Antologia d'ali e d'ardore pubblicata con l'auspicio del R.Ae.C.I. Vol. in 8° picc. di pagg. 368 con molte tavole. Impresa Editoriale Italiana in Milano, 1933, L. 15.

L'aeronautica a Pavia nel 700.

Op. in 8° gr. di pagg. 20 con 2 xilografie. Edizione fuori commercio di soli 120 esemplari, pubblicata in occasione delle nozze Sansoni-Bertola, Pavia, 1937.

ALTRE OPERE

Cittadino Senatore Albertini, a Voi!

Polemica. Opuscolo in 8°. Tip. G. Tedeschi e C., Milano, 1924. (*Esaurito*).

Il Detective.

Prefazione dell'Avv. Natale Lo Bianco, 1924. Vol. in 8° di pagg. 106 con 2 ritratti e 4 xilografie. (*Esaurito*).

I fallimenti del 1924.

Appunti e statistiche. Milano, 1925. Vol. in 8° di pagg. 164. (*Esaurito*).

La guerra dei gas asfissianti.

Vol. in 8° picc. di pagg. 256. Edizioni Aurora, 1936, Milano.

Il pensiero del Capo.

Aforismi e pensieri Mussoliniani. Vol. in 8° gr. di pagg. 84. Edizione f. c. di soli 21 esemplari. Milano, 1936

Leonardo e l'automobile.

Op. in 8° di pagg. 64 con 17 disegni nel testo e IX tav. f. t. Edizione f. c. di soli 120 esemplari, pubblicato in occasione delle nozze Venzo-Giunone. Milano 1938.

PREFAZIONI

Questa interessante raccolta di studi sulla storia dell'automobilismo, con particolare riguardo all'ispirata opera del grande Leonardo, non potrebbe giungere più opportuna.

Bisogna essere grati all'Autore di aver voluto licenziare alle stampe, proprio in occasione dell'importantissima Mostra Leonardesca e delle Invenzioni, questo diligente ed erudito saggio della storia e della tecnica, che rappresenterà d'ora innanzi un punto di partenza per gli studi ulteriori.

L'opera scientifica di Leonardo e le sue invenzioni restarono quasi completamente ignote ai suoi contemporanei.

Trascorso un certo periodo dalla sua morte, giunsero tuttavia numerosissimi i riconoscimenti del grande contributo da lui apportato alla scienza. Ed è veramente strano che in tutte queste opere non si faccia cenno di quanto Leonardo aveva realizzato, non solo per l'autoveicolo, come concezione pura e semplice di macchina semovente, ma anche per il carrello automotore, il differenziale, il giunto meccanico articolato, le catene, i cuscinetti a rulli, gli odometri, i martinetti, le pompe, ecc., invenzioni tutte che sono oggi alla base delle costruzioni automobilistiche.

È interessante il rilievo fatto dall'Autore, forse per la prima volta, con documentazione inoppugnabile, che malgrado vi siano state nei secoli scorsi delle vere e proprie battaglie per l'attribuzione della priorità di tali invenzioni, esse risalgono sempre al grande Leonardo.

Il reale contributo recato da Leonardo alla scienza,

e che l'Autore pone giustamente in luce, per quanto riguarda l'autoveicolo, deve naturalmente essere sempre valutato in relazione allo stato della scienza e della tecnica del '400 e del '500, e giova ricordare che il contributo stesso non ha quasi mai avuto nei libri vinciani la sua forma definitiva, poichè Leonardo non ha mai scritto nulla delle moltissime opere che si era proposto di scrivere.

Comunque, è assai interessante notare che prima di Leonardo l'idea dell'autoveicolo non era stata neppure concretata.

Esiste, è vero, la famosa profezia del monaco Bacone nelle sue « Opere segrete dell'arte e della natura », con l'affermazione: « Currus etiam possunt fieri, qui sine animali moveantur cum impetu inestimabili ». Ma come ha divinato l'automobile, così Bacone ha previsto la possibilità dell'esistenza di piroscafi, di gru, di scafandri, di cannocchiali, ecc. — tutte meraviglie profeticamente intuite che sono oggi delle splendide realtà — senza tuttavia che egli avesse alcuna idea concreta di come le sue profezie sarebbero state realizzate.

Nè va taciuta l'opera « De re militari » di Roberto Valturio, dove è stata disegnata una macchina bellica, mai realizzata nella pratica, che può avere sotto certi aspetti una lontana analogia con l'idea dell'autoveicolo.

Ma è indubbiamente solo nei due disegni del Codice Atlantico di Leonardo, al foglio 296 del Libro V, che risulta la vera e propria invenzione di un autoveicolo a molla, con un'idea abbastanza chiara del differenziale.

L'interpretazione dei disegni vinciani diffusamente esposta dall'Autore, toglie ogni dubbio che potè essere affacciato in passato sull'effettiva possibilità che il sistema di molle ideato da Leonardo fosse sufficiente a far muovere il carrello, e conferma pertanto una volta di più, che il grande enciclopedico vinciano è stato veramente il primo genio creatore di quell'autoveicolo, che è a base della moderna civiltà, che è lo strumento il quale « moltiplica attraverso lo spazio le nostre possibilità di vita ».

I disegni di Leonardo per gli accessori, sono ancora più precisi.

E nello studio dell'Autore vengono per la prima volta razionalmente riuniti ed illustrati gli elementi che figurano dispersi nei vari Codici e manoscritti di Leonardo, a documentazione del contributo da lui apportato nel campo meccanico dell'automobile.

Altro merito dell'Autore è quello di documentare la figura di Leonardo come precursore. Poichè se i disegni suoi sono rimasti allo stato di progetto, ciò è da imputarsi alla ben nota volubilità del grande vinciano ed alla sua ripugnanza ad occuparsi ancora dello stesso problema, quando il problema stesso gli sembrava convenientemente risolto.

Altrettanto interessante come la prima parte dell'opera, è la seconda parte, dove l'Autore apporta un altro notevole contributo alla storia dell'automobilismo, esponendo tutto quanto è stato compiuto come realizzazione fino alla fine del secolo scorso, prendendo le mosse dalle divinazioni di Leonardo nel campo dei principi fondamentali dell'automobilismo.

Non sapremmo raccomandare abbastanza allo studioso la lettura di questo interessante volume, che torna più che mai opportuno in questo momento in cui, alla Mostra di Leonardo e delle Invenzioni, verrà dedicato un vasto padiglione alla locomozione meccanica ed alla sua storia.

Ed anche il profano potrà utilmente fissare le sue idee, in seguito ad una semplice scorsa a quest'opera, sul notevolissimo contributo apportato dalla scienza di Leonardo, attraverso i secoli, all'automobilismo dei nostri tempi.

GIUSEPPE ACUTIS

Torino, aprile 1939-XVII.

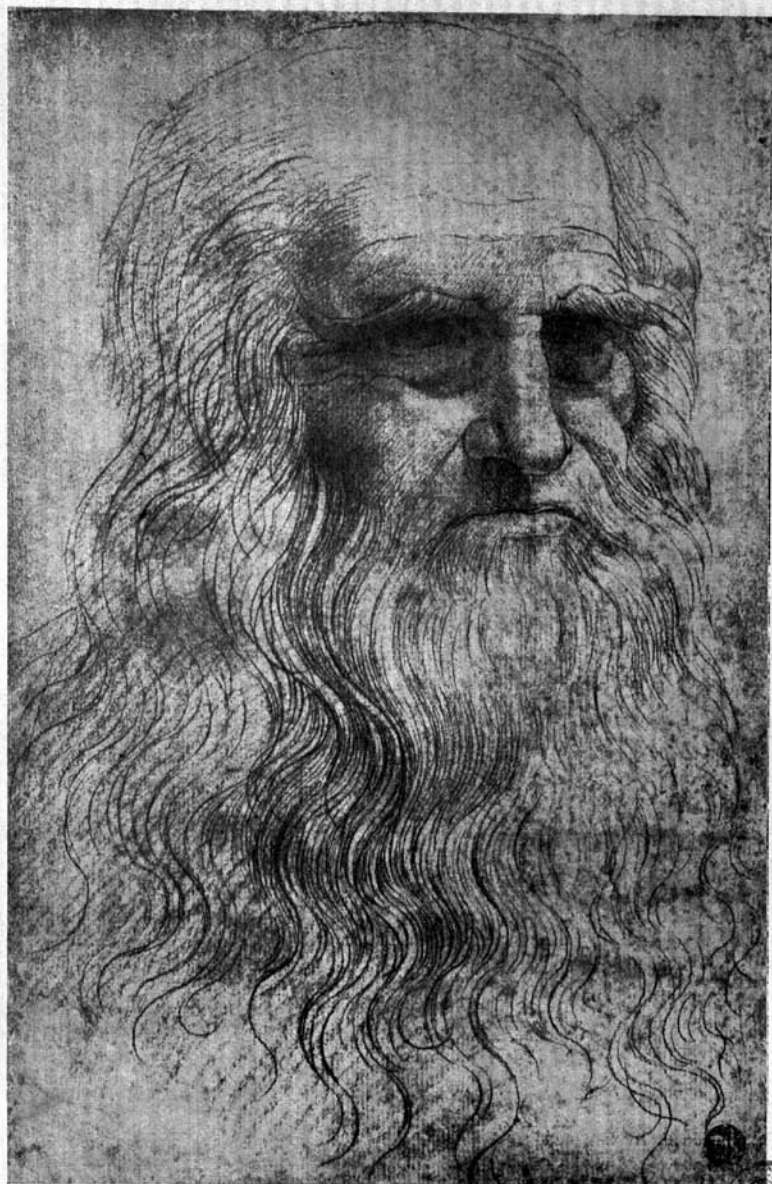
In una serie di articoli pubblicati nel giornale L'AUTO di quest'anno, l'Autore ha esposto un diligente saggio dei suoi studi sulla storia dell'automobilismo.

Questi brevi saggi, completati e arricchiti di preziose note, Egli ha raccolti in un piccolo volume che presentiamo e raccomandiamo agli studiosi.

Essi si iniziano coll'opera del massimo rinnovatore della tecnica, col nome cioè di Leonardo, e della sua scienza; e poscia prendendo le mosse da note ricerche di Guido Semenza, ritorna sull'argomento della così detta « Fiat » di Leonardo, e fa nuove osservazioni con assidua e sicura conoscenza delle fonti; non del tutto definitive purtroppo, come inevitabilmente accade per tutto ciò che riguarda la interpretazione difficile di disegni non completi e per di più privi di qualsiasi leggenda. Egli passa quindi alla storia, di cui si è detto, fino alla fine del secolo scorso.

Un saggio dunque della storia della tecnica che deve essere incoraggiato e riuscirà ben accetto ai tecnici e a tutti gli studiosi e fa vivamente desiderare che esso venga continuato e completato.

ROBERTO MARCOLONGO



AUTORITRATTO DI LEONARDO



I.

LA SCIENZA

DI LEONARDO

LA BIBLIOGRAFIA vinciana è ricca di biografie che della vita di artista e di scienziato, di studi, di tendenze e di triboli di Leonardo danno una visione completa e quasi icaistica. In genere però i biografi e gli studiosi hanno esaminato solo alcuni aspetti dell'attività di quello che giustamente va ritenuto come il maggior artista e scienziato del Rinascimento, con prevalenza per quanto si riferisce alla pittura, alla scultura, all'anatomia, all'idraulica ed all'aviazione. Invece taluni altri aspetti sono stati trascurati e qualche manoscritto Leonardesco attende ancora che appassionati studiosi ne rivelino il valore e l'essenza.

Fino a non molto tempo fa anzi l'attività di Leonardo scienziato, ingegnere e sperimentatore era rimasta sconosciuta, perchè le vicende occorse ai suoi scritti ne avevano fatto ignorare il grande valore, mentre invece fin dal lontano cinquecento le sue opere d'arte avevano affermato nel mondo l'eccellenza insuperata ed eclettica della sua personalità artistica di pittore e di scultore.

Che Leonardo avesse dedicato

molta della sua attività alla meccanica e ad altre scienze era noto anche ai suoi contemporanei. Però, la sua versatilità, l'alternare ch'egli faceva alla pittura delle ricerche anatomiche, degli studi sui fiori o sul volo degli uccelli, delle astruse ricerche geometriche e matematiche e dei suoi lavori di idraulica ed architettura; il suo indugiare nella ricerca annosa di continui perfezionamenti, lo facevano ritenere per uomo volubile e discontinuo. Al censore Vasari poi le « pazzie », i « ghiribizzi » ed « i capricci » filosofici di Leonardo apparvero addirittura come deplorabili qualità negative che tornavano di scredito ad un grande artista.

Che Leonardo abbia avuta la comprensione delle genti del suo tempo non si può proprio dire. (Nota 1). Ma egli dei giudizi degli uomini, di quella che oggi si chiamerebbe « la critica », ben poco si curò. Egli non ha mai lavorato per i contemporanei e, trascendendo dalle questioni di interesse, si è prodigato con fatica ininterrotta, anche se discontinua, per una fede nella perfezione ed un'aspirazione di im-

mortalità, che i suoi contemporanei non potevano comprendere, come non ne compresero la condotta intima di uomo e quella asceticamente austera di scienziato, artefice e creatore.

Pochi uomini sono stati più laboriosi di Leonardo, ma pochi uomini hanno prodotto meno; perchè nelle scienze come nell'arte, egli era senza tregua tormentato dalla mania di inventare, di schiudere vie nuove. (Nota 2).

Leonardo ha precorso i tempi impostando numerosi complessi problemi meccanici e risolvendoli con soluzioni talmente semplici e logiche da sembrare estrinsecazioni della moderna ingegneria. Soluzioni che hanno poi trovata la loro applicazione pratica nel secolo decorso e presente. Pittore, scultore, architetto, anatomico, meccanico, idraulico, balistico, astronomo, naturalista, scrittore, non èvvi quasi campo dell'umano sapere al quale egli non abbia rivolto i suoi studi. Fu l'uomo che armonizzò nella propria persona la bellezza con la forza, nella propria vita la grazia generosa d'ogni azione con lo studio profondo sperimentale di ogni problema, nel proprio genio, esempio unico, l'universo dell'arte con l'universo della scienza. (Nota 3).

Il Nob. Gerolamo Calvi, uno dei più insigni leonardisti novecenteschi di Italia e d'Europa, in possesso di tutti i più delicati strumenti di una conoscenza perfetta dell'opera di Leonardo, così ne

tratteggia l'evoluzione dell'attività operosa:

« Certamente alla curiosità di apprendere, alla precoce messe di osservazioni, che si trovarono associate agli esordi dell'attività intellettuale di Leonardo, tenne dietro, prima che l'applicazione intensa e continuata dello scienziato, quel giovanile fuoco d'invenzione, che si rivelò e nell'arte e nella tecnologia, e lasciò, soprattutto nell'ambiente fiorentino, la traccia di meraviglia, che ancora si riflette nella biografia del Vasari. Era un desiderio di ricomporre subito gli elementi già appresi in forme nuove, in apparecchi e meccanismi ingegnosi. Nell'arte la figura « maravigliosa ad ogni color sicuro » ch'egli aveva dipinto sulla rotella; e la originalità che si rivela nelle prime opere del Vinci; in meccanica, i fogli giovanili coi disegni di vari ordigni di tecnica industriale, d'arte militare e di utilità domestica. Sino al manoscritto B e nello stesso manoscritto B, questo spirito giovanile, rivolto all'invenzione, domina ancora; la riflessione scientifica puramente scientifica va poi prendendo ogni giorno più il sopravvento e lo va moderando, senza tuttavia mai estinguerlo, anzi servendo sempre ad esso.

« Come questo spirito arditamente e genialmente inventivo si fosse sviluppato in Leonardo durante il primo trentennio, come fidasse di sè, ci è dimostrato dalla

lettera del Vinci al Signore di Milano.

« Leonardo vuol mettere in evidenza l'invenzione come il più alto titolo che l'uomo di scienza abbia alla gloria. Egli rimproverando ai disquisitori formali la loro presunzione, contrappone loro il merito legittimo dell'inventore, che ha aggiunto qualche cosa di nuovo al patrimonio dell'umanità. Egli vede il rapporto, che l'invenzione ha col progresso umano. Egli conosce il potere di bene e di male, che l'inventore ha nelle sue mani. Egli afferma il diritto, che riviene all'inventore per un trovato, che si traduce in una economia di lavoro e in una moltiplicazione di prodotto, o, comunque, in un beneficio esteso a molti ». (Nota 4).

« Leonardo da Vinci segna un secolo prima di Galileo, il potente risveglio del metodo sperimentale, appare un meraviglioso pioniere dell'osservazione, dell'analisi e dell'invenzione moderna, da lui svolte nei vari anni dell'applicazione tecnologica.

« Questi sono i titoli di gloria, coi quali egli oltrepassati i confini della vita mortale sembra ancora dominare il corso della nostra civiltà ». (Nota 5).

Costruire una sintesi di questo grande, di questo genio dei genii, nell'ignoranza di tanta parte di ciò che egli pensò e scrisse, e nella relativa scarsità di monografie razionali e coscienziose, sarebbe fatica vana nè chi scrive può tentarla esulando essa dal

programma che origina questo breve studio. Del resto chiari scrittori hanno ripetutamente apportato importanti contributi alla conoscenza di Leonardo scienziato. (Nota 6).

Di essi ci piace riportare le seguenti tipiche osservazioni del Prof. R. Marcolongo :

« La storia della tecnica, ora in pieno sviluppo, ha potuto per alcune arti meccaniche rintracciarne lo sviluppo, dai primi scalpelli, coltelli di silice levigata dell'età della pietra, dai primi archi e dalle lance di rame, e poi di bronzo o di ferro, dell'uomo delle caverne dell'età neolitica, e dai boomerang dei preistorici abitatori del delta egiziano sino alle più poderose e mostruose macchine dei nostri giorni. E per i tempi storici ci ha anche tramandato i nomi e qualcuna delle opere degli ingegneri più famosi, lontani precursori di Leonardo; basti citare Archita, Archimede, Erone alessandrino, Filone da Bisanzio, Vitruvio; e per tempi più vicini a quelli di Leonardo: il tedesco Corrado Kyesser, Jacopo Mariano da Siena, il Fontana, Aristotile Fioravanti di Bologna, il Brunelleschi, l'Alberti. Leonardo ha quindi avuto i suoi precursori, a molti dei quali ha certamente attinto, ma che ha sempre sorpassato, perchè: *« ciò che ha trascritto è assai poco in confronto di ciò che ha scritto; ciò che ha preso è poco in confronto di ciò che ha dato »*.

« E' poi assolutamente da re-

spingere l'accusa fatta a Leonardo, di aver disegnato soltanto sulla carta e ideato col volo audace della fantasia macchine immaginarie ed irrealizzabili. Basti il fatto che alcune delle sue invenzioni e quasi con gli stessi precisi dettagli tecnici insegnati da Leonardo, furono realizzate in secoli posteriori, e altre, anche recentemente furono ricostruite ». (Nota 7).

La scienza di Leonardo, per la forza ed il processo medesimo del suo svolgimento, viene mano a mano rimuovendo i propri confini particolari; necessariamente si estende e si approfondisce così, fino a scoprire la linea dei problemi generali filosofici che ne costituiscono e gli orizzonti, da cui essa riceve più ampia luce, e i limiti verso cui essa tende con maggiore e progrediente significazione e valore.

È un moto di ondulazioni sempre più vasto, che Leonardo, con immagine suggestiva, figura per la conoscenza, assorgente via via da breve cerchia verso l'infinito :

« *Il moto della terra contro la terra, ricalcando quella, poco si muove la parte percossa.*

« *L'acqua percossa dall'acqua, fa circoli d'intorno al loco percosso.*

« *Per lunga distanza, la voce infra l'aria, più lunga infra il fuoco, più la mente infra l'universo... » (Nota 8).*

Questo sovrano dello spirito — scriveva l'Accademico d'Italia Prof. Francesco Orestano — fu veramente lo spirito più libe-

ro che sia mai esistito. Lottando e vincendo sempre, egli batte la via maestra della libertà spirituale. Non muove un passo se non in quella.

Gli uomini camminano sulla terra? ma debbono volare come gli uccelli e sprofondarsi nel mare come i pesci. — Il battistero di S. Giovanni a Firenze è troppo tozzo? ma si può alzarlo di peso e costruirvi sotto un altro basamento. — La terra è il centro del mondo? ma essa non è che una stella come tutte le altre e vista da lontano risplende come tutte le altre...

Così in tutto. Ed egli porta la rivoluzione nell'arte, nelle scienze, nella tecnica, nella vita. A tutte le tesi oppone nuove ipotesi. A tutte le realtà, nuove possibilità. Questa è la chiave logica della continua e paradossale originalità vinciana e di tutte le invenzioni e scoperte cui essa mette capo.

La molteplicità leonardiana ha del mostruoso, nel senso teratologico di questa parola. L'inesauribile sua varietà e mutevolezza di atteggiamenti mentali e quel suo lasciar dovunque impronte gigantesche e indelebili, hanno del favoloso e sfidano qualunque meraviglia.

Un uomo solo che può adoperarsi « non meno in scoltura che in pittura » e « far l'una e l'altra in un medesimo grado », chè anzi può attendere nel medesimo tempo alla *Cena* ed al *Cavallo*, e lasciare, come narra Matteo Ban-

dello, di modellare « la sua meravigliosa statua equestre », con cui doveva eguagliare Verrocchio e Donatello, e andarsene in pieno meriggio dritto al Convento delle Grazie sol per dare una o due pennellate a una delle figure del divino Cenacolo, creazione in cui non doveva essere eguagliato da nessuno ;

un uomo solo che può simultaneamente, e passando senza interruzione dall'una cosa all'altra ;

dovunque si recasse, e quindi attratto da una affinità con « il liquido elemento » far progetti grandiosi di opere idrauliche, di bonifiche e di canali, perfezionando quelle conche che sono una delle più geniali risorse della moderna ingegneria ;

fare osservazioni sulla luna e ipotesi sul sistema solare, quali gli ultimi progressi scientifici dovevano confermare ;

riempire più decine di libri di anatomia umana, del cavallo e di altri animali, dissezionando da sè più di trenta cadaveri ;

disegnare progetti architettonici, archi, volte, cupole, chiese a piani concentrici, padiglioni e quel mausoleo che basterebbe da solo a collocarlo tra i più grandi architetti che siano mai esistiti ;

scoprire leggi fondamentali del peso, della compressibilità, dell'attrito, della meccanica dei liquidi, del calore radiante, dell'ottica, dell'acustica, del magnetismo ;

inventar l'elica, applicare ruote ai battelli, ideare un orologio

a piombo, un dinamometro, un odometro, macchine per laminare il ferro, per torcere le corde, per annaspere, per piallare, per scavar fossi, per fabbricare cilindri, lime, seghe, viti ; disegnare nuovi caratteri tipografici ; inventare compassi di riduzione a centro mobile, presse meccaniche, apparecchi di sondaggio, lampade a doppia corrente d'aria, cannoni a vapore, girarrosti ad aria calda, martelli per battitori d'oro, rubinetti da bagno caldo e freddo, macchine agricole mosse dal vento, veicoli diversi, mulini, argani, bilancie, torchi, nuovi sistemi di travature e di colonne e fondazioni di edifici, un salvagente, catapulte, balestre, cunei, sifoni, condotte d'acque, un « saliscendo che tiene la porta », « una cassa che s'alza el coperchio per se stesso », « rota circondata dalla elica composta », « sega da segar pietre », « rampini che li usci serran per loro », « come si debbe votare uno stagno che sbocchi nel mare », ecc. ecc. ;

ideare di pianta una città ideale moderna, a varî ripiani con strade larghe quanto alte le case, con vie sotterranee, fognature, ecc. ;

precorrere la più moderna ingegneria di guerra e ideare armi, ponti trasportabili, mine sotterranee, bombarde, camminamenti, carri d'assalto, inondazioni artificiali, affondamenti sottomarini ;

fare osservazioni esatte sulla circolazione del sangue, sul cuore, sui movimenti riflessi e auto-

matici, sul ricambio organico, sui movimenti della pupilla, sui colori complementari;

intuire il principio della camera oscura e forse il cannocchiale, poichè « fa occhiali per vedere la luna grande »;

studiare le piante e fra i primissimi, la fecondazione dei fiori e la struttura e disposizione dei tronchi, dei rami e delle foglie;

assorbire tutto il sapere matematico del suo tempo e superarlo; e collaborare col Pacioli al celebre trattato *De divina proportione*;

compiere studi assolutamente originali e insuperati sul volo degli uccelli e sulla locomozione aerea dell'uomo, inventando un apparecchio da volo ad ali mobili, l'elicottero, il paracadute;

trovare il modo di stare sott'acqua quanto si possa senza mangiare, dando la prima idea e i primi disegni dell'apparecchio da palombaro;

disegnare modelli mirabili di decorazioni, come i famosi « ton-di » e la grandiosa sala delle Asse nel Castello Sforzesco;

fondare la moderna geologia e paleontologia e registrare osservazioni di sorprendente esattezza sulle conchiglie fossili, su fenomeni tellurici e meteorologici, e incuriosirsi delle maree di Bordeaux e del mar Caspio;

intraprendere degli studi linguistici e raccogliere per un dizionario, il primo che fosse pensato, circa 8000 vocaboli;

essere scenografo e coreografo

ingegnosissimo, geografo e cartografo esattissimo; ideare costumi e financo maschere e travestimenti carnevaleschi;

e frattanto, come per concessione, anzi divenuto, ogni giorno più « impacientissimo al pennello », dipingere o preparar cartoni e studiare i particolari più minuziosi, creando con cura infinita, come per eguagliare il travaglio della natura, capolavori originalissimi, quali, oltre il divino *Cenacolo*, l'*Adorazione dei Magi*, la *Vergine delle Roccie*, la *Battaglia d'Anghiari*, la *Sant'Anna*, il *Bacco*, la *Leda*, il *S. Giovanni*, e numerosi ritratti, ancora oggi palpitanti di vita, fra cui quella *Gionconda* che dopo quattro secoli seduce sino al ratto;

e di più ancora scriver trattati come quello delle *Acque*, dei *Pesi*, dell'*Anatomia*, e più famoso fra tutti, quel *Trattato della pittura*, dove sono regole definitive per la prospettiva lineare, aerea e colorata, e consigli che ne fanno un Vangelo dell'Arte;

e frattanto ancora registrare riflessioni filosofiche, pensieri morali, aforismi, massime, proverbi, e immaginar favole, apologhi, allegorie, enigmi, profezie; ed essere un famoso suonatore di liuto ed improvvisatore di versi e parlatore e narratore fecondo e affascinante, loico irresistibile;

e tutto questo, e tant'altro ancora, senza tumulto o disordine, o concitazione, ma con compostezza, con calma, con modesta semplicità, come se ogni nuovo

prodigio procedesse in modo affatto naturale e quasi senza sforzo, e lasciando sempre un margine per cui « il giudizio superava l'opera » e l'operante e le rimaneva maggiore;

e neppure — in tanto inesauribile meditare e creare — segregarsi dagli uomini, ma vivere in mezzo a loro ed amarli, solo spregiando la falsità, il falso sapere di negromanti e astrologhi, la falsa virtù degli ipocriti e dei farisei, la falsa ricchezza dei cercatori d'oro, ed effondere ovunque si presentasse, con la sua grazia incomparabile, un vero senso di fiducia e di serenità negli animi; usando con tutti una evangelica tolleranza e dolcezza, sapendo essere fraterno con gli umili, soccorrevole con tutti, anzi la liberalità in persona, recando in ogni atto una impronta naturale di podestà e dignità regale.

Oh! un uomo cosiffatto non fa che esasperare la nostra meraviglia sino a togliere il respiro.

Facciamo pure la più larga parte allo stile enciclopedico della Rinascenza, per cui non erano rarissimi i pittori, che fossero al tempo stesso: scultori, architetti, matematici, filosofi, poeti; ricordiamo pure il Brunellesco, Pier della Francesca, Verrocchio, A. Sansovino, Peruzzi, Michelangelo e sopra tutti Giocondo Veronese e L. B. Alberti; riduciamo pure le proporzioni dell'enciclopedismo leonardiano, come opportunamente raccomanda il Solmi, a quelle molto succinte di un

dotto del secolo XV, che, già per la tradizione aristotelica e scolastica, di tutto doveva sapere e parlare; la personalità di Leonardo avanza gli uomini del suo tempo e di ogni età così smisuratamente, da giustificare lo sbigottimento e il culto dei suoi contemporanei e di coloro che, come il Cellini e il Vasari, raccolsero da testimonianze dirette la venerazione di lui e lo proclamarono *divino*.

Bisogna quindi proclamare alto, come il Séailles ha lealmente e autorevolmente riconosciuto, che la scienza moderna non è nata nè in Francia con Descartes, nè in Inghilterra con Bacone; e neppure nel secolo XVI, ma nel secolo XV in Italia; e che vanta come suo corifeo un genio, quanto meno, di pari grandezza, in filosofia a Descartes e a Bacone: Leonardo da Vinci, « *le grand initiateur de la pensée moderne* » come lo disse un altro insigne leonardista francese, Charles Ravaisson-Mollien. (Nota 9).

Nel campo della meccanica e della scienza — scrive nella sua opera fondamentale il Canestrini (Nota 9 bis) — l'influenza di Leonardo da Vinci è decisiva ed appare evidente nel XVI secolo non solo in Italia, ma anche in Germania ed in Francia. Sarà con Galileo e con Keplero che le basi della scienza sperimentale, gettate sia pure in modo incompleto da lui, daranno i risultati più cospicui ed importanti.

Le opere e le applicazioni di Agostino Ramelli (Ponte Tresa (1531-1600), di Jacques Besson (m. 1569), di Vittorio Zonca (1568-1602), di Benedetto Castelli da Brescia (1577-1643), di Jacopo Strada (1512-1588), rivelano in modo evidente l'influsso di Leonardo, nel quale si trova comunque una chiarezza di disegno e di idee che gli altri non hanno. E basta considerare i primitivi disegni del trattato « De Re Militari » di Roberto Valturio, che è il primo libro d'ingegneria dato alle stampe a Verona nel

1472, e cioè Leonardo vivente, per valutare l'enorme divario che esiste fra l'originalità di concezione di Leonardo e quella dei suoi contemporanei.

Nei disegni di Leonardo colpisce in modo particolare la cura che egli poneva nello studio dei diversi elementi e delle varie parti delle sue macchine, cura che è propria dei progettisti moderni, e che si rivela specialmente nei suoi progetti riferentisi alle macchine utensili, campo anche questo nel quale va considerato un geniale e fecondo precursore.

II.

LEONARDO E
L'AUTOMOBILE

CHI ESAMINI il cospicuo materiale che costituisce il complesso dei codici e dei manoscritti vinciani, non mancherà di notare parecchi disegni completi di progetti elaborati e ben definiti che, a Leonardo, in campo automobilistico, conferiscono, probatamente e con larghezza, la figura di precursore. Ed appare anche intuitivo che, se tali disegni sono rimasti allo stato di progetto, ciò non è da imputarsi alla loro concezione chimerica o più semplicemente fantasiosa, perchè i meccanismi disegnati avrebbero potuto benissimo essere costruiti se si fosse voluto fare ciò. Essi sono rimasti quindi allo stato iniziale di progetto solo perchè altre occupazioni, ed il continuo bisogno di sapere o la sua versatile curiosità, avranno distratto Leonardo da questi per altri più pressanti problemi.

Il carrello motore azionato da molle in cui si trova una traccia rudimentale di differenziale, quel giunto meccanico che poi assunse — portandolo ancora oggi in Italia e nel mondo — il nome dal Cardano, gli odometri, i cuscinetti a rulli, le catene di trasmissione, la pompa centrifuga e le binde, hanno rappresentato, per Leonardo meccanico e scienziato, altrettanti problemi che egli si è sottoposti e che, di volta

in volta, ha risolti con tale semplicità di concezione da rendere possibile la loro immediata traduzione nella realtà pratica.

In questo studio, per la prima volta riuniti razionalmente, verranno dunque illustrati gli elementi che figurano sparsi nei vari codici e manoscritti vinciani, e che documentano le divinazioni di Leonardo nel campo meccanico dell'automobile.

Fra i progetti che andremo illustrando, di astratti — cioè basati solo su considerazioni deduttive ed induttive — vi sono: lo studio dell'affinamento delle forme (forma aerodinamica), al quale egli giunse attraverso un meticoloso lavoro di osservazione ed a ragionamenti acutissimi, e l'enunciazione del principio della pompa centrifuga.

In quasi tutti gli altri progetti, invece, vi è non solo l'enunciazione di una idea o di un principio, bensì anche lo studio metodico, calcolato ed elaborato in ogni suo dettaglio, di meccanismi che per talune loro particolari caratteristiche dovevano servire ad un preciso scopo od a compiere un ben determinato lavoro.

Ci troviamo quindi di fronte non ad idee espresse in forma generica, ma a progetti che, attraverso alla proprietà ed esattezza delle enunciazioni ed ai disegni finiti, illu-

strano in maniera non dubbia la soluzione definitiva di un problema meccanico.

E questo è l'importante coefficiente che attribuisce un valore estremo e non discutibile a quei progetti di Leonardo che gli scritti vinciani ci hanno tramandati nel tempo.

IL CARRELLO AUTOMOTORE ED IL DIFFERENZIALE

Leonardo ha pensato all'automobile, naturalmente nella sua forma più semplice, quale poteva essere concepita da un meccanico di grande ingegno nel 1500.

Ne abbiamo la documentazione inoppugnabile.

Il Foglio 296 V a del *Codice Atlantico* non porta alcun scritto, ma ospita due disegni che si riferiscono ad un medesimo carrello nelle due visioni di prospettiva e di pianta. E siccome i particolari dei due disegni differiscono alquanto e lasciano supporre chiaramente nel secondo una evoluzione completa del primo, così è d'uopo ch'essi siano descritti separatamente.

Il disegno che dà la visione prospettica rappresenta lo schizzo di un telaio (di legno) costituito da due quadri sovrapposti collegati da un traliccio, nei quali è contenuto un meccanismo composto di un ruotismo e di alcune molle a balestra.

In questo meccanismo si notano prima di tutto due grandi ruote dentate orizzontali di diametro uguale che ingranano fra di loro.

Sotto al carrello è disegnata schematicamente una trave, alla quale sono assicurati i supporti delle ruo-

te posteriori, che è collegata al telaio da due montanti inclinati.

L'asse della ruota dentata di sinistra che si prolunga sotto il telaio fino ad impennarsi alla trave-supporto delle ruote, porta una ruota a lanterna, nella quale si impegna una corona di pioli disposti sulla ruota del carrello, che è dunque cinematicamente collegata al ruotismo di cui sono parte le ruote dentate.

Sempre sulla sinistra del carrello si nota una molla a balestra tesa da un tirante fissato all'angolo destro del telaio.

E siccome alcuni tratti curvilinei stanno ad indicare una seconda molla simmetrica alla prima, si può dedurre e ritenere che le due metà del carrello siano simmetriche rispetto alla mezzaria longitudinale.

Quasi che tutta l'importanza del disegno fosse rivolta dall'artefice alla parte posteriore del carrello, quella anteriore è appena schizzata. Però in essa si notano chiaramente una ruota direttrice impennata al capo inferiore di un'asta, che è infilata in un anello fisso al telaio e sormontata da una specie di impugnatura a manubrio.

Il secondo disegno, che è molto più determinato del primo, rappresenta lo stesso carrello, visto di sopra, ma arricchito di nuovi organi che evidentemente l'artefice ha apportati per perfezionamento evolutivo alla macchina. Se si riscontrano in comune col primo disegno: il quadro in legno, le due grandi ruote dentate e le due molle a balestra, si notano però in più altre molle, speciali intelaiature di sostegno dei perni delle ruote e delle molle e due altre piccole ruote.

Oltre alle due molle a balestra che definiremo per principali, cia-

scuna delle quali ha una contromolla di rinforzo, notiamo altre due molle che sembrano impernarsi sul telaio proprio dove si incrociano e le cui estremità superiori sono collegate a quelle delle due molle principali, mentre le estremità inferiori appaiono libere. Uno dei collegamenti fra le molle principali e quelle secondarie è costituito da un'asta dentata che è disegnata in dettaglio in basso al foglio; l'altro è poco chiaro, ma è da ritenersi sia uguale.

Tale dettaglio, chiaramente disegnato, indica il modo od un modo col quale hanno da esser tese le molle. In esso appare distintamente un rocchetto dentato, sistemato nel riccio della molla, ingranante a cremagliera con l'asta, pure essa dentata.

Due altre molle, con contromolla, sono disposte sopra le grandi ruote dentate e finiscono presso due piccole ruote a piuoli poste nei due angoli posteriori del carrello. Le estremità curve di queste molle sembrano essere fissate ad una membratura del carrello, quella stessa sulla quale si impernia la seconda coppia di molle.

Un altro disegno di dettaglio illustra un rocchetto, attorno al quale si avvolgono due corde. Si tratta di un altro modo di tenditura delle molle, suppletivo al sistema a cremagliera, o non piuttosto destinato a sostituire la cremagliera e disegnato da Leonardo in un secondo tempo?

Lo studioso che per primo si interessò a questi disegni fu il Nob. Gerolamo Calvi, il quale in una memoria presentata nel 1905 all'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere per il Concorso Tomasoni ammetteva la possibilità che essi si

riferissero ad un carro automotore con differenziale (Nota 10).

Dopo di lui, nel 1928, il gr. uff. ing. Guido Semenza, che ai meriti che gli erano riconosciuti nel campo della scienza e dell'industria elettrotecnica, aveva aggiunto nei suoi ultimi anni un'appassionata attività vinciana, all'oscuro della versione del Calvi, studiò a fondo i disegni del Folio 296 V. a. del *Codice Atlantico* e ne scrisse esaurientemente sulla rivista « Archeion » di Roma (Nota 11).

Il Semenza, che pure era un diligente osservatore, sembra non avere rilevata la funzione del rocchetto sul quale si avvolgono due corde tenditrici di molle, che è disegnato in dettaglio nel Folio 296 V. a. E dopo avere esaminato i due disegni, ed essersi posta la domanda del come lavorassero le molle delle quali abbiamo parlato e se vi fosse qualche collegamento fra esse (specialmente le ultime due) e le ruote sottoposte, così spiega l'intenzione di Leonardo: « ... 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 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.

« Rimangono misteriose le due rotelle a piuoli 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 ».

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. E' 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 sottoposte 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. Anche altri dopo Leonardo riuscirono a fare ciò. Non è forse vero che nel 1649, il norimberghese Giovanni Hautzch, godeva di una certa notorietà per la sua specialità di costruire « dei carri azionati a molla che tutti potevano dirigere e che percorrevano 2000 passi in un'ora? » (Nota 12).

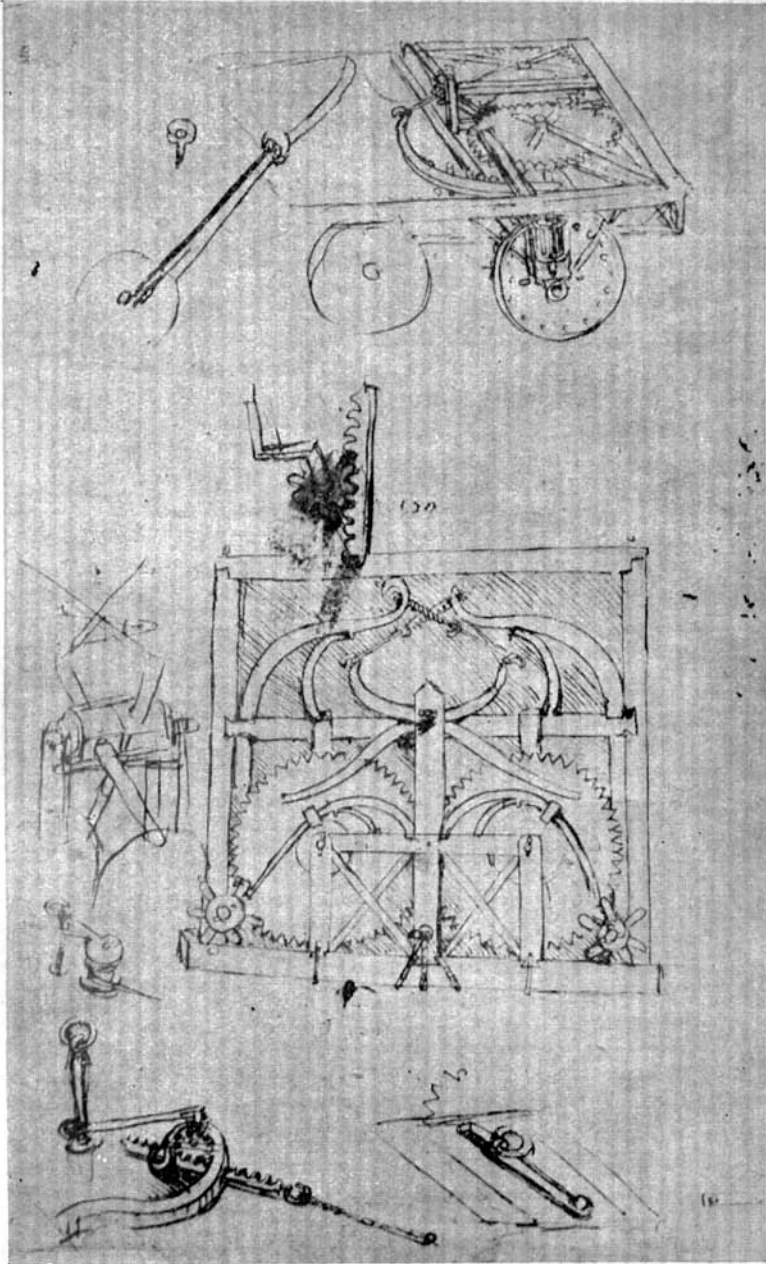
E non è forse vero che, nel 1748,

Vaucanson ha fatto evolvere davanti a Luigi XV una carrozza a molle di orologeria? (Nota 13).

Una prima idea del differenziale sembra trovarsi nel carrello automotore di Leonardo. Nel suo studio, il Semenza, dopo avere osservato che le due grandi ruote dentate ingranano con movimento rispettivamente destrorso e sinistrorso e considerato il moto di trasmissione alle ruote del carro, che si muovono nello stesso senso rispetto al piano stradale, conclude che tale « complesso meccanico costituisce quell'organo che nell'automobilismo si chiama « il differenziale ». E dopo essersi posto per puro scrupolo di cautela il dilemma se il carrello fosse da trascinarsi od automotore, riconosce che Leonardo aveva risolto il problema che si era presentato colle prime automobili a vapore intorno al 1770 e che lo aveva « risolto nello stesso modo in cui fu risolto dopo lunghi tentativi, soltanto nel 1835 dal Pacqueur (sic) ».

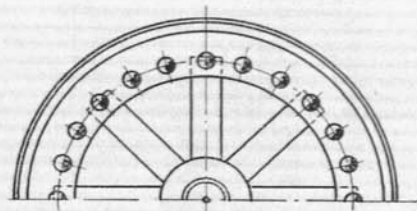
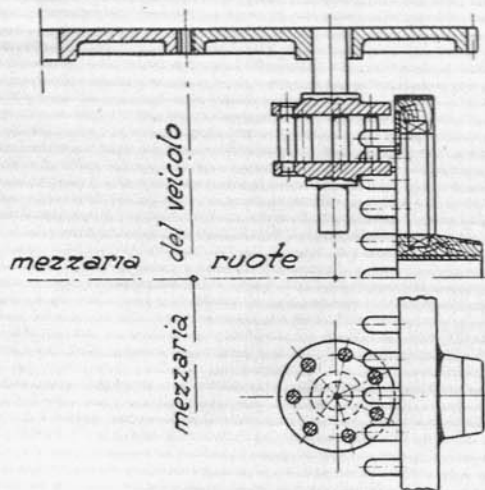
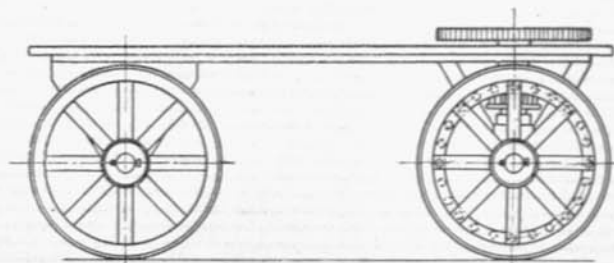
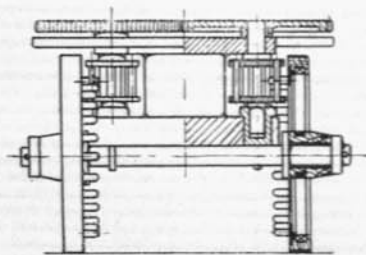
Ma fra i disegni del *Codice Atlantico*, un altro ve ne è al Folio 4 V a. che rappresenta un meccanismo connesso alle ruote di un carro, e che il Calvi ritiene essere dell'età giovanile di Leonardo. Tale disegno rappresenta il fronte di un carro del quale dunque si vede un solo asse con due ruote che sembrano essere solidali con esso. Sopra l'asse sta una grande ruota orizzontale munita, nella sua parte inferiore, di pioli; alla sua destra, infilata sull'asse delle ruote, è disegnata una ruota a lanterna. L'asse della ruota a pioli a sezione quadrata ha un prolungamento superiore.

La ruota a pioli è indicata con la lettera « a », l'asse quadrato con una « b ». A fianco del disegno sta



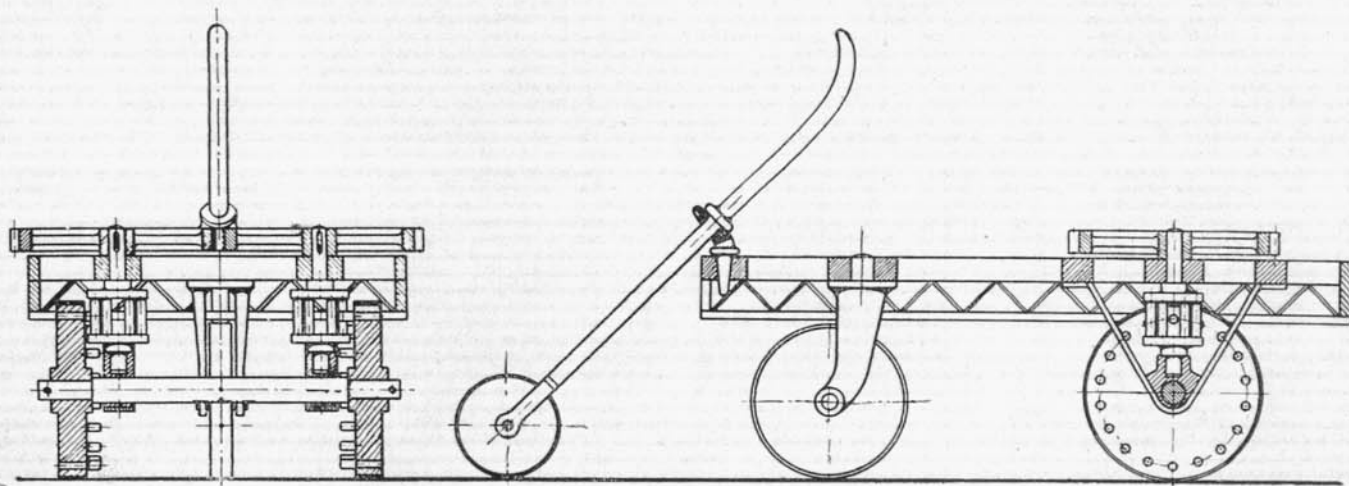
CARRO AUTOMOTORE CON DIFFERENZIALE

(Folio 296 V a del Codice Atlantico)

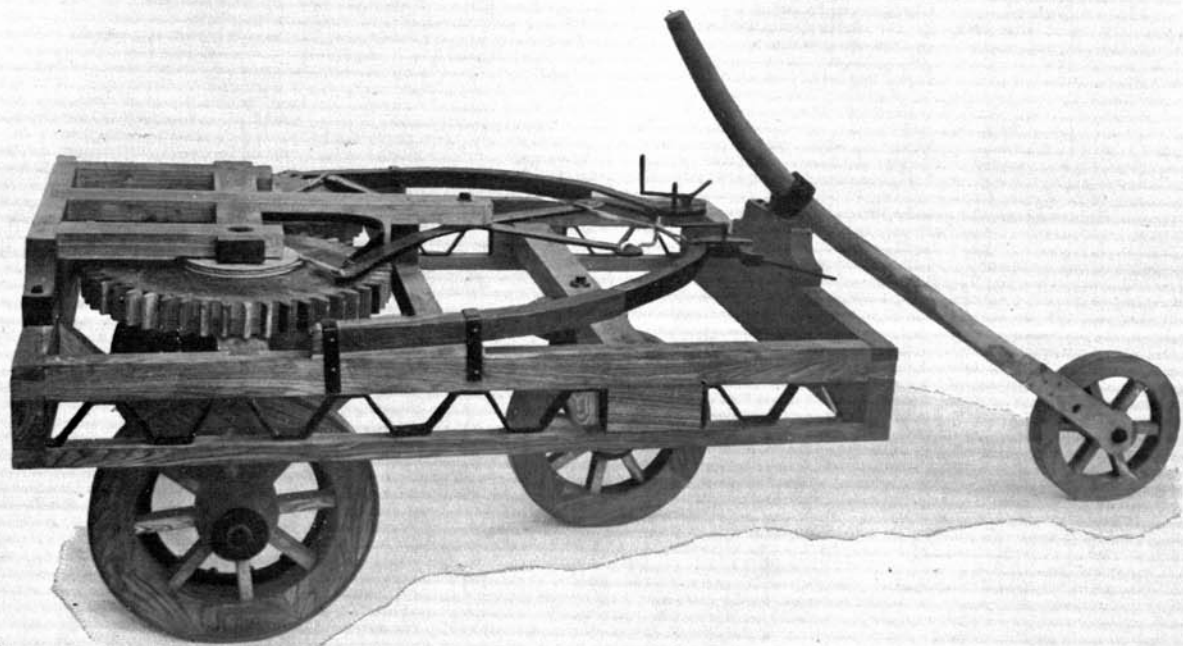


DISEGNO DI UNA PRIMA RICOSTRUZIONE DEL CARRO AUTOMOTORE DI LEONARDO (Ing. Ganestrini - 1938)

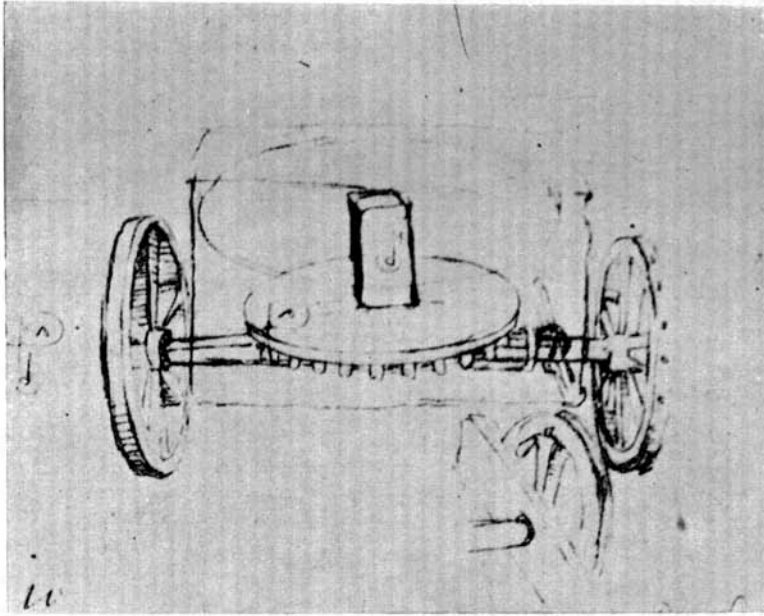




**DISEGNO DI UNA SECONDA RICOSTRUZIONE (MODELLO EFFETTUATO) DEL CARRO AUTOMOTORE
DI LEONARDO (Ing. Canestrini - 1939)**

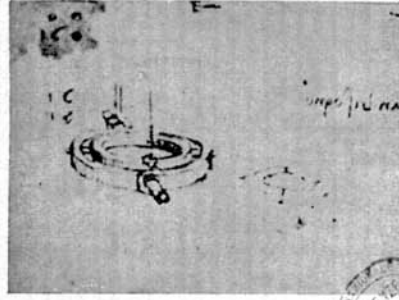
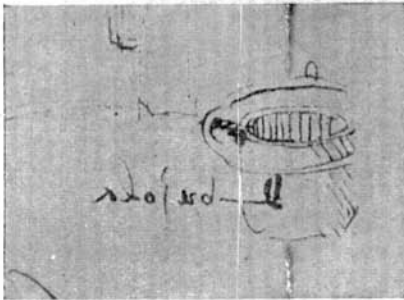


**MODELLO DEL CARRO AUTOMOTORE DISEGNATO DA LEONARDO (Cod. Atl. folio 296 v)
FATTO COSTRUIRE DAL R.A.C.I. SU INTERPRETAZIONE DELL'ING. CANESTRINI ED
ESPOSTO ALLA MOSTRA DI LEONARDO**



CARRO CON MECCANISMO

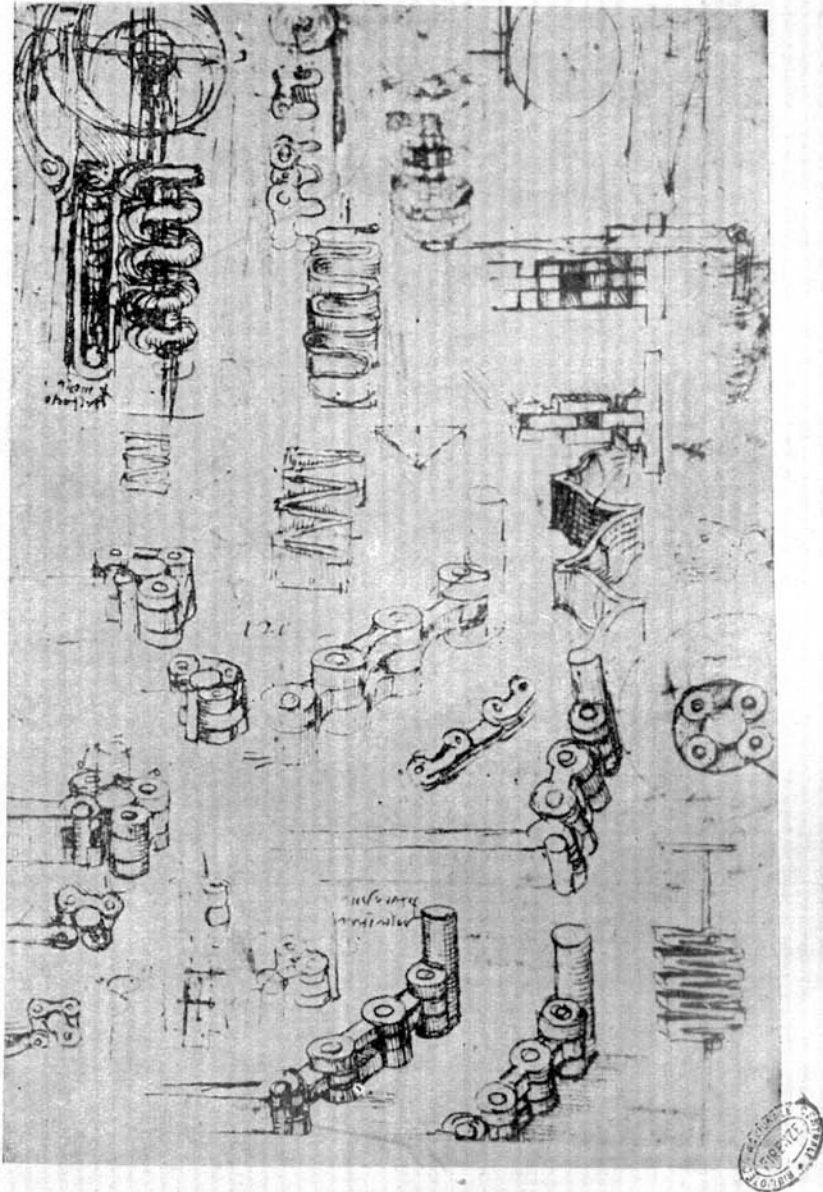
(Dal Folio 4 V a del Codice Atlantico)



SOSPENSIONI CARDANICHE

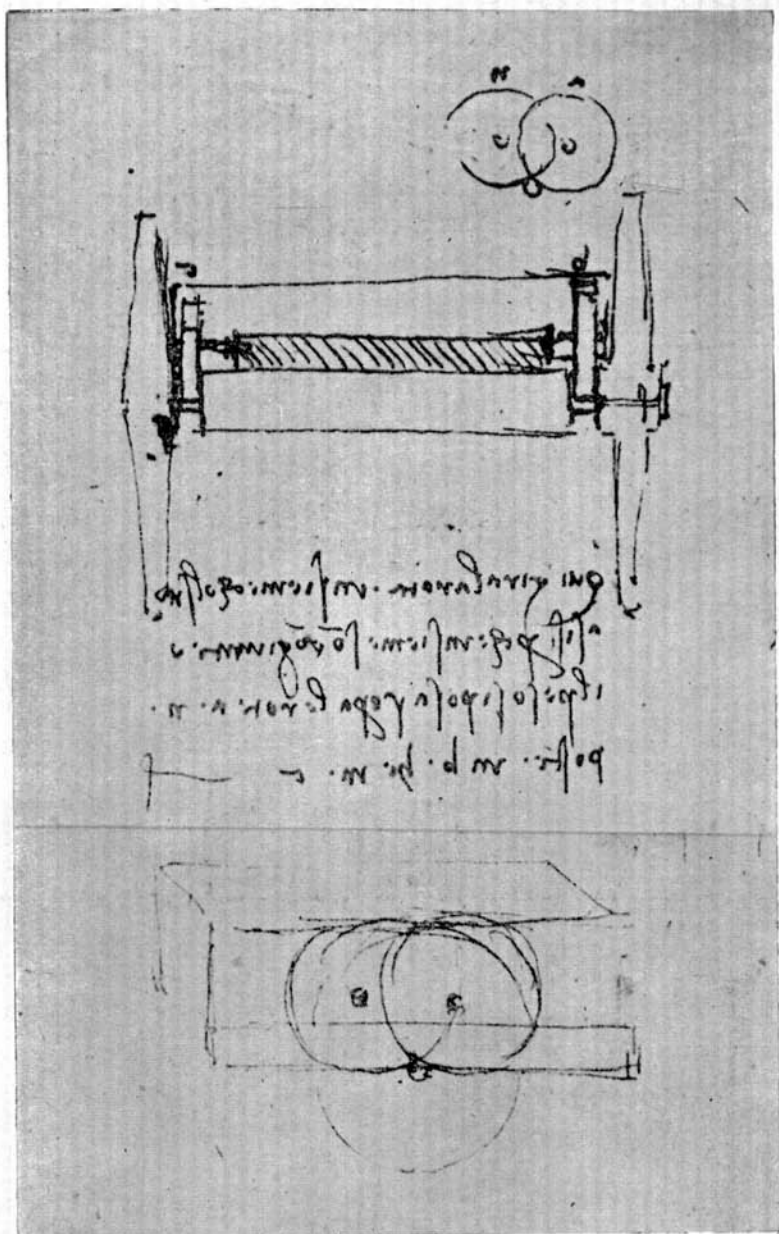
(Dal Folio 316 R b del Codice Atlantico)

(Dal Folio 288 R b del Codice Atlantico)



LE GATENE

(Folio 357 R a del Codice Atlantico)

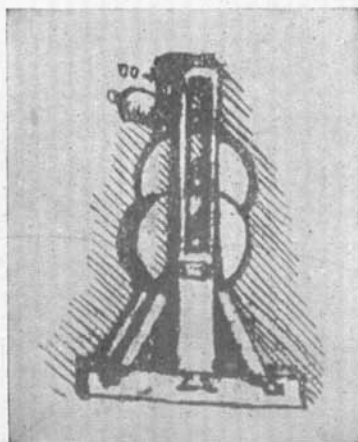
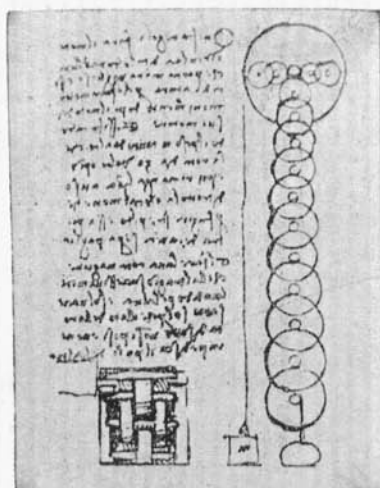


bolle. au p. p. m. e
1. par. lo. l. bolle. l. e. d. v. p. m. e. m.
2. l. d. e. g. v. l. m. l. e. d. v. p. m. e. m.
3. m. l. v. m. l. e. d. v. p. m. e. m.

CUSCINETTI A RULLI

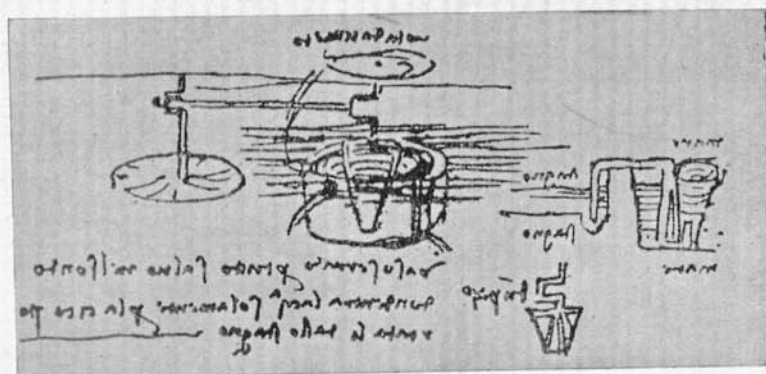
(Dal Folio 376 R e del Codice Atlantico)





I GUSCINETTI A RULLI

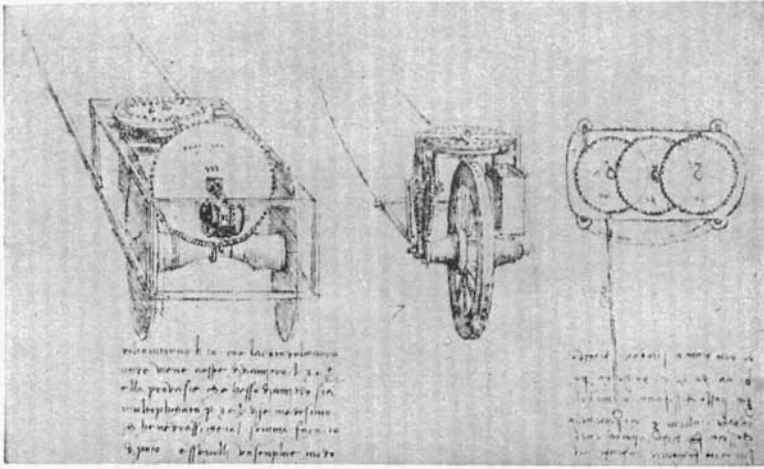
(Dai Fogli 57 v e 58 r del Manoscritto I)



LA POMPA CENTRIFUGA

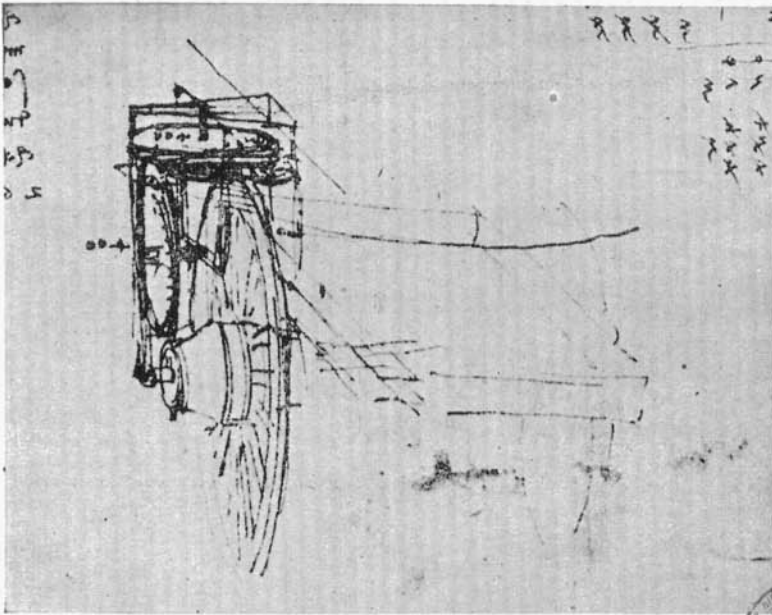
(Dal Folio 13 r del Manoscritto F)





MISURATORI DI STRADE

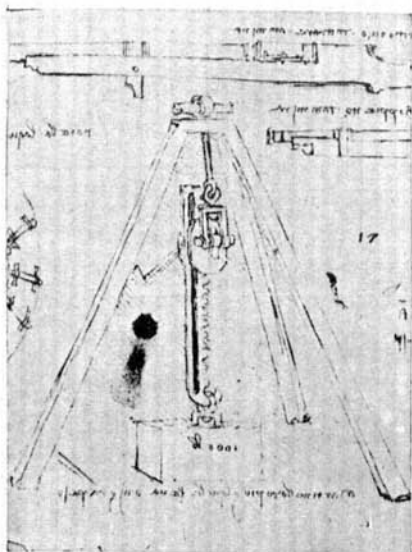
(Dal Folio 1 R a del Codice Atlantico)



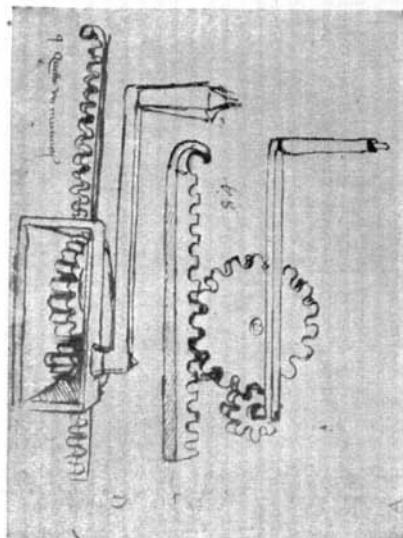
CARRO CON TACHIMETRO

(Dal Folio 312 V a del Codice Atlantico)

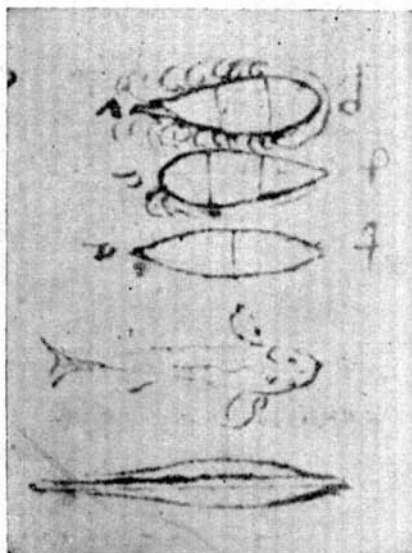




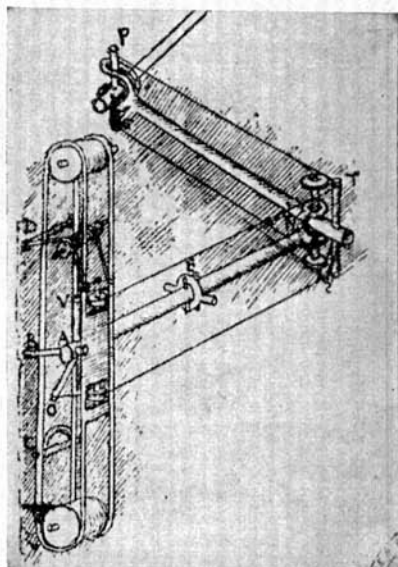
MARTINETTO DOPPIO
(Dal Folio 40 R a del Codice Atlantico)



MARTINETTO
(Dal Folio 359 R c del Codice Atlantico)



AERODINAMICA
(Dal Folio 50 del Manoscritto G)



SNODO MECCANICO
(Dal Folio 341 R c del Codice Atlantico)



la seguente didascalia esplicativa :

a è il modo di far volgere le ruote del carro; — b è quello quadro che imperna la ruota principale.

Sul disegno è indicato sommariamente un circolo in prospettiva che sembra essere imperniato sull'asse quadrato e che dovrebbe essere la « ruota principale ».

La funzione della ruota a piuoli appare chiara: girando, essa darebbe moto alle due ruote del carro per mezzo della trasmissione da essa formata col pignone a lanterna.

Il Semenza ritiene che la « ruota principale » debba essere la motrice che aziona l'« asse quadro », ma non si pronuncia sulla forza motrice, che ritiene però potesse essere « rappresentata da uno o più uomini che girano delle manovelle, come da un sistema di molle. Quindi, se non si può affermare che si tratti di un vero automobile, non si può negare che siamo in presenza di un meccanismo, destinato a muovere le ruote di un veicolo, il che dimostra come nella mente di Leonardo fosse già nei giovani anni la concezione del veicolo meccanico ».

Nei riguardi dei disegni del folio 296 V. a., il Semenza chiude il suo studio con la seguente affermazione:

« ... dopo aver molto riflettuto ho preso posizione concludendo che si tratti veramente di un automobile. Vi riscontriamo senza alcun dubbio un giuoco 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 spazio che fosse allora a disposizione; vi è, anche questo senza alcun dubbio, un « differenziale » necessario perchè un carro, mosso dalle proprie ruote, giri bene nelle curve; e infine il

carrello è provvisto d'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 « differenziale » sarebbe già da sè solo una nuova pietra al monumento della sua gloria ».

Qualche anno più tardi è l'ing. Arturo Uccelli che, a scopo divulgativo, ritorna sull'argomento, ed anch'egli riconosce che non potendosi precisare a cosa tendessero tali studi di Leonardo, sono possibili solo delle induzioni. Fra le quali, una, è questa: « Dopo avere disegnato e progettato tanti carri armati, Leonardo, nella vastità oceanica delle sue ricerche, occupandosi anche di arte militare, pensò forse che sarebbe stato necessario possedere dei carri che, in combattimento, per la sopravvenuta uccisione dei cavalli, potessero risultare ancora efficienti per moto proprio; o meglio ancora possedere senz'altro carri che facessero sempre a meno del traino animale » (Nota 13 bis).

Il Canestrini che ha tentato di ricostruire il carro automotore di Leonardo — e ne dà un chiaro disegno nella sua opera (Nota 13 ter) — conclude che Leonardo « pensava più che alla velocità, alla possibilità di realizzazione del moto senza traino, e non solo ha adottato

una trasmissione con rapporto di riduzione, diminuendo quindi — a parità di condizioni del veicolo — lo sforzo necessario alla ruota conduttrice; ma ha applicato ad ognuna delle due ruote del carro una trasmissione indipendente rendendone più agevole il moto.

Appunto seguendo questo processo mentale, riteniamo che Leonardo abbia pensato alle due trasmissioni indipendenti alle ruote e quindi alla necessità di un differenziale, così come è stato disegnato in questo suo carro automotore ».

IL GIUNTO MECCANICO ARTICOLATO.

Quel giunto meccanico articolato che poi prese il nome dal Cardano e che nel mondo continua ad essere indicato come « giunto » o « snodatura » o « sospensione cardanica » od anche semplicemente « cardano », ed all'estero « joint à la cardan », « joint de Cardan », « Cardan joint », ecc., venne disegnato da Leonardo per diversi usi. Ne troviamo chiarissimi disegni nei fogli 288 R. b., 316 R. b. del *Codice Atlantico*, 253 R del codice *Arundel* e nella raccolta di Windsor (Nota 14).

Nel primo dei fogli citati una « sospensione » per « bussola » come indica la stessa didascalia è solamente abbozzata. Nel secondo foglio invece i disegni sono finiti in ogni loro dettaglio. Pure abbozzato è l'altro disegno dell'*Arundel*. Nei manoscritti vinciani si danno dunque i primi disegni della applicazione della sospensione anulare alla bussola. Ma Leonardo ha pensato di servirsi dello snodo anche per trasmettere un movimento di rotazione

(trasmissione di moto e di potenza) e quindi per una funzione attiva. Lo prova il disegno raffigurante l'ala di un suo apparecchio di volo che è nel citato folio 341 R. c. del *Codice Atlantico*.

LE CATENE.

Per la trasmissione di potenza, in quasi tutte le sue macchine, Leonardo si è servito di cinghie e la documentazione offerta dai suoi manoscritti è eloquente in proposito.

Tuttavia egli ha pensato anche alle catene e le ha disegnate egregiamente sul folio 357 R. a. del *Codice Atlantico*, riproducendone qualche elemento anche nei fogli 6 R. a. e 14 R. b.

Tali chiarissimi disegni sembrano illustrare una fra le più moderne realizzazioni meccaniche. Ed essi sono invece del '500!

I CUSCINETTI A RULLI.

Numerosi sono gli scritti di Leonardo che indicano come egli abbia fatto studi ed esperienze (magari certamente imperfette) sull'attrito radente, ossia sulla *confregazione dei corpi densi e pulita superficie*.

Ne troviamo le note e le figure nel *Codice Atlantico* ai Fogli 72 V b, 81 R b e V b, 82 R b, 112 R b, 155 V b, 193 R b, 197 R b, 198 V a e R a, 201 V a, 236 V a e 305 V b; nel *Codice Arundel* ai Fogli 40 v e r, 41 r e v e 187 r e v; ed altri nel secondo *Codicetto Forster* (Nota 15).

L'attrito degli assi di un carro o di un meccanismo fu anch'esso stu-

diato e Leonardo vi avviò in maniera molto geniale. Nei congegni ad assi girevoli egli introdusse un vero e grande perfezionamento, insegnando a far volgere tali assi non entro fori immobili, ma sul contorno di rotelle mobili, rendendo al minimo la resistenza di attrito.

Infatti nel folio 376 R. c. del *Codice Atlantico* è chiaramente disegnata la sezione di un carro poggiante con rotelle mobili sull'asse delle ruote. Due disegni di dettaglio illustrano l'idea cui serve di commento la seguente didascalia esplicativa: « *Qui gira la rota insieme col suo assis, perchè insieme son congiunte, e il peso si posa sopra le rote a n poste in b e in c* ».

Nel *Manoscritto I*, ai fogli 48 V 57 V e 58 R 113 V e 114 R vi sono altri esempi di supporti su rulli, ed un altro cuscinetto completo, con un asse appoggiato su rulli, si vede nel Folio 348 del *Codice Atlantico*.

Leonardo moltiplica le esperienze sulla resistenza dei corpi solidi alla pressione ed alla trazione, variando le circostanze, i materiali, i punti d'appoggio e le forme dei corpi. Ma « stupefacenti ed incredibili » sono — come dice il Govi nel suo *Saggio famoso* — le esperienze sull'attrito e le leggi ch'egli ne seppe dedurre. Così, due secoli avanti Amontons e tre secoli avanti Coulomb, il grande genio italiano aveva immaginato le loro esperienze ed era giunto press'a poco alle medesime conclusioni cui arrivarono questi due scienziati!

GLI ODOMETRI.

Il Feldhaus e il Beck, notissimi leonardisti tedeschi, da tempo hanno

illustrato nelle loro opere i disegni dei carri misuratori di strade raffigurati nel folio 1 R. a. del *Codice Atlantico* (Nota 16), ma non hanno rivolta la loro attenzione ad un meccanismo di tal genere applicato al carro riprodotto nel folio 312 V. a.

Nel folio 1 R. a. vi sono due tipi di misuratori di strade ad una e due ruote e vi è inoltre disegnato il ruotismo indicatore. Fatto non consueto, Leonardo ha corredato i disegni di due note esplicative che riproduciamo per intero.

Sotto il primo disegno si legge:

« *c 50 b 50 a a 60 f. g. a, rota dentata, si trova denti 60, b n'ha 50 e c 50. Ora, per ogni passo che si faccia, l'omo o 'l cavallo, la lieva g percote nella coscia di chi la porta, e nel suo moto fa muovere un dente della rota a, è 'l sostentaculo f lo sostiene, che non torna indietro. Adunque la rota dà una volta intera con 60 passi, e nel medesimo tempo la rota b ha mosso solo un dente, perchè un sol dente ha la rochetta di a: a.*

« *La rota a volta intorno 5 oncie e ha 12 denti per oncia, che son denti 60, ed ha di diametro oncie $1 \frac{13}{22}$* ».

E mentre l'apparecchio ad una ruota ne manca, l'altro, quello a due ruote è accompagnato dalla seguente nota:

« *f 25 denti 300 m n. Volta intorno braccia 10, cioè la rota del carro, onde viene a essere di diametro braccia $3 \frac{4}{22}$. E la prova si è che esso diametro sia moltiplicato per 3 e $\frac{1}{7}$ di se medesimo, e vedrassi che tal somma farà 10 di punto. E se vuoi un semplice modo a trovare il diametro, il quale diametro moltiplicato per 3 e $\frac{1}{7}$ fa 22; ora di per la regola del 3: se 22 di cerchio mi dà 7 di diametro, che*

mi darà 10 di cerchio? Opera e vedrai che ti darà 3 e 4/22.

« Adunque quando la rota del carro arà dato una volta intera, essa arà misurato 10 braccia di terreno, cioè 1/300 di miglio, il quale è braccia 3000, e la rota m arà solamente camminato lo spazio d'un de sua denti, la quale rota n'ha 300; onde è manifesto che quando la rota m ha dato una volta intera, il carro ha misurato di punto un miglio di spazio, e la rota f ha sol mosso lo spazio d'uno de' sua denti, e la rota n ha fatto il simile, la quale mostra col suo razzo ciascun miglio, non altrimenti che la lancetta dell'orologio le sue ore; ma la rota f, in iscambio del mostrare, fa sentire all'orecchio lo strepito ovver sonito fatto da una piccola pietra caduta 'n vaso atto a ricever sono ».

Un altro apparecchio simile, ma meno pratico è disegnato ed è descritto come segue nel folio 48 V del Manoscritto F.

« Per sapere quanto uno va per ora piglio la rota de bo chalari fatta come vedi e mettivi lo strumento del quale il centro sia sopra una linea circolare che volti di punto 5 braccia che 'l diametro sia uno braccio e 12/22 di poi ferma bene lo strumento e abbi il tempo armonico e inviscia dentro attale strumento con trementina e volta tal rota uniformemente e seguita ove la polvere superiore è attaccata alla terebentina e vedi quante volte ha dato la rota e in quanti tempi armonici. E se la rota ha dato 2 volte in un tempo che son 10 braccia, cioè la trecentesima parte di un miglio tu potrai dire che tale strumento s'è mosso di un miglio in trecento tempi, ed una ora è 1080 tempi, ciò che farà 3 miglia per ora e 180/3 trecentesimi ».

Ma il Calvi, nella prefazione al Codice Leicester, afferma essere questo un solcometro e non un odometro (Nota 16 bis).

Di queste macchine abbiamo qui parlato non solo perchè hanno attinenza con le strade e non si potrebbe concepire l'automobilismo senza le strade, ma anche perchè trovano riscontro in un altro disegno (vedi folio 312 V a), non riprodotto dai leonardisti più sopra indicati, nel quale è rappresentato un bellissimo esemplare di tachimetro.

I MARTINETTI.

I crics di dimensionj ridotte che oggi gli automobilisti tengono nella busta dei ferri sono di recente invenzione. Una volta, ma ancora non molti anni fa, erano necessari non i crics, ma addirittura le binde o martinetti. I quali poi non differivano che di poco da quelli disegnati nel folio 359 R. c. e nell'altro folio 40 R. a. del Codice Atlantico, e che Leonardo presenta rispettivamente con queste parole: « quest'è un martine (llo) » e « 1000 libbre. Martinetto doppio, il quale leva ogni gran peso ».

LA POMPA CENTRIFUGA E LA FORMA AERODINAMICA.

Leonardo enuncia la teoria dei turbini e ne produce artificialmente per accompagnare la pratica dell'osservazione alla teoria, giungendo a collegare così la loro origine al principio della permanenza della forza.

I vari aspetti di questo problema sono da lui inquadrati nelle enun-

ciazioni che troviamo nei Manoscritti: I, al folio 68 r; A, al folio 60 r; ed F ai fogli 14 v e 13 v. La teoria è sanzionata dalla pratica e conoscendo le cause, Leonardo è padrone degli effetti.

E' nel folio 13 R. del Manoscritto F. che troviamo l'enunciazione del principio della pompa centrifuga. Leonardo aveva dedicato gran parte della sua attività all'idraulica ed alle pompe. Era quindi quasi logico che scoprisse anche l'effetto prodotto nell'acqua di un vaso da un corpo in veloce rotazione su se stesso.

« *La mano girata voltata in moto circolare in un vaso pieno mezzo di acqua genera un retroso accidentale il quale scoprirà all'aria il fondo di esso vaso e poi ch'el suo motore sarà fermo esso retroso seguirà il medesimo moto ma sempre diminuirà insino al fin dell'impeto che gli congiunse il suo motore* ».

Questa nota affianca un gruppo di disegni di vasi comunicanti con un sifone. Secondo Leonardo, creando il vuoto e cioè abbassando il livello di un primo vaso per forza di un corpo ruotante a notevole velocità, l'acqua di un altro vaso si sarebbe riversata da un sifone nel primo. Sui due vasi sta scritto « mare » e « stagno ». Pensava forse Leonardo ad opere di bonifica? E' evidente.

Ad ogni modo altre note ed altri disegni sulla rotazione dell'acqua si trovano nei Fogli 13 v, 14 v, 15 r e 16 r dello stesso Manoscritto F.

Ed è nel predetto Folio 13 di tale manoscritto che, sebbene schematicamente abbozzato, si ha la prima applicazione del « volante » appunto

nel disegno che dà l'idea della pompa centrifuga, applicazione prima d'ora attribuita al grande fisico pesarese Giovanni Branca (Nota 16 ter).

Dallo studio dell'idraulica a quello dell'aerodinamica e dell'aerotecnica il passo fu breve per Leonardo.

Nel folio 50 verso, del Manoscritto G., parla della forma dei navigli nel modo seguente:

« *Questi 3 navili di egual larghezza, lunghezza e profondità, essendo mossi da uguali potenzie, faranno varie velocità di moto, imperocchè il navilio che manda la sua parte più larga dinanzi è più veloce ed è simile alla figura delli uccelli e dei pesci muggini. Questo navilio apre davanti a sè ed ai fianchi molta quantità di acqua, che nel movimento chiude il navilio ai due terzi posteriore. Il navilio d c fa il contrario e il navilio e f è medio di moto fra i due predetti* ».

Al folio 87 recto e verso del Manoscritto F. si legge: « *L'aria, sospinta dall'impeto del grave che per essa discende, fugge per la linea del moto fatto dal suo motore e la laterale si converte in retrosi laterali e la superiore li discende di sopra, sempre riempiendo il vacuo che tal mobile lascia di sè sopra di sè, in ogni grado del suo movimento* ».

Non ci è possibile riportare tutto quanto scritto da Leonardo ha attinenza con la forma degli aeromobili, giacchè ci farebbe sconfinare in un settore che ora non ci interessa e nel quale del resto si è già avventurato magistralmente un noto leonardista studioso di aerodinamica e aerotecnica (Nota 17 e 18).

III.

PRIMA E DOPO
LEONARDO

E' ORMAI accertato che Leonardo portò con sé a Cloux solo parte dei suoi manoscritti, giacché qualche dispersione era avvenuta durante la sua vita errabonda (1500-1516) e quando depositò parte dei suoi studi presso Santa Maria Novella.

Il 19 aprile 1519 in Amboise, sentendosi presso alla fine, Leonardo dettò il suo testamento legando a Francesco Melzi "*tutti e ciascheduno li libri che ed dicto testatore ha de presente, et altri instrumenti*".

Dopo la morte di Leonardo, avvenuta il 2 maggio seguente, il Melzi ritornò in Italia, alla sua villa di Vaprio sull'Adda, ove custodì gelosamente quel tesoro di scritti e disegni, che però alla sua morte (1565), dai parenti ignari, vennero relegati in soffitta.

Sono troppo note le vicende occorse ai manoscritti e disegni vinciani perchè esse siano qui ripetute (Nota 19).

Dispersi e poi ricercati, i codici leonardeschi noti, fino alla metà del secolo XVII, erano conservati a Milano ed in Inghilterra ove rimasero indisturbati per un altro secolo e mezzo, essendo ben pochi gli studiosi che ad essi si interessarono.

I pensieri sull'arte raccolti in un'opera denominata *Trattato della*

Pittura, vennero dati alle stampe verso la metà del '600.

Ed in modo incompleto il domenicano Fra Luigi Maria Arconati raccolse quanto riguardava il moto e misura delle acque in un codice Vaticano Barberiniano (4332).

Poi lo scienziato italiano G. B. Venturi poté studiare i codici Ambrosiani che come bottino bonapartesco erano stati trasportati a Parigi e li contrassegnò con le lettere dalla A fino alla M (e così sono ancora indicati), contrassegnando con la N il Codice Atlantico. Il Venturi ne fece preziosi estratti e ne rivelò in modo sintetico, in una sua opera del 1797, il valore delle ricerche scientifiche.

Nel 1831, i codici vennero studiati anche da Libri, ma solo verso la fine del secolo comincia una nuova vita per gli scritti di Leonardo.

Ravaisson-Mollien pubblicò in 6 volumi (dal 1881 al 1891) i manoscritti conservati alla Biblioteca dell'Istituto di Francia; Luca Beltrami pubblicava nel 1891 il *Codice Trivulziano*; Giovanni Piumati nel 1893 il *Codice sul volo degli uccelli* e dal 1894 al 1904 il *Codice Atlantico*; Gerolamo Calvi nel 1907 il *Codice Leicester*; quattro volumi di anatomia vennero pubblicati da tre scienziati norvegesi dal 1911 al 1914; i disegni di Windsor da Clark

nel 1935. Dal 1923 al 1930 la R. Commissione Vinciana pubblicava in quattro tomi il *Codice Arundel*; i *Fogli mancanti al Codice sul volo degli uccelli*; i *Codici Forster* pure in quattro tomi dal 1931 al 1934 e nel 1936 il codice A.

Ecco in breve, una molto sommaria presentazione della nuova vita dei codici di Leonardo.

Dopo la morte di Leonardo, essendo rimasti occultati i suoi preziosi insegnamenti e studi, quali dei suoi progetti, hanno trovato, nei secoli che seguirono, la loro realizzazione?

All'automobile avevano pensato Bacone e Valturio e penseranno in prosieguo di tempo Branca e tutti coloro dei cui nomi via via si arricchisce la storia della locomozione meccanica e dell'automobilismo. Ma al differenziale, al giunto meccanico, ai cuscinetti a rulli, alle catene ed a quant'altro pensato, disegnato e progettato da Leonardo, chi ha pensato? Nelle note che seguiranno verrà illustrata, nelle sue salienti tappe di concezione (progetto) e di realizzazione, la breve storia dei meccanismi che erano già stati disegnati od inventati da Leonardo.

STORIA DEL DIFFERENZIALE

La totale ignoranza dell'esistenza dei chiari disegni del Folio 296 V. a. del *Codice Atlantico* di un carro autototore disegnato da Leonardo da Vinci, ha portato gli autori delle varie storie della locomozione meccanica e dell'automobilismo ad una vera e propria battaglia per attribuire l'invenzione del differenziale.

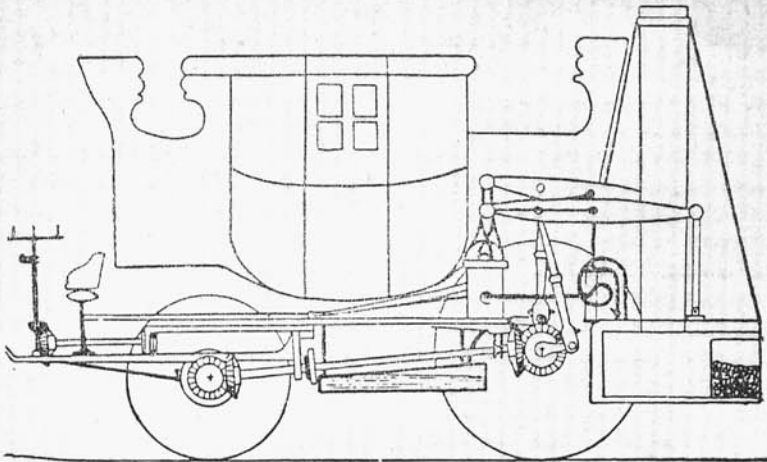
E' verso il 1910 che Baudry de Saunier, all'oscuro della interpreta-

zione data nel 1905 dal Calvi ai suindicati lavori vinciani, scrive che « l'organe mécanique qu'on appelle *mouvement différentiel* n'a été inventé ni par la *velocipédie* ni par l'automobile, bien que ces deux industries soient évidemment devenues ses meilleures clientes. Dès le XVIII siècle, Passemant, horloger de renom, chercheur un peu nébuleux d'ailleurs, avait construit une sphère à équation munie d'une combinaison qui différenciail deux mouvements sur un même arbre ». (Nota 20).

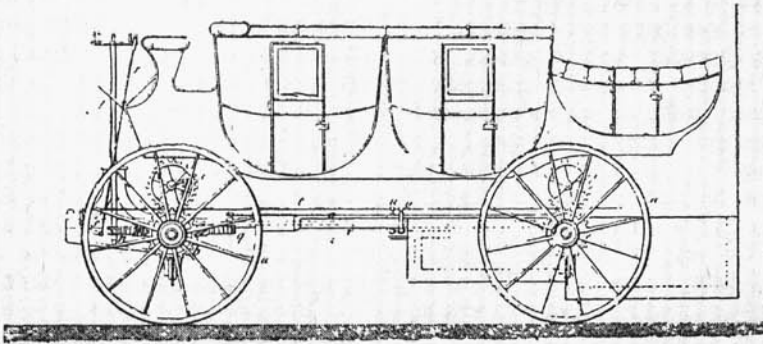
Nel 1803 Charles Dallery brevettava un battello ad elica ed un'automobile a vapore. Il disegno non è ben chiaro, ma vi si vedono una trasmissione a catena ed ingranaggi complicati che danno l'idea del differenziale, giacchè le due ruote maggiori erano indipendenti e girando a velocità variabili avrebbero dovuto assicurare la direzione (Nota 21).

Nel 1824, due inglesi: Timothy Burstall e John Hill progettano una vettura a vapore — sulla cui costruzione e descrizione però l'iconografia dà parecchie versioni — azionata da dei semi-bilancieri comandati da due cilindri. I due inventori ovviano all'inconveniente della mancanza di differenziale, calettando le ruote motrici sul loro asse per mezzo di ruote a rocchetti che, nelle virate, liberavano la ruota esterna alla curva permettendo così il suo accrescimento di velocità (Nota 22).

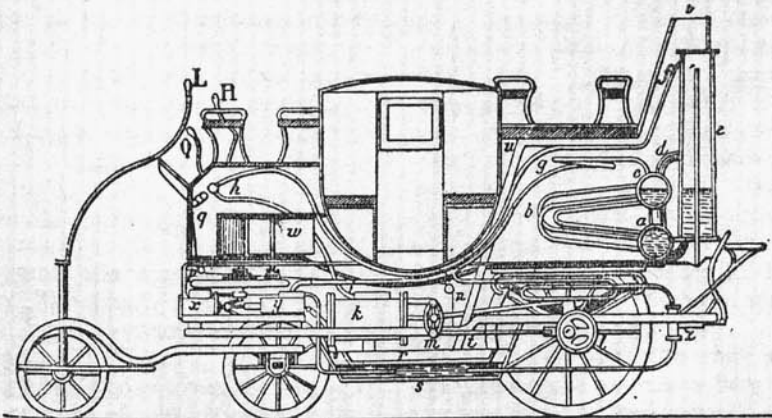
Nello stesso anno 1824 l'ingegnere inglese Williams Henry James brevettava un autoveicolo a vapore ove, per ovviare alla mancanza di differenziale, prevedeva due macchine a vapore a due cilindri indipendenti e comandanti se-



L'AUTOMOBILE DI BURSTALL E HILL (1824)



L'AUTOMOBILE DI JAMES (1825)



L'AUTOMOBILE DI GURNEY (1828)

paratamente ciascuna delle due ruote motrici. E cinque anni dopo, nel 1829, una vettura da lui costruita in unione ad Anderson, aveva quattro generatori di vapore che azionavano quattro cilindri sistemati a coppie che potevano agire indipendentemente l'una dall'altra sulle ruote motrici (Nota 23).

Pure con cilindri azionanti le ruote indipendentemente l'una dall'altra costruirono vetture: Gurney nel 1828, Séguier nel 1866, Feugère nel 1868 e Michaux nel 1870.

Il 10 febbraio 1825 Salomon Fehr di Vicdessos otteneva per 10 anni un brevetto d'invenzione per mozzi o vetture meccaniche di trasporti per terra senza motore. Nel suo brevetto egli riconosce che « Une des principales difficultés à vaincre a été de laisser au mouvement des roues une certaine liberté pour pouvoir agir principalement dans les contours, l'une plus vite que l'autre » (Nota 24).

Ma già al principio dell'800, Pecqueur, riprendendo l'idea dal Passemant, dimostrava, con una serie di memorie pubblicate sul « *Recueil des Savants étrangers* » tutto il vantaggio che si poteva trarre da questo sistema di ingranaggi il cui nome tecnico è « treno epicicloidale sferico » (Nota 25).

Il differenziale previsto e disegnato da Leonardo, realizzato come movimento di orologeria dal Passemant, presentito od indovinato dal Dallery, viene definito con precisione dal Pecqueur, nel suo brevetto del 25 aprile 1828 (N. 3524) così come segue:

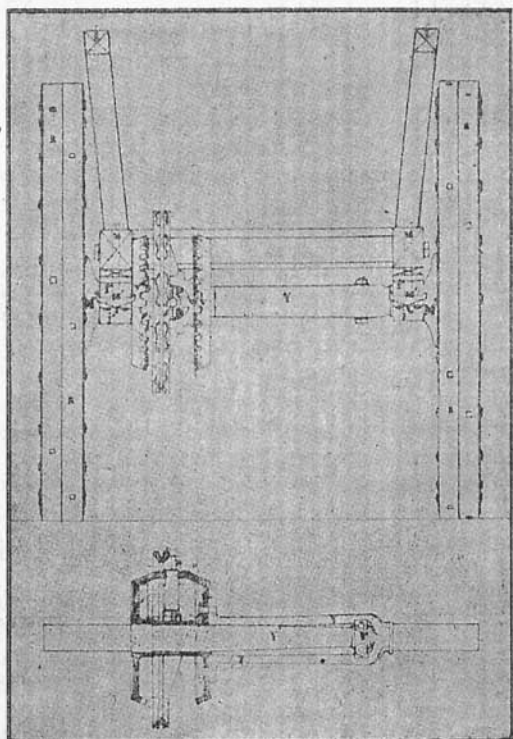
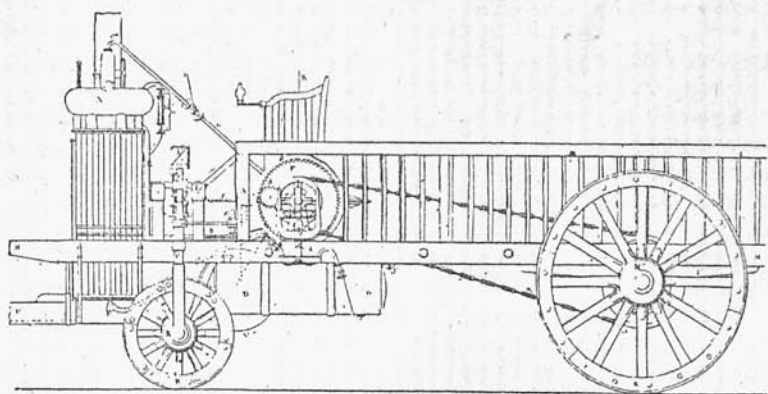
« ... par l'effet de ce mécanisme, une force unique se partage en égale portion sur les deux roues, celles-ci conservant une indépendance parfaite et pouvant indifféremment

faire plus de chemin l'une que l'autre, et d'elles-mêmes, toutes les fois qu'il s'agira de tourner ou de marcher en ligne courbe ».

« J'insisterai particulièrement pour obtenir le privilège de faire les applications de ce mécanisme à toutes espèces de voitures à vapeur, parce que je le considère comme le principal élément au moyen duquel on réussira à faire bon usage des voitures à vapeur. C'est, j'en suis convaincu, faute de connaître ce mécanisme que les anglais font de si grandes dépenses pour faire leurs chemins de fer en ligne droite. Par son emploi, ils pourraient suivre sans peine toutes les sinuosités et s'ils l'eussent connu, ils auraient probablement depuis longtemps établi des roulages et des diligences à vapeur sur les routes ordinaires... »

« L'essieu de derrière est composé de deux pièces de fer principales Y, Y'; l'une est ronde et l'autre forme une chape qui embrasse la première. Sur chacune de ces pièces est fixée une roue d'angle V, V'. Dans le centre (de la chape) passe l'autre partie Y' de l'essieu, qui... se trouve tout à fait maintenu au centre de la chape... en conservant néanmoins la faculté de tourner sans la chape Y, ou la chape de tourner sans cette partie Y'. Ce deux pièces forment donc un *essieu composé* aux extrémités duquel se fixent les roues de derrière.

« Une roue J, placée entre les deux roues d'angle, est montée sur l'essieu rond de manière à pouvoir y tourner librement elle sert de support au pignon d'angle V'', qui reste toujours engrené avec les roues d'angle V et V''. Ce pignon peut tourner sur son axe dans des collets faisant partie de la roue J, de manière que, quand cette roue



L' AUTOMOBILE
A VAPORE DEL
PECQUEUR ED
IL DISEGNO
DEL DIFFEREN-
ZIALE (1828)

est sollicitée à tourner, elle emporte le pignon d'angle V'', autour de l'essieu et lui fait parcourir un cercle comme un satellite tourne autour de sa planète. Quand l'effort s'exerce sur la roue J, le pignon V'', qui se trouve engrené dans les deux roues d'angle, tend à les entraîner toutes les deux dans son mouvement et partage nécessairement l'effort qu'il reçoit entre les deux roues de derrière... ».

Nel 1829 l'inglese Hancock costruì una vettura a vapore con soluzioni meccaniche degne di particolare citazione, specie nel generatore di vapore e nella funzione differenziale delle ruote. I due cilindri verticali azionavano un albero il cui movimento era trasmesso per pignoni e catene all'assale posteriore. Le ruote, il cui mozzo era in fusione e le razze di legno erano chiuse fra due dischi metallici: il disco esteriore di ogni ruota motrice era munito di due sporgenze che attaccavano due altre sporgenze consimili per trasmettere loro il movimento del motore. Questo modo d'attacco permetteva alle due ruote, sebbene solidali con l'asse motore, di girare l'una in rapporto all'altra di circa 100 gradi, quantità sufficiente per le ordinarie curve stradali. Per le curve strette invece, i pezzi motori erano muniti di un dispositivo speciale a vite, che permetteva alla ruota esterna di compiere parecchi giri mentre l'altra restava immobile (Nota 26).

Charles Dietz, il 6 febbraio 1835 a Parigi brevettò per 10 anni, una vettura a vapore detta « *remorqueur* » la quale manovra con facilità a mezzo del seguente dispositivo: « Les grandes roues motrices sont libres sur l'essieu, elles sont seulement liées à ce dernier

pour lui transmettre la puissance de la machine par une roue à cames fortement boulonnée contre les roues. Cette disposition, de laisser les roues libres sur l'essieu, est indispensable pour pouvoir diriger la voiture. En effet, quando on veut imprimer à la voiture un mouvement à gauche, par exemple, la roue du même côté agit seule, c'est à dire que toute la puissance de la machine agit sur elle seule pendant que celle de droite prend une marche plus accélérée » (Nota 27).

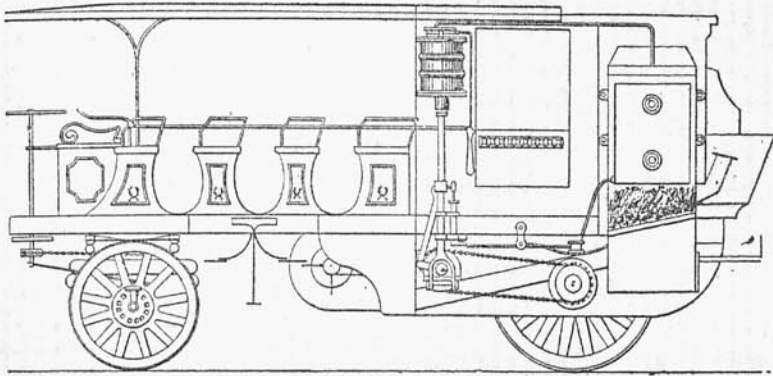
Verso il 1838, un inglese, Richard Roberts, senza avere alcuna cognizione dei lavori del Pecqueur, brevettò ed applica il differenziale ad una vettura (Nota 28).

Ed è nel 1841 che il differenziale dal campo della meccanica entra in quello della scienza pura. E' l'inglese Willis che lo studia come elemento di macchina e ne detta la formula. Viene così stabilito che il calcolo per l'applicazione della formula di Willis relativa alle velocità angolari dei treni epicicloidali, mostra che, in una curva, *la velocità angolare del differenziale deve essere uguale alla semisomma delle velocità angolari delle ruote della vettura.*

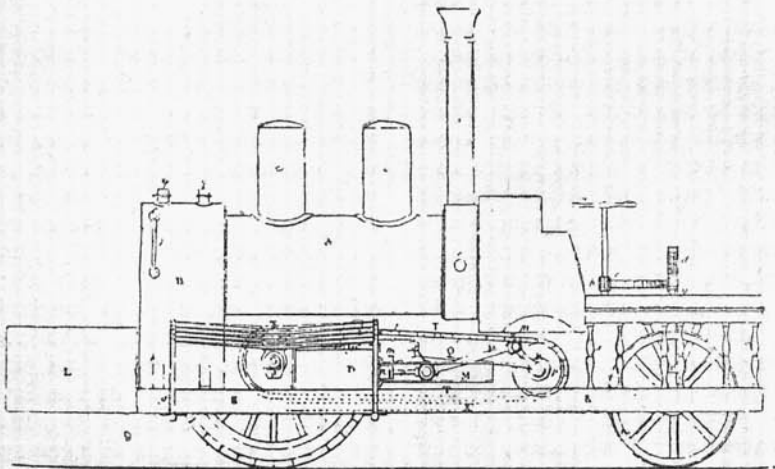
Ne risulta praticamente la necessità assoluta di rendere il differenziale indipendente dal motore, in una curva, affinché il satellite possa adottare la sua velocità differenziale, funzione delle velocità delle ruote (Nota 29).

Nel 1873, Amédée Bollée père (Nota 30), richiese il brevetto della sua prima vettura automobile a vapore: *L'Obeissante* (N. 99574 del 18 agosto 1873).

Sulla *Obeissante* la funzione differenziale non esisteva, grazie alla disposizione seguente:



L'AUTOMOBILE DI HANCOCK (1829)



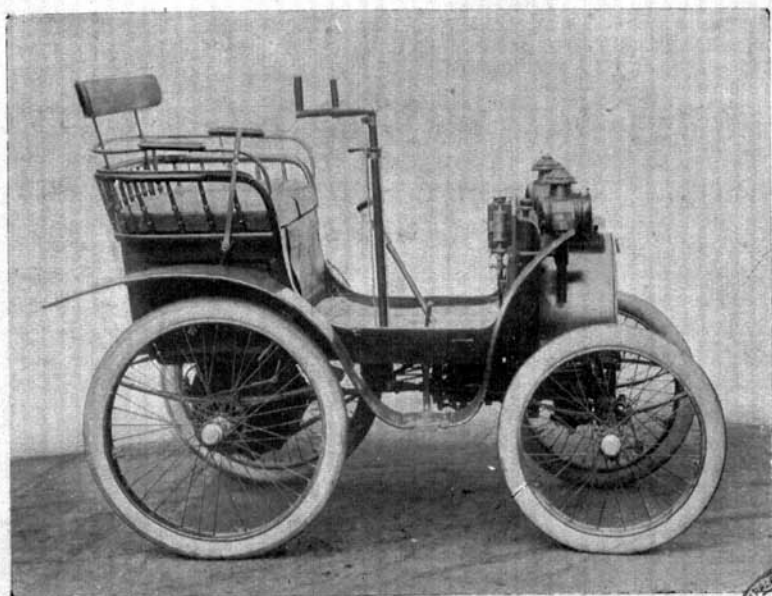
L'AUTOMOBILE DI DIETZ (1835)

Le due ruote motrici erano folli sul loro asse comune. Ciascuna di esse era comandata, indipendentemente dall'altra, da un suo motore. I due motori erano azionati da una caldaia comune.

Il principio di Burstall ed Hill, e di James, veniva quindi nuovamente realizzato dal Bollée sull'*Obeissante*, che si comportava nelle curve come se avesse avuto un differenziale perfetto, aveva meccanismi abbastanza complicati, giacchè l'inventore aveva voluto risolvere tutti i problemi attinenti allo studio di un veicolo leggero e rapido, con direzione precisa, di manovra sicura e facile, e non dimenticando che prima di lui, la costruzione dei veicoli a vapore non aveva per scopo che il trasporto a piccole velocità di carichi pesanti di merci, costituenti quindi nell'insieme piuttosto dei treni stradali che degli autoveicoli quali sono oggi concepiti. Bollée aveva collegato ciascun motore alla ruota per mezzo di un cambio di velocità a due combinazioni (marce) e di una catena. L'*Obeissante* poteva marciare con uno dei motori in prima velocità e l'altro in seconda, oppure con un motore fermo e l'altro in movimento. Questa ultima possibilità era usata per le curve molto strette e poteva essere consentita anche dalle ruote direttrici dell'avantreno che potevano essere sterzate fino a formare un angolo retto, consentendo alla vettura di girare sul posto, attorno ad una delle sue ruote posteriori come centro, dispositivo che formava appunto l'oggetto principale del brevetto e che permetteva di evitare gli spostamenti laterali sulla strada ed una deteriorazione della medesima e consentiva anche di evitare una dispersione di forza motrice (Nota 31).

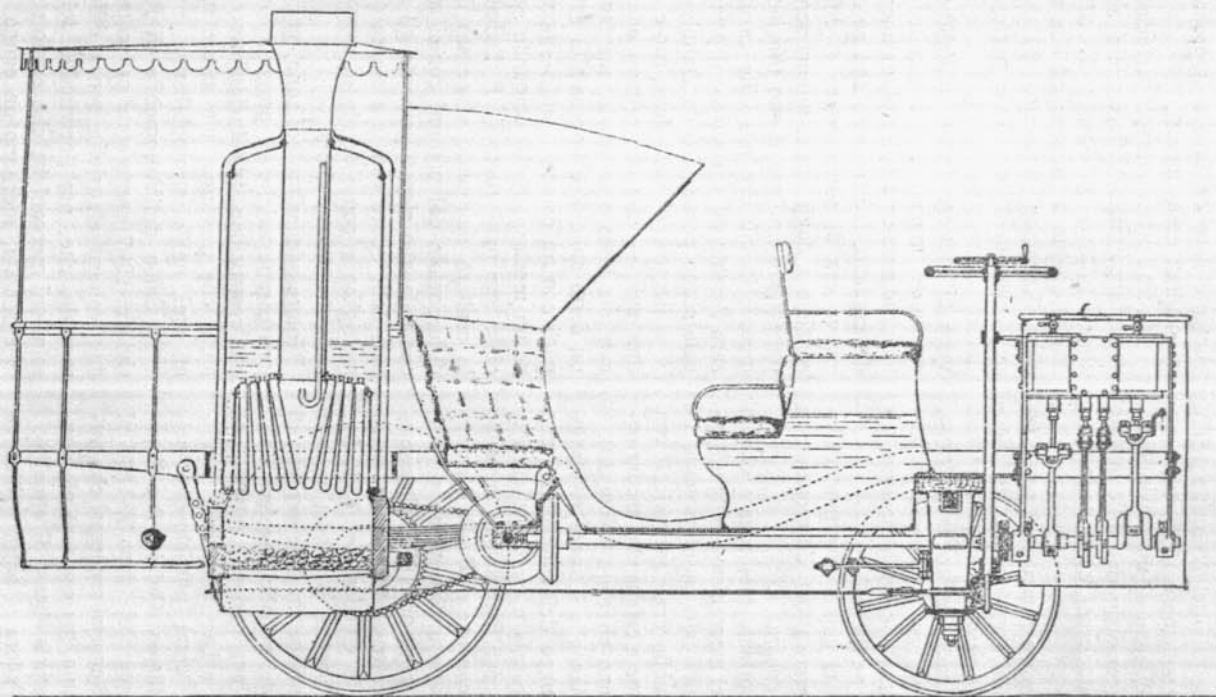
Qualche anno dopo l'industriale inglese James Starley, dopo una sua interessata permanenza in Francia, durante la quale certamente ebbe modo di conoscere il brevetto del Pecqueur, progetta un triciclo con differenziale del quale in data 5 settembre 1877, chiede il brevetto che gli viene rilasciato il 5 marzo 1878 col n. 3388. Questa sua invenzione di « un nuovo sistema per trasmettere la forza motrice alle ruote motrici dei velocipedi » veniva estesa dallo Starley anche alle « macchine a vapore e ad altri veicoli automobili ». Il triciclo « Salvo » al quale venne applicato il differenziale venne costruito però soltanto alcuni anni più tardi (Nota 32).

Le modificazioni suggerite dall'esperienza portarono il Bollée alla costruzione di una vettura più semplice e leggera. In una settimana disegnò su due grandi pannelli di abete, la nuova macchina in grandezza naturale, disegnando a parte i dettagli al momento che lo svolgimento della costruzione lo richiedeva. Nel gennaio 1878 la costruzione venne iniziata e ad essa lavorarono quasi tutti i meccanici di Le Mans, facendo dei pezzi staccati, dei quali ignoravano la destinazione. La nuova vettura, terminata in tre mesi e battezzata « La Mancelle », potè così figurare all'Esposizione di Parigi del 1878. Essa aveva un motore verticale a due cilindri, situato anteriormente; l'asse a colli d'oca, orizzontale, era disposto longitudinalmente e terminava all'indietro con un innesto a denti la cui parte mobile era manovrata da una leva. All'estremità dell'albero longitudinale vi era una coppia di ingranaggi conici, che comandavano un albero trasversale con differenziale, alle cui estremità erano sistemati i pignoni



**L'AUTOMOBILE RENAULT (BREVETTO 1899) CON
TRASMISSIONE DIRETTA A CARDANO**





« LA MANGELLE » DI AMEDEE BOLLEE PERE (1878)

per la trasmissione a catena.

Il certificato d'addizione al brevetto principale del 28 aprile 1873, in data 7 novembre 1878, cui è annesso il disegno di una vista schematica in sezione del differenziale (che riproduciamo), contiene la frase seguente :

« *Cet arbre transversal porte un appareil différentiel, dit de Pecqueur, qui permet à chaque pignon j, et par suite aux roues motrices, de tourner avec de vitesses proportionnelles aux chemins parcourus par les roues motrices* ».

E' questa quindi la prima realizzazione pratica del differenziale a « *couple conique* ».

E' importante fare notare che lo schema del meccanismo della « Mancelle » è in realtà assolutamente uguale a quello degli autoveicoli con trasmissione a catena che ancora oggi si vedono circolare (Nota 33).

La « Mancelle », vera rivelazione nel campo dell'automobile, non solo fu provata e riprovata durante il periodo dell'Esposizione, e venne premiata con una medaglia d'argento, ma venne inviata anche a Vienna ed a Berlino nel 1879. Un esemplare di costruzione tedesca fu in Italia ed in Corsica nel 1880-81. Inoltre la Società Woelherth ne fece una costruzione in serie per privati e per servizi pubblici regolari.

Con l'applicazione fattane da Bollée a « La Mancelle » il differenziale entra ufficialmente nell'automobilismo. Qui ha fine l'epoca dei precursori; dopo il 1878 si faranno gli enormi progressi che tutti conosciamo, ma non sarà più questione di storia, bensì di attualità.

Dopo d'allora si entra nell'epoca contemporanea, troppo ricca di invenzioni e perfezionamenti — la maggior parte brevettati dieci e più

volte — per cui il tentare di attribuire a ciascuno la parte che gli compete sarebbe lavoro improbo e di risultati assai incerti.

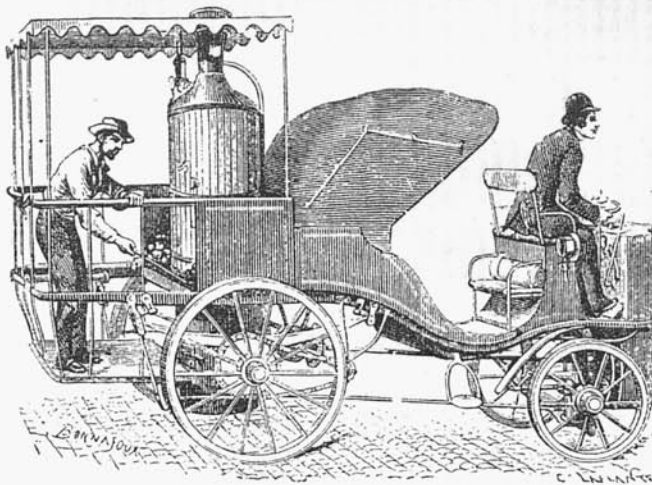
Ma fra i primi notevoli perfezionamenti apportati al differenziale, sentiamo tuttavia il dovere di citare quello dovuto a Daimler ed alla vedova Levassor (brevetto 291-515 del 7 agosto 1899). Tale perfezionamento consisteva nel fatto che invece di mettere l'asse nell'allineamento dei mozzi, lo si era collocato longitudinalmente sul prolungamento del cardano. Il vantaggio che ne derivava era di sottomettere il differenziale a degli sforzi minori senza impedire o limitare il suo funzionamento; in più era possibile carrozzare l'assale ed era questo il principale scopo perseguito da Daimler.

« Siccome gli assi delle ruote — dice egli — non concordano affatto con una linea orizzontale, ma fanno un certo angolo, è impossibile azionarli con un comando unico; occorre un meccanismo di comando speciale per ogni ruota ». E Daimler lo realizzò montando al centro del differenziale dei pignoni conici che comandavano rispettivamente gli alberi delle ruote con una stessa moltiplica e con l'angolo di carrozzeria desiderato (Nota 34).

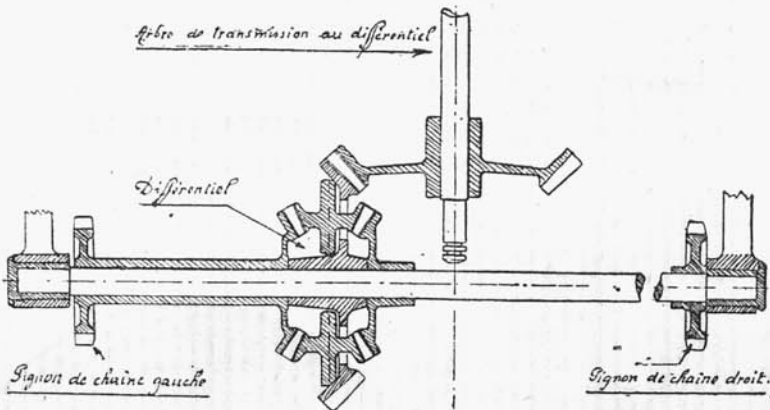
Interessantissime poi sono, per le loro caratteristiche di progettazione e di costruzione, le soluzioni meccaniche che troviamo, più avanti negli anni, nell'elettromobilismo.

Al Salon dell'Automobile di Parigi del 1907 erano state presentate due vetture elettriche senza differenziale, che, per l'originalità delle soluzioni meccaniche che erano state affrontate, meritano un cenno.

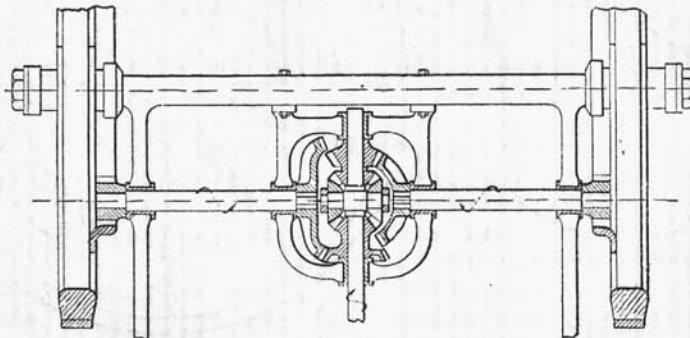
La vettura mista costruita dall'*Electromotion* era azionata da un gruppo elettrogeno composto di un



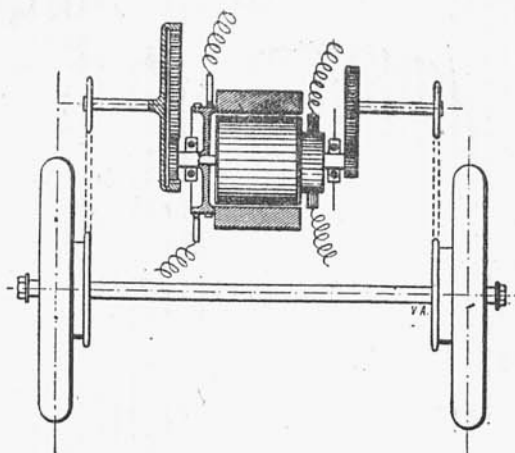
LA « MANCELLE » DEL BOLLEE



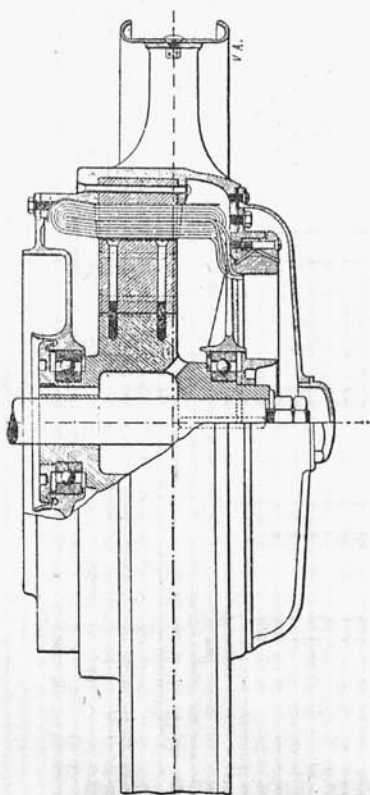
SCHEMA DEL DIFFERENZIALE DI BOLLEE (1878)



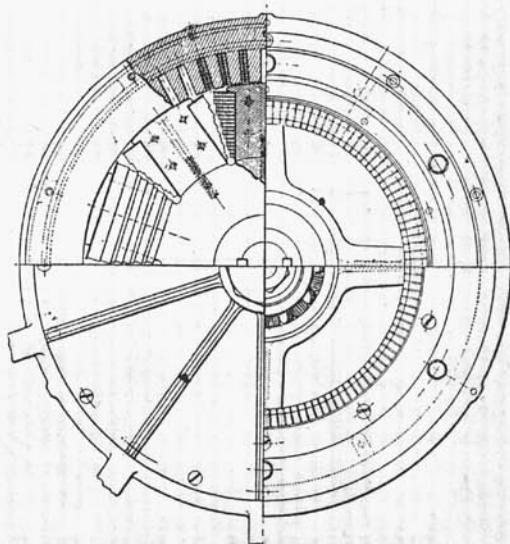
DIFFERENZIALE DI DAIMLER E VED. LEVASSOR (1899)



**IL GRUPPO MOTO-
RE DIFFERENZIALE
LAVO (1907)**



**RUOTA MOTRICE
ELECTROMOTION
(1907)**



motore Westinghouse di 24 HP e di una generatrice autoregolatrice tipo Balachowski e Caire, montata come volante sulla estremità dell'albero. L'induttore era fissato e centrato sul prolungamento dell'asse a mezzo di due cuscinetti a sfere; esso comportava un avvolgimento a tamburo. Induttori ed indotti dei due motori erano poi adattati alle ruote motrici in modo che queste ultime avessero un minimo di ingombro e di peso ed un rendimento massimo.

Invece le vetture Lavo pur comportando una generatrice compound, avevano un elettromotore differenziale particolarmente ingegnoso. Lo induttore e l'indotto giravano in senso inverso attaccando individualmente ciascuno un semiasse trasversale, a mezzo di assi secondari portanti rispettivamente riduttori a dentatura esterna ed interna, in modo che i semiassi avessero la medesima direzione di movimento.

Si trattava di una soluzione geniale: vi era la soppressione del differenziale e le ruote erano meccanicamente indipendenti ed azionate da coppie forzatamente identiche, qualunque fosse la loro velocità relativa, giacchè l'azione e la reazione elettromagnetica dell'induttore sull'indotto erano evidentemente uguali.

Questa soluzione elettrica del differenziale era ben più corretta di quella che comportava un motore ad ogni ruota od un motore a due indotti, giacchè, in questo caso, vi è sempre rottura di equilibrio negli sforzi trasmessi alle ruote.

LO SNODO MECCANICO

La sospensione ad anello della bussola, nonostante che essa fosse conosciuta nel medio evo e nell'an-

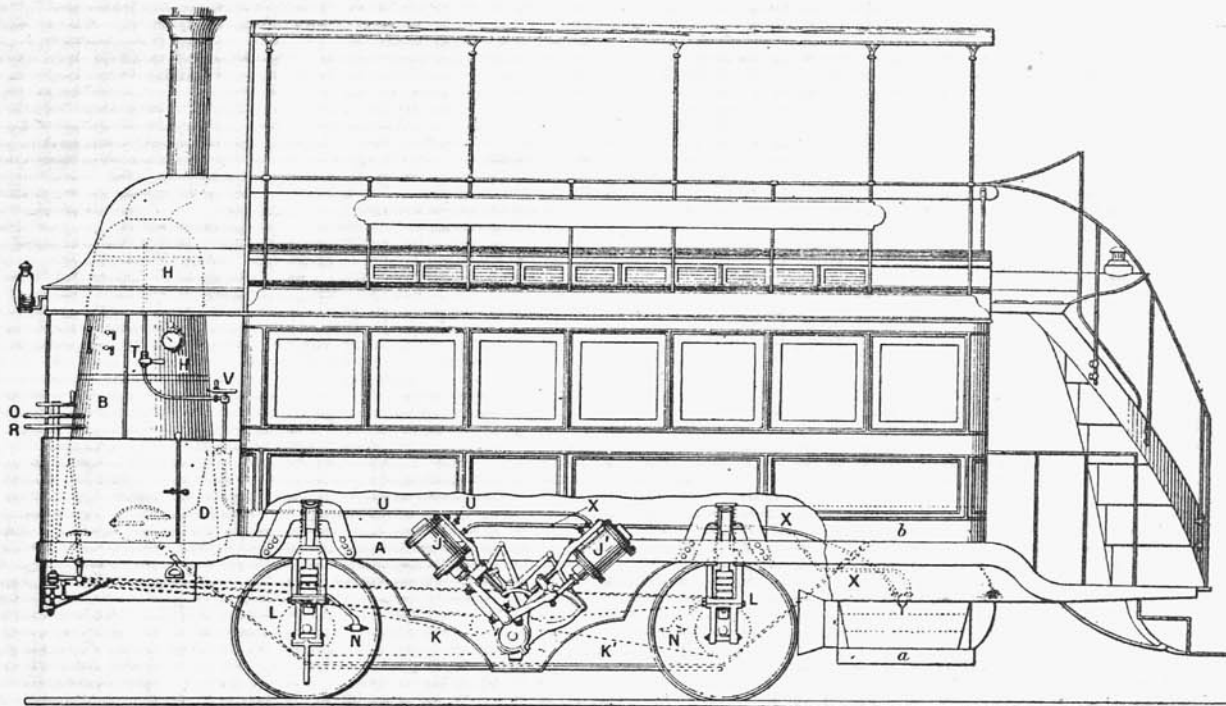
tichità — ne aveva avuto cognizione anche Filone da Bisanzio verso il 230 av. C. (Nota 35) — è attribuita — salvo qualche eccezione che la lega al nome di Hooke (Nota 36) od a Bohnenberger (Nota 37) — a Gerolamo Cardano (Nota 38).

La bussola con sospensione ad anello più antica che si conosca, è quella costruita da Hans Göbe nel 1571, oggi conservata in un Museo di Dresda; la prima bussola con anello per miniere conosciuta è quella costruita nel 1636 da Baldasare Rössler (Nota 39).

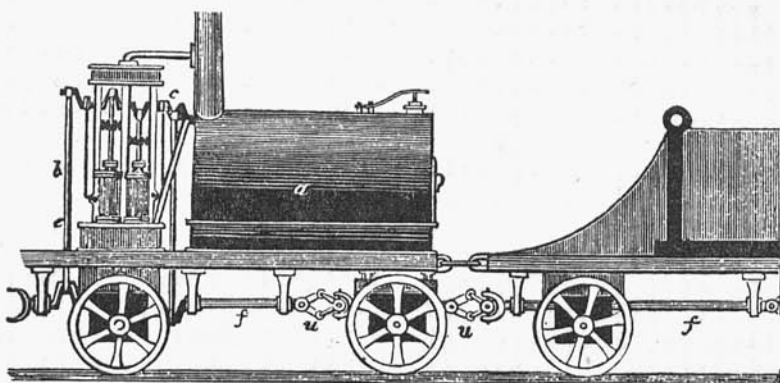
Il fisico pesarese Branca nel suo volume « *Le Macchine* » pubblica un disegno che occupa tutta la pagina XXIII e che rappresenta un carro con sopra un letto a sospensione cardanica. Fa commento al chiarissimo disegno la seguente dicitura: « *Tirato da cavalli il carro della presente figura vigesimaterza, si mostra in modo da star il suo letto sempre in piano, ancorchè le ruote per la difficoltà e asprezza del viaggio variassero il loro sito, il suo artificio è tale; sta posato il primo telaro sopra li poli A. D. nelli fianchi dell'armatura del carro, un altro telaro poi dentro di questo posa sopra li poli E. F. nelle teste, che opera, che in qualsivoglia sito delle ruote il suo letto si truova sempre al piano dell'orizzonte, ecc.* » (Nota 40).

Ma, quando la « sospensione cardanica » divenne un vero e proprio « snodo » o « giunto » meccanico, trasmettitore di moto e potenza?

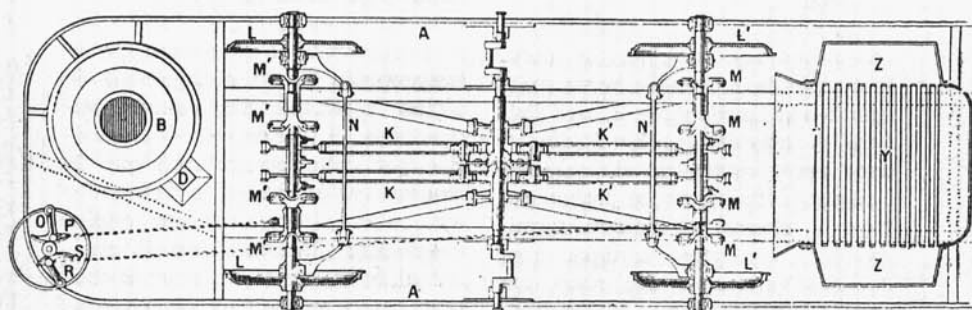
Nel 1824 gli inglesi Burstall ed Hill (dei quali abbiamo già parlato nella storia del differenziale), nella loro vettura a vapore, prevedono un albero a giunto universale che permetteva, per rinvio d'angolo, di rendere motrici le quattro ruote.



IL TRAMVAI A VAPORE PER STRADA E ROTAIA BOLLEE-DALIFOL (1876)



IL TRENO STRADALE DI W. A. JAMES (1825)



**PIANTA DEL TRAMVAI A VAPORE PER STRADA E ROTAIA
BOLLEE-DALIFOL (1876)**

(M, M' sono i cardani trasversali)

Questa soluzione sembra costituire la prima apparizione del cardano e della trasmissione alle quattro ruote nell'automobilismo, giacchè, come è già stato detto, tale vettura a vapore venne costruita nel 1826 e nel 1827 (Vedere Nota 17).

Anche William Henry James, il progettista (e costruttore con Anderson) di un'automobile a vapore, nel 1825 progetta un treno a propulsione continua con cardani e parallelogrammi nella trasmissione (Nota 41).

Una soluzione meccanica simile a quella di Burstall e Hill realizza Amédée Bollée père nel tranvai a vapore, suscettibile di viaggiare su strada e su rotaia, costruito con la collaborazione finanziaria di Dalifol nel 1876. In esso la forza motrice era trasmessa alle ruote da alberi a cardani trasversali che permettevano l'obliquità della direzione, le oscillazioni verticali della sospensione e la frenatura.

Anche l'idea del James venne ripresa dal Bollée quando nel 1879, costruì la « locomotive routière Marie-Anne ».

La Marie-Anne, si componeva di una prima vettura a quattro ruote, molto simile nel suo schema meccanico a « La Mancelle », ove l'albero di trasmissione longitudinale, dopo avere comandato al passaggio i pignoni delle catene, si prolungava sotto il chassis all'indietro terminando in un grosso cardano. Una seconda vettura, a due ruote era unita alla prima, il suo meccanismo si componeva di un albero longitudinale collegato in avanti al cardano posteriore della prima vettura e terminante posteriormente con un altro cardano al quale a sua volta poteva essere collegata una terza vettura. Le esperienze ufficiali di questa « locomotiva stradale » ese-

guita il 25-26 e 27 ottobre 1879 sotto la direzione del capitano di artiglieria Paul Naquet furono oltremodo conclusive (Nota 42).

Verso il 1893 anche De Dion Bouton brevetta e realizza una trasmissione trasversale a cardano per l'attacco diretto, senza catena o cinghie, delle ruote motrici posteriori, ed un anno dopo Jeantaud costruisce la sua prima vettura elettrica ad accumulatori (un phaeton a due posti) nella quale l'albero trasversale azionato da un motore di HP 4,4 era a cardano.

Doveva però toccare al giovane Luigi Renault (Nota 43) di costruire per primo la « voiturette » e cioè la « petite automobile pour deux » con motore De Dion e di giungere con geniale semplificazione (sopprimendo radicalmente le trasmissioni per catene, corregge, ecc.) alla creazione, a mezzo di cardani longitudinali, della presa diretta.

Infatti nel suo brevetto n. 285753 del 9 febbraio 1899 « Mécanisme de transmission et de changement de vitesse pour voitures automobiles », egli così si esprime: « Mon invention est relative à un mécanisme de transmission et de changement de vitesse applicable aux voitures automobiles de tous genres et caractérisé par cette particularité que le mouvement est transmis du moteur aux roues directement par engrenages sans l'intermédiaire de chaînes ni de courroies, quoique le moteur et le mécanisme de changement de vitesse soient suspendus sur des ressorts et puissent se mouvoir indépendamment des roues ».

Naturalmente il brevetto faceva tale rivendicazione « sans se limiter strictement aux formes, dimensions, proportions, matières et détails accessoires de construction cités au

présent mémoire ou représentés a titre d'exemple aux dessins ci joints ».

Tutti i giunti immaginati poi derivano dal medesimo principio anche se differiscono nei dettagli. Intendiamo riferirci ai dispositivi di Reuleaux, di Oldham (giunto olandese) e di altri ancora, che incontrarono un certo favore nei primissimi anni del nostro secolo (Nota 44).

GLI ODOMETRI

L'odometro o misuratore di cammino non è certamente una invenzione recente, se Vitruvio, un secolo avanti Cristo, descrive come un uso tradizionale il modo di misurare le strade percorse. E dell'odometro parla anche Erone Alessandrino, e notizie si hanno di veicoli di tal genere: « *vehicula iter metientia* », posseduti dall'imperatore Commodo (Nota 45).

Dopo Leonardo Leon Battista Alberti descrive un tipo di odometro (Nota 46) che fu poi detto di Ramsden; nel 1528 Fernel intraprende con un odometro la misurazione di un grado, ed altri odometri vengono costruiti nel 1598 da Paolo Pfizing di Norimberga, da A. F. Zürn nel 1726, da G. Hohfeld nel 1765, da Edgeworth nel 1767 e da Catel nel 1783 (Nota 47).

Documenti sull'applicazione dell'odometro alle vetture troviamo invece numerosi in Italia. Dopo Leonardo, ce ne danno descrizioni A. Capra nel 1678, Roverelli e Galli nel 1694, oltre all'inglese Dollond ed al tedesco Treffler (Nota 48).

Più recentemente, nel principio dell'ottocento, il meccanico Andrea Galvani da Pordenone imagina un odografo scrivente mosso da un mo-

vimento di orologeria che all'Esposizione Industriale di Venezia del 1823 è premiato con una medaglia d'oro (Nota 49).

E' verso la metà dell'800 che troviamo i primi tassametri. L'11 dicembre 1848, la tedesca Maria Trener-Pape ottiene una patente di privativa per 25 anni per un odometro di controllo delle pubbliche vetture; ma ben maggiore successo ottenne il professore di musica W. F. Nelder di Berlino col suo *tassanomo* proposto il 22 agosto 1877, e che perfezionato nel suo congegno da F. Denker di Amburgo, nel 1885 divenne il tassametro.

Contro queste due realizzazioni, Lazzaro Weiller morto il 13 agosto 1928, vantava la priorità di avere per primo applicato il tassametro alle automobili.

I CUSCINETTI A RULLI

Le ruote ed i rulli di legno o di metallo erano conosciuti anche dalle più antiche civiltà, e si sa che arieti giganteschi potevano essere manovrati agevolmente verso il 330 a. C. perchè operanti su rulli (Nota 50).

La prima documentazione di un cuscinetto di spinta a sfere è stata trovata, fra gli altri oggetti, su una delle navi romane di Nemi, restituite al sole, com'è noto, circa dieci anni fa. Il ritrovamento di questo cuscinetto a sfere, avvalorata l'ipotesi che già a quell'epoca fossero conosciuti i vantaggi dell'attrito volvente in confronto di quello radente. Si tratta dei relitti di un cuscinetto assiale di dimensioni considerevoli, e cioè di piastre di legno e di sfere di bronzo, queste ultime munite di perni. La piastra di legno inferiore era fissata e mu-

nita di un perno centrale il quale serviva anche per fissare la piastra mobile superiore. Le sfere di bronzo scorrevano negli incavi della piastra superiore alla quale erano fissate per mezzo di piccoli cavalletti di rame che permettevano ad essi di ruotare. Dalla direzione degli assi di rotazione delle sfere si è potuto concludere che esse, in quel cuscinetto assiale, erano 8 (Nota 51).

Documentazioni relative al periodo che va dal tempo di Roma al Rinascimento mancano totalmente. Dobbiamo giungere al 1556 per trovare nel libro di Agricola la descrizione di un dispositivo, invero molto primitivo, e ben lontano dalla perfezione raggiunta da Leonardo, atto a ridurre l'attrito (Nota 52).

E pochi anni dopo, l'italiano Ramelli in un libro documenta in molte incisioni in rame ove sono rappresentati diversi meccanismi (una pompa, un pozzo, un mulino a vento ed un verricello) un largo impiego di cuscinetti a rulli (Nota 53).

Nel 1710 De Mondrand, dell'Accademia delle Scienze di Parigi rende noto un suo progetto nel quale si vede la prima idea della rotaia, giacchè una carrozza da lui proposta doveva essere sostenuta da ruote scorrenti su rotaie.

Nel 1716 l'orologiaio inglese Sully costruisce un orologio di marina per la designazione della posizione geografica in cui l'asse del bilanciere gira su rulli, e nel 1734-36 gli olandesi Von Natrus, Polly e Van Vuuren pubblicano un'opera sulla costruzione dei mulini, ove descrivono ed illustrano come devono essere adoperati i cuscinetti a rulli.

Finalmente il 12 agosto 1794 all'inglese Ph. Vaughan viene concessa una patente (N. 2006/94) di assi per ruote di vagoni pesanti e

leggeri, ove si trovano dei veri e propri cuscinetti a sfere quali si possono intendere oggi.

In merito agli apporti degli italiani al problema dei cuscinetti, un'esauriente documentazione offre nella sua opera il Canestrini (Nota 53 bis).

La constatazione dell'attrito non era sfuggita nè ai costruttori, nè ai meccanici di ogni tempo.

Per ragioni ovvie non ci è possibile riportare per intero od anche in sintesi tutto il complesso materiale vinciano — il quale del resto è già stato esaurientemente studiato a fondo ed illustrato da quel noto leonardista che è il Prof. Marcolongo — ma diremo solo che Leonardo è stato il primo a considerare l'attrito in modo razionale ed a fare esperienze in proposito (Nota 54).

All'oscuro dell'opera leonardesca, gli storici attribuirono a Guglielmo Amontons i primi studi sperimentali sulle leggi dell'attrito, compiuti verso il 1699 (Nota 55).

A quello dell'Amontons, seguirono i lavori del Bulfinger, di Pietro van Musschenbroeck, Camus, Desaguliers, Bossut, Nollet, Ximenes, Edgeworth, De la Hire, Parent, Leibniz e di Charles-Augustin Coulomb, il quale ultimo eseguì esperienze classiche, che se furono condotte con maggiore accuratezza di quelle di Leonardo, seguirono tuttavia i metodi da questi escogitati (Nota 56).

Il motore animale o meccanico, che aziona un veicolo qualunque, deve vincere parecchie qualità di resistenze che tendono ad opporsi alla marcia. Fu Morin, che ancora prima dell'apparizione delle automobili, studiò con maggiore serietà questo problema. Qualche studio aveva fatto anche Dupuit, ma un

anno dopo, nel 1838, il Morin, continuando gli studi di Coulomb, giunse a risultati di attendibilità indiscutibile, che trovarono una piena conferma, quando, nel 1840, dopo avere costruito il suo dinamometro scrivente, potè controllare, registrandoli, tutti i coefficienti delle resistenze. Dopo Morin, altri contributi più completi e più moderni, perchè suffragati da maggiori possibilità di esperienza, furono apportati da Resal, nel 1873 da Debauve, ed indi da Tresca e da Clarke.

Dopo l'apparizione del pneumatico, nel 1896 e 97 A. Michelin, con un break da passeggio a quattro ruote, effettuò tutta una serie di e-

sperienze che avevano lo scopo di accertare l'influenza del pneumatico nel quadro delle resistenze generali e di stabilire i coefficienti di trazione. Questa prima, ed una seconda serie di esperienze, confermarono in pieno i risultati ottenuti da Morin (Nota 57).

LE CATENE

Anche le catene di trasmissione di moto e di forza disegnate da Leonardo, dovettero essere riinventate; ed oggi sono comunemente considerate come invenzioni di Vaucanson e di Galle (Nota 58).

NOTE

NOTA 1.

« *Dà opra forte ad la geometria, impa-
cientissimo al pennello* ». « *Insomma li
suoi esperimenti matematici l'hanno di-
stratto tanto dal dipingere che non può
patire pennello* ». Dalle lettere di Fra
Pietro da Nuvolara a Isabella d'Este.
Ved. : *Arch. Stor. Arte*, Anno I, pag. 46,
Roma, 1888.

« *Quando doveva attendere alla pit-
tura, nella quale un nuovo Apelle ri-
uscito sarebbe, tutto si diede alla Geo-
metria, alla Architettura e Notomia...* ».
Fra SABBA DA CASTIGLIONE: *Ri-
cordi - Venezia*, 1551 - Ricordo CIX.

« *Un altro dei primi pittori del mondo
sprezza quell'arte dov'è rarissimo, èssi
posto a imparar filosofia, nella quale ha
così strani concetti e nuove chimere
che esso con tutta la sua pittura non sa-
pria dipingerle* ». « *Peccato! Di quanti
capolavori di quell'arte nella quale « è
rarissimo » non ci ha privati il grande
pittore per quella sua mania di filoso-
fare* ». CASTIGLIONE BALDESAR -
Il libro del Cortegiano, Venezia 1528 -
II, XXXIX. Vedere anche : CIAN : *Bal-
dassare Castiglione e Leonardo* nel vo-
lume : *Per il IV Centenario della morte
di Leonardo da Vinci - Bergamo - Istit-
tuto Arti Grafiche*, 1919, pag. 97.

NOTA 2.

SALOMONE REINACH in *Apollo*,
vers. ital. - Bergamo, 1906, pag. 182.
Ved. : CIAN : *Baldassare Castiglione e
Leonardo*, già citato.

NOTA 3.

Ing. A. RADDI : *Leonardo da Vinci
ingegnere*. In « *Il Politecnico* », Volume
LXVII (1919)-XI, pag. 193.

NOTA 4.

Nob. GEROLAMO CALVI : *Osserva-
zione, invenzione, esperienza in Leo-
nardo da Vinci*. In « *Per il IV Cente-
nario...* », già citato.

NOTA 5.

Nob. G. CALVI : *Abbozzo di capitolo
introduttivo ad una storia della vita e
delle opere di Leonardo da Vinci*, in
« *Raccolta Vinciana* », Fasc. XIII - Mi-
lano, 1926-29.

NOTA 6.

Vedere nell'opera E. VERGA : *Bi-
bliografia Vinciana* (1493-1930), Vol. 2 -
Nicola Zanichelli, 1931-IX, le numerose
opere e gli studi di Beck, Feldhaus, Hal-
lam, Hart Ivor, Marcolongo, ecc. ecc

In Italia il chiarissimo Prof. Roberto
Marcolongo si è particolarmente occu-
pato di Leonardo scienziato e sta com-
pletando i suoi studi vinciani coll'esame
storico-critico delle moltissime invenzioni
e scoperte di Leonardo già da parecchi
anni iniziato. Vedere il volume : RO-
BERTO MARCOLONGO : *Memorie
sulla geometria e la meccanica di Leo-
nardo da Vinci - Napoli, S.I.E.M., Stab.
Industr. Edit. Meridion. - S. Giovanni
Maggiore Pignatelli n. 2 - 1937, ediz.
f. c. che include i seguenti studi :*

ARTE E SCIENZA DI LEONARDO DA VINCI

(Estratto da *Rivista di Fisica, Matematica e Scienze Naturali* - Ser. II, anno IX, 225-233, 1935).

LE RICERCHE GEOMETRICO-MECCANICHE DI LEONARDO DA VINCI - *Memorie Società Italiana detta dei XL* (3), v. 23, pp. 49-100 (1929), Roma.

LA MECCANICA DI LEONARDO DA VINCI - *Atti R. Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli* (2), 19, 1932.

IL TRATTATO DI LEONARDO DA VINCI SULLE TRASFORMAZIONI DEI SOLIDI - *Atti della R. Accademia di Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli* - Vol. XX, Serie 2, n. 9.

Vedere anche: Prof. R. MARCOLONGO: *Leonardo lo sapeva...* in « *Sapere* », Anno IV, Vol. VII, n. 73 del 15 gennaio 1938-XVI.

NOTA 7.

Prof. R. MARCOLONGO: *Arte e Scienza di Leonardo da Vinci*. In *Rivista di Fisica, Matematica e Scienze Naturali*, Sez. II, anno IX, 225-235 e 281-298, 1935 e *Memorie sulla geometria e la meccanica di Leonardo da Vinci*, Vol. in 8° gr. - Napoli, S.I.E.M., 1936.

NOTA 8.

Cfr. Manoscritto H, folio 67 r (Ravaisson VI). Vedere anche: ERMINIO TROILO - *Filosofia, vita e modernità*, Fratelli Bocca, Torino, 1906.

NOTA 9.

FRANCESCO ORESTANO - *Leonardo da Vinci* - Edizioni « Optima », Roma, 1919.

NOTA 9 bis.

GIOVANNI CANESTRINI - *L'automobile - Il contributo italiano all'avvento ed alla evoluzione dell'autoveicolo* - R.A.C.I., Roma, 1938, Cfr. il capitolo: *Leonardo da Vinci e i problemi della locomozione*, pagg. 261-63-71-77-78 e pagg. 287 e segg. e 335 e segg.

NOTA 10.

Vedere: *Relazioni sui concorsi a premi* (per il 1905) pubblicate il 4 ed il 25 aprile 1907 (Concorso al Premio Tomasoni) in « *Rendiconti* » del R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett., Serie II, Vol. XL, 1907.

Purtroppo questo materiale è ancora inedito ed il pubblicarlo ora richiederebbe un non facile lavoro di aggiornamento. Tuttavia il Nob. Dott. Ignazio Calvi, che dal compianto suo padre ha ereditato la passione per gli studi vinciani, non dispera di poter un giorno dare alle stampe i poderosi lavori ancora inediti compilati da quel grande leonardista che fu Gerolamo Calvi.

Il Nob. Gerolamo Calvi riprodusse poi il folio 296 V. a. del Codice Atlantico nel suo libro: *Vita di Leonardo* - Brescia - Morcelliana, MCMXXXVI.

NOTA 11.

Vedere: GUIDO SEMENZA: *L'automobile di Leonardo*, in « *Archivio di Storia della Scienza* » (Archeion) Vol. IX (1928) N. 1.

Questo articolo, che venne anche ristampato in « estratto » a tiratura ridotta, è stato riportato integralmente nell'opera del Canestrini citata alla Nota 9 bis.

NOTA 12.

Il meccanismo applicato dall'Hautzch ai suoi carri doveva essere quello dell'orologio, che, molto probabilmente, si doveva rimontare di volta in volta. Sembra che l'Hautzch, si servisse sovente della vettura per le sue corse nelle vie di Norimberga ed anche su strade accidentate. Questa vettura, che raggiungeva una velocità di due miglia all'ora, era notissima in tutte le contrade circostanti e le « relazioni » dell'epoca su Norimberga ne parlano come di una meraviglia. Essa venne poi venduta per 500 rixdalers al principe Carlo Gustavo di Svezia. (Cfr. GRAND-CARTERET - *La voiture de demain* - Paris, Charpentier, 1898, a pag. 24 e CANESTRINI, op. cit.).

NOTA 13.

Notizia affermata dall'*Almanacco Reale* dell'epoca. Sulla carrozza tuttavia non viene fornito alcun dettaglio. (Cfr. GÉRARD LAVERGNE - *Manuel théorique et pratique de l'automobile sur route*. Vapeur - Petrole - Electricité. Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger, 1900 a pag. 1).

NOTA 13 bis.

Cfr. A. UCCELLI - *L'automobile a molla e Leonardo da Vinci*, in « *La Lettera* », Anno XXXVI N. 3 del marzo 1936-XIV, studio ripubblicato poi a Parigi dalla rivista « *Lu* » col titolo *L'automobile à ressort de L. d. V.* e con grande disinvoltura dalla « *Revue Scientifique* » nell'aprile 1937 da certo Jean Teck e con lo stesso titolo.

NOTA 13 ter.

Cfr. CANESTRINI, op. cit.

NOTA 14.

Catalogue of the drawings of Leonardo da Vinci in the collection of His Majesty The King at Windsor Castle by KENNETH CLARK - Cambridge of the University Press. 1935 (al N. 12.701 del Plates Text).

NOTA 15.

Vedere: R. MARCOLONGO. — *La meccanica di Leonardo da Vinci* (pagg. 105-110) e *Memorie sulla geometria e la meccanica di Leonardo da Vinci* (pagine 245-250) già citate. Cfr. Nota 1.

NOTA 16.

Fra la cospicua bibliografia vinciana di FRANZ FELDHAUS, ved.: *Leonardo, Der Techniker und Erfinder*. Vol. in 8° di 166 pagine con 9 tavole e 131 disegni nel testo. Jena. Diederichs. Edizioni del 1913 e 1922.

Per il THEODOR BECK vedere: *Leonardo da Vinci* (1452-1519) vierte Abhandlung: *Codice Atlantico*. Estratto da « *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* », Berlino, 1906. In 4° di pagg. 29 con 202 disegni.

NOTA 16 bis.

G. CALVI - *Codice Leicester* - Cfr. Prefazione, Nota 8 a pag. XIV, che contrasta con quanto inteso dal RAVAISON-MOLLIEN (*Codice F*, folio 48 v) ed affermato dal BARATTA (*Leonardo da Vinci ed i problemi della terra* a pag. 42).

NOTA 16 ter.

Cfr. S. RANIERI - *Alcune fonti della letteratura tecnica marinaresca*. Pubblicazione della Lega Navale Italiana. Op. in 16° di pagg. 40 con 13 fig. Spezia, 1900.

NOTA 17.

Cfr. CARUSI e FAVARO - *Del moto e misura dell'acqua* - Zanichelli, Bologna, 1923 a pag. 373 e segg.

In fatto di idraulica il Venturi ebbe a scrivere che il Vinci, non solo aveva notato tutto ciò che il Castelli ha detto un secolo dopo di lui sul movimento delle acque, ma che il primo gli pareva molto superiore al secondo, che tuttavia l'Italia ha sempre guardato come il fondatore dell'idraulica.

Vedere: R. GIACOMELLI: *Gli scritti di Leonardo da Vinci sul volo*. Con prefazione del Ten. Gen. G. A. R. I. Cristoforo Ferrari, Direttore Superiore degli Studi e delle Esperienze al Ministero dell'Aeronautica. Vol. in 8° di pagine 368 con 516 figure nel testo. Roma. Dott. G. Bardi, Editore, 1936-XIV.

NOTA 18.

Per la compilazione di questa monografia ci siamo serviti del *Codice Atlantico* e del *Manoscritto F*.

Nell'edizione dell'Hoepli: *Il Codice Atlantico di Leonardo da Vinci nella Biblioteca Ambrosiana di Milano. Riprodotto e pubblicato dalla Accademia dei Lincei sotto gli auspici e col sussidio del Re e del Governo. Trascrizione diplomatica e critica di Giovanni Piumati*, edito dal MDCCCCLXXXIV al MCMIV, che consta di 6 volumi di testo e 6 volumi di tavole, i disegni ed i passi di Leonardo da noi citati sono collocati come segue:

CODICE ATLANT.	EDIZIONE HOEPLI		NOTE
	TESTO	TAVOLE	
1 R a	Vol. I pag. 6	I	Misuratori di strade
4 V a	Vol. I pag. 74	XI	Carro con differenziale
40 R a		CXVIII	Martinetto doppio
288 R b		DCCCCLVIII	Sospensione cardanica
296 V a		DCCCCLXXXVI	Carro motore con differenziale
312 V a		MXXXXIV	Carro con tachimetro
316 R b	Vol. VI pag. 1089	MLVIII	Sospensione cardanica
341 R c		MCXXXXV	Snodo meccanico
357 R a		MCCVII	Catene
359 R c	Vol. VI pag. 1198	MCCXVII	Martinetto semplice
376 R c	Vol. VI pag. 1270	MCCLXXXVII	Cuscinetti a rotelle

Per il *Manoscritto F*, vedere :

Les Manuscrits de Léonard de Vinci publiés en facsimilés phototypiques avec transcriptions littérales traductions françaises, avant-propos et tables méthodiques par M. Charles Ravaisson - Mollin - Paris, Maison Quantin.

I Manoscritti F e G sono stati pubblicati nel 1889 e nel 1890.

NOTA 19.

Le vicende dei manoscritti di Leonardo hanno una bibliografia particolarmente ricca. Rimandiamo i lettori della presente monografia alla parte: *Fonti e scritti* dovuta ad ENRICO CARUSI della « voce » *Leonardo da Vinci* dell'« Enciclopedia Italiana Treccani » (la voce Leonardo da Vinci è stata pubblicata anche in estratto); ed all'articolo di ROBERTO MARCOLONGO: *La sorte dei manoscritti di Leonardo*, in « Sapere », N. 54 del 31 marzo 1937.

Entrambe le pubblicazioni sono meticolosamente accurate e danno nel breve spazio di poche pagine un quadro storico-cronologico completo delle vicende dei manoscritti vinciani.

Per altre maggiori e più esaurienti fonti, vedere nella *Bibliografia vinciana* dei VERGA, già citata.

NOTA 20.

L. BAUDRY DE SAUNIER. — *L'automobile - Théorique e pratique*. Bibliothèque Omnia, L. Baudry de Saunier,

éditeur, Paris. Cfr. Tome 2: le chassis (6^e mille) pag. 197.

PASSEMANT CLAUDE-SIMON. Nato a Parigi nel 1702, morto nel 1769. Si occupò di scienze ed astronomia, ma è soprattutto conosciuto per i perfezionamenti apportati alla costruzione di apparecchi di ottica, telescopi, specchi, ecc. Nel 1749 presentò a Luigi XV una pendola astronomica sormontata da una sfera semovente. Questo capolavoro gli valse un posto al Louvre. Vedere fra le sue opere: *Description et usage des télescopes, microscopes, ouvrages et inventions de Passemant* (1763).

NOTA 21.

CHARLES DALLERY, meccanico di Amiens (1754-1845), aveva già costruito (secondo quanto ne scrisse suo genero, certo Chopin, nell'opera *Origine de l'elice... et de la chaudière tubulaire*, stampata nel 1855) verso il 1780 una macchina a vapore a forma di locomotiva. Cfr. « *La locomotion mécanique* » di Charles Dolfus nell'opera « *Histoire de la locomotion terrestre - La voiture, le cycle, l'automobile*. - Edizione de « L'Illustration », Parigi, 1936. (A pagina 224).

NOTA 22.

Il veicolo a vapore di BURSTALL ed HILL venne costruito e provato a Edimburgo nel 1826, poi a Londra nel 1827 con esito insoddisfacente data la debole

potenza fornita dalla caldaia, che, poi, scoppiò distruggendo la gloriosa fatica dei due pionieri.

NOTA 23.

Cfr. *Histoire de la locomotion...*, a pag. 238 e l'opera del LAVERGNE a pag. 6; già citate.

NOTA 24.

Cfr. la seguente pubblicazione ufficiale: *Description des Machines et procédés spécifiés dans le brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation*, 29-30 - Tome II.

NOTA 25.

Cfr. BAUDRY DE SAUNIER. - *L'automobile*, già citato, a pag. 197.

PECQUEUR ONÉSIPHORE. Nato in un villaggio del Pas-du-Calais l'anno 1792, morto a Parigi nel 1852. Figlio di contadini, appassionato per la meccanica. Entrato ventenne in una orologeria di Parigi, fece alcune invenzioni che gli ottennero di essere chiamato capo officina al Conservatoire d'Arts et Métiers. Tra le sue numerose e geniali invenzioni sono da ricordare, oltre il differenziale: la macchina a vapore a rotazione diretta, alcuni sistemi di lubrificazione, la ferrovia atmosferica e l'ergometro.

NOTA 26.

Cfr. L'opera del Lavergne, già citata, a pag. 11.

NOTA 27.

Cfr. *Description des machines...*, già citata, 55-56, Tome II.

NOTA 28.

Cfr. H. O. DUNCAN. - *The World on Wheels*. Vol. I, pag. 143.

Per l'esattezza della data del 1838 si renderebbe necessaria una verifica all'ufficio inglese dei brevetti.

NOTA 29.

Vedere le seguenti opere:

WILLIS. — *Principles of mechanisms* - London, 1841.

ZEROLO. — *Manuel pratique d'auto mobilisme* - Garnier, Parigi, 1906.

Prof. R. MARCOLONGO. — *Mecanica razionale* - Manuale Hoepli, 3^a Edizione. Hoepli, Milano, 1922. (Cfr. Vol. I, Cinematica - Statica, a pag. 50 in nota).

NOTA 30.

Bollée Ernest-Sylvain, nato a Clefmont (Alta Marna) nel 1814, fondò a Mans, nel 1842, una fonderia di campane alla quale aggiunse altre due industrie. Ebbe tre figli, dei quali il primogenito, AMEDEVÉ (nato nel 1844 e morto nel 1917) conosciuto in seguito col nome di Amédée Bollée père, pure collaborando a tutti i lavori meccanici della Casa, ed alla fusione di campane, si dedicò alla locomozione meccanica e nel 1872, a 28 anni quindi, intraprese la costruzione della sua prima vettura a vapore.

Il Bollée costruì anche parecchie altre vetture a vapore, ma qui è importante citare, fra le altre, le seguenti realizzazioni dovute alla sua genialità di inventore-costruttore:

1873 - sterzo speciale esatto (Obeissante).

1876 - quattro ruote motrici e direttrici; quattro ruote a sospensione indipendente; ruote motrici e direttrici comandate da alberi e cardani trasversali.

1878 - due ruote anteriori a sospensione indipendente e doppio comando di direzione; disposizione classica dei principali organi e della trasmissione.

1881 - prima guida interna.

Fonti esaurienti ed attendibili, oltre ai brevetti citati, sono gli articoli: A. CAPUTO - *A la recherche des antériorité* in « Omnia-Revue pratique de l'Automobile » N. 116 S. rie N. 117 del febbraio 1930, e G. DURAND - *Amédée Bollée père et l'automobile* in « L'Ouest Sportif », Anno XII, N. 162 del gennaio 1918, oltre alle note opere di Baudry de Saunier, Bonneville, De Souvestre, Grand-Carteret, ecc. ecc.

NOTA 31.

L'Obeissante era un break a 12 posti del peso di kg. 4000. La caldaia a tubi

Field, situata posteriormente (alimentata da un inserviente appositamente addetto a questo servizio) forniva il vapore a due gruppi di due cilindri a V. Ogni gruppo comandava una ruota posteriore a mezzo di un cambio di velocità a trains baladeurs e di una catena la cui tensione era regolata da un denditore a vite che agiva sull'assale. Il conduttore situato in avanti, aveva sottomanò: il volante di direzione, il robinetto regolatore, il freno, le leve dei cambi di velocità, e la leva di marcia indietro. Dei pedali potevano chiudere il vapore del motore di destra o del motore di sinistra. La potenza era di circa 20 HP e la velocità su buona strada era di 30-35 km./h.

NOTA 32.

STARLEY JAMES, inventore, nato ad Albourne, morto a Coventry nel 1881

A diciott'anni fuggì da casa a Lewisham, nel Kent, dove visse per qualche tempo lavorando come giardiniere. Era sempre stato un ingegnoso meccanico, inventando piccole novità, riparando orologi e pendole in paese e quando le macchine da cucire entrarono nell'uso comune attraendo la sua attenzione e destando il suo genio inventivo, da Lewisham andò a Londra dove divenne meccanico presso una fabbrica di macchine da cucire.

Dapprima migliorò le macchine della ditta che lo impiegava, poi ne inventò una nuova con un braccio snodato che permetteva il lavoro circolare oltre a quello diritto. Con un operaio suo collega si trasferì nel 1857 a Coventry e su brevetti propri iniziò la fabbricazione della « European » e di altre macchine da cucire.

Questo fu il principio della Coventry Machinist's Company la pioniera tra tutte le grandi fabbriche di biciclette e tricicli che più tardi dovevano fare di quella città il centro dell'industria inglese del genere.

Nel 1868 egli iniziò, secondo un modello francese, e in un primo tempo per il mercato francese, la fabbricazione di biciclette alle quali aveva apportate parecchie originali innovazioni.

Ben presto numerose ditte si dedicarono esclusivamente alla fabbricazione di biciclette e per una di esse Starley, i cui successi, dal punto di vista finanziario erano sempre a vantaggio altrui, disegnò il triciclo Coventry. E siccome esso offriva maggior resistenza alla propulsione che non la bicicletta, lo Starley applicò il differenziale al « Salvo » che fu uno dei più perfezionati tipi di triciclo.

Nella specificazione del suo brevetto egli si riserva anche l'applicazione del differenziale alle « automobili a vapore e ad altri autoveicoli ». Ma sappiamo d'altronde che fin dal 1836, l'automobilismo era stato stroncato in Inghilterra dal famigerato *Locomotive Act*. Non è dubitabile che Starley conobbe il brevetto del Pecqueur, ma non è da dubitarsi che l'applicazione del differenziale venne da lui fatta al triciclo e non all'automobile perchè il primo era il solo veicolo stradale allora permesso in Inghilterra. Una eventuale realizzazione automobilistica con differenziale dello Starley non avrebbe quindi anticipato che di un solo anno quella effettuata nel 1878 dal Bollée.

Ecco alcune notizie sul brevetto dello Starley :

A. D. 1877, 5 settembre N. 3388.

Lettere patenti a James Starley di Coventry nella Contea di Warwick, meccanico, per l'invenzione di « *Mezzi perfezionati per trasmettere la potenza motrice alle ruote motrici di velocipedi* ». Concesse il 5 marzo 1878 e datate del 5 settembre 1877.

Nella « *descrizione provvisoria* » che forma oggetto della lettera patente si aggiunge fra l'altro :

« Questa invenzione si riferisce al modo di equilibrare la quantità di potenza trasmessa da una sorgente comune ad un paio di ruote motrici sia di velocipedi con motore, sia per altri veicoli automobili. Fino ad oggi è stato trovato difficile (eccetto quando due cilindri a vapore sono usati uno per ciascuna ruota motrice) trasmettere, in uguale quantità, la potenza motrice ad un paio di ruote ».

Omettiamo di riportare l'altra parte

della « descrizione », ma aggiungiamo che il differenziale di Starley è disegnato e descritto in modo veramente completo, e che brevettandolo egli ha inteso avocare a sè la completa paternità dell'idea senza fare alcun cenno di Pecqueur.

Starley spese tutto il suo ingegno e la sua vita per l'industria del ciclo e della macchina da cucire e giustamente per ciò gli inglesi gli elevarono un monumento in Queen's Road a Coventry.

Per dati sulla vita di questo attivo industriale vedere :

SHARP - *Bicycles and tricycles*, Londra, 1896.

BOASE G. C. - *Dictionary National Bibliography*, Londra, 1898.

Encyclopaedia Britannica, 11^a ediz., Voll. 7 e 25.

FORWARD E. A. - *Catalogue of the collections in the Science Museum*, Londra, 1926.

Note on the development of the bicycle in « Nature », 1931, N. 129.

NOTA 33.

Tale disposizione classica degli organi dell'automobile è stata quindi a torto attribuita ad Emilio Levassor.

NOTA 34.

Cfr. POL RAVIGNEAUX - *Les pré-courseurs* in « *La Vie Automobile* », 8^a Annata, N. 330 del 25 gennaio 1908.

NOTA 35.

FILONE. Greco vissuto nella seconda metà del Secolo IV a. C. fu non solo valente architetto, ma anche un teorico della sua arte. (Cfr. Vitruvio, VII praet. 12 e Val. Max, 8, 12, 2).

Cfr. CARRA DE VAUX - *Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques de Phylon de Byzance*, inserito in *Notices et Extraits* - Parigi, 1902-3, art. 56, p. 171.

NOTA 36.

HOOKE ROBERT. - Fisico, matematico e naturalista inglese, nato il 18 luglio 1635 a Freshwaker nell'isola di Wight, morto a Londra il 3 marzo 1703. Fece studi irregolari; ma, avendo fin dalla prima giovinezza rivelato singolari

attitudini meccaniche, fu nel 1662 nominato « curator of experiments » della Royal Society, di cui l'anno dopo fu fatto socio. Nel 1665 ebbe l'insegnamento della geometria nel Gresham College.

Numerosissimi sono gli strumenti sperimentali e i dispositivi meccanici da lui ideati o perfezionati (egli vantava un centinaio di invenzioni), ma l'irrequietezza con cui passava da un problema all'altro, e fors'anche lo scarso possesso di metodi matematici adeguati, gli impedirono di pervenire a risultati precisi e conclusivi.

NOTA 37.

Cfr. JOHN PERRY - *Mécanique appliquée*, Paris, Librairie Scientifique A. Hermann e Fils, 1915, a pag. 273 del Tomo II, in nota.

NOTA 38.

Vedere CARDANO - *De Subtilitate*. Lib. XVII - « *Simili ratione inventum est, ut Caesaris sedes ita disponeretur, ut quoqueque situ constitueretur, ille immobilis ac commodè dum vehitur sedeat. Hoc tractum ex armillarum ratione, cum enim circuli tres chalybei constituerentur, polis, sursum deorsum, ante retro, dextra ac sinistra, mobilibus cum plures non possint esse situs, necesse est ipsum in essendo quomodocunque agatur quiescere perpetuo. Habet hoc aliquid tamen absimile lucernis, à quarum exemplo ducta est ratio. Circumuolutae enim tametsi patulae oleum nequaquam essundunt* ».

NOTA 39.

Cfr. B. ROSSLER - *Speculum metallicum*, Dresda, 1700, a pag. 86 e N. VOIGTEL - *Geometria subterranea*, Vol. I, pag. 285.

NOTA 40.

« *Le Macchine* » - Volume nuovo et di molto artificio da fare effetti maravigliosi tanto - *Spirituali quanto di Animale Operatione archito di bellissime figure con le dichiarazioni a ciascuna di essere in lingua volgare e latina del Sig. GIOVANNI BRANCA cittadino romano, Ingegniero e Architetto della S. Casa di*

Loreto. In Roma, Jacomo Marcucci - MDCXXIX.

La figura del carro con lettiga su sospensione cardanica è riprodotta anche dal CANESTRINI, op. cit.

NOTA 41.

Cfr. *Histoire de la locomotion terrestre*, già citata, a pag. 238

NOTA 42.

Vedere Note 30-31 e 32.

L'idea del « treno stradale » è stata ripresa 25 anni più tardi sotto il nome di « train Renard », per cui, quello del Bollée, è quindi di una anteriorità manifesta.

NOTA 43.

Luigi Renault è nato a Parigi il 12 febbraio 1877 ed ha terminato il servizio militare nel 1898.

NOTA 44.

H. RODIER - *Automobiles - Vapeur, Pétrole, Électricité*, 14ª Ed., Parigi 1907.

NOTA 45.

Cfr. VITRUVIO - *De Architettura*, libro X, cap. 9.

ERONE - *Della diottra o traguardo*, c. 34.

G. B. VENTURI - *Commentari sopra la storia e le teorie dell'ottica*, Bologna, Frat. Masi e C., 1814, Vol. I, 134-137 (c. 34 della versione *Del traguardo di Erone*).

Scriptores rei augustae, cap. 8.

NOTA 46.

Cfr. L. B. ALBERTI - *Ludi mathematici*, c. 18.

NOTA 47.

Cfr. FELDHAUS - *Die Technik der Vorzeit*, Leipzig, Berlin, N. Engelmann, 1914. (Col. 1038 e seguenti).

NOTA 48.

Cfr. ALESSANDRO CAPRA - *La nuova architettura familiare*, Bologna, 1678, a pag. 349.

MARCO GALLI - *Miscellaneo Matematico*, Parma, 1694.

GIUSEPPE BOFFITO - *Gli strumenti della scienza e la scienza degli strumenti*, Firenze, Seeber, 1929.

Odometri del bolognese Luigi Rovelli, dell'inglese Dollond e del tedesco Treffler sono conservati a Firenze nel Museo della Scienza.

NOTA 49.

Cfr. *Nuovo Dizionario Tecnologico di arti e mestieri*, alla voce « odografo » e RICCARDI PIETRO - *Cenni sulla storia della geodesia in Italia*. Memorie tre 1879-84 inserite nelle *Memorie Accad. Sc. Istit. Bologna*, 3ª serie, X, 431-528; 4, IV. 441-506 e V, 586-602.

NOTA 50.

Cfr. W. JURGENSMEYER - *Die Wälzlager*, Berlin, Julius Springer, 1937 da pag. 1 a pag. 6; è più specialmente degli opuscoli « *Geschichte der Kugellager* », edito dalla ditta Fichtel e Sachs nel 1914 e « *Vom Werden der Walzlager* ». Edizione S.K.F. del 1933.

NOTA 51.

Cfr. l'articolo « *Ett Kullager fram antiken* » a firma H (apparso sul N. 7 dell'anno 1930 della rivista « *Sfären* » della ditta S.K.F.) illustrato da 3 fotografie ed un disegno.

Per interessamento del Prof. Axel Boëthius dell'Istituto Svedese di Roma, il direttore della filiale S.K.F. di Napoli, sig. Rizzo, ricevette dal Prof. Antonielli del Museo Preistorico, il permesso di illustrare, sulla rivista « *Sfären* », il cuscinetto trovato sulle navi di Nemi. Il Prof. Antonielli ritiene che tale cuscinetto portasse una statua montata per scopi decorativi, la quale era resa girevole per meglio essere messa in mostra. E si crede che anche un buon numero di altre piccole statue, a bordo delle navi di Nemi, fossero montate su piastre girevoli mosse da un arganetto idraulico, cosa divertente ed estetica ad un tempo.

Cfr. G. CANESTRINI - *L'auto-*

bile - Ed. R.A.C.I., Roma, 1938 a pagg. 261-63-78.

Cfr. anche l'opera dello Jürgensmeyer citata.

NOTA 52.

Cfr. AGRICOLA - *De re metallica*, Basel, 1556.

NOTA 53.

Cfr. RAMELLI - *Le diverse macchine*, Paris, 1588.

NOTA 53 bis.

Cfr. CANESTRINI, op. cit.

NOTA 54.

Ved. MARCOLONGO - *La meccanica di Leonardo da Vinci*, già citata.

NOTA 55.

G. AMONTONS - *De la resistance causée dans les machines tant par les frottements des parties qui les composent que par la roideur des cordes qui on y emploie, et la manière de calculer l'une et l'autre*. Histoire de l'Acad. Royale des Sciences; année 1699, a pagg. 206-224.

NOTA 56.

Cfr. G. B. BULFFINGER - *De frictionibus corporum solidorum specimen*. Comm. Acad. Scientiarum Imperialis Petropolitanae, Tom. II (1727).

P. V. MUSSCHENBROCK - *Elementa physicae conscripta in usus academicos*. Lugduni Batavorum, 1^a editio 1729, editio altera 1741.

FR. J. DE CAMUS - *Traité des forces mouvantes pour la pratique des arts et métiers avec une explications de vingt machines nouvelles et utiles*, Parigi, 1722.

J. T. DESAGULIERS - *Cours de physique expérimentale*, traduit par le R. C. Cezenas. Paris, 1751.

J. A. NOLLET - *Leçons de physique expérimentale*, Parigi, 1734 e 1745.

LEON XIMENES - *Teoria e pratica delle resistenze de' solidi ne' loro attriti*, Pisa, Firenze, 1782.

Nel 1797 Edgeworth fece delle esperienze sull'influenza del diametro delle ruote in relazione agli ostacoli da superare giungendo a conclusioni molto interessanti. I suoi studi sono pubblicati sulle « *Transazioni dell'Accademia Reale d'Irlanda* ».

Per i lavori di De la Hire e Parent cfr. *Histoire de l'Acad. Royale des Sciences*. Anni 1699-1704 e 1712.

Il matematico Leibniz nel 1710 fece parecchi studi sugli attriti e prese in esame specialmente il problema dell'attrito dei rulli. Questi studi furono resi noti da Von Leupold nel suo libro « *Machinenbuch* » (1724-27) nel quale sono descritte le lezioni del Leibniz.

C. A. COULOMB - *Théorie des machines simples en ayant égard au frottement de leurs parties et à la roideur des cordes*. Paris, 1821.

NOTA 57.

Per le ulteriori classiche esperienze, condotte dopo il Coulomb da J. Morin e G. Wertheim, cfr.: *Manuale enciclopedico della Ingegneria moderna* nel volume I della Hutte, Milano, Hoepli, 1926.

Cfr. anche RODIER - *Automobiles*, già citata, a pagg. 9-10-11 e 12.

NOTA 58.

DE VAUCANSON JACQUES. Meccanico francese nato a Grenoble il 25 febbraio 1709, morto a Parigi il 21 novembre 1782. Visse a Grenoble fino al 1735 e passò poi a Parigi dove studiò meccanica, musica, anatomia. Nel 1748 fu nominato membro dell'Accademia delle Scienze di Francia e nelle *Memorie* di questa Accademia pubblicò la descrizione dei suoi meccanismi.

GALLE, il medagliere parigino, disegnò questo tipo di catene verso il 1832.

INDICI

INDICE DEGLI AUTORI

AGRICOLA	58-71	JURGENSMAYER W.	70-71
ALBERTI L. B.	57-70	LAVERGNE G.	65-67
AMONTONS G.	58-71	LIBRI	41
ARCONATI L. M.	41		
BANDELLO M.	23	MARCOLONGO Prof. R.	21-58-63- 64-65-66-67-71
BARATTA	65	MORIN	58-59
BAUDRY DE SAUNIER	42-68-67	MUSSCHENBROECK P.V.	58-71
BECK T.	35-63-65	NOLLET J. A.	58-71
BELTRAMI L.	41	ORESTANO S. E. Prof. F.	22-64
BOASE G. C.	69	PECQUEUR O.	44
BOFFITO G.	70	PERRY J.	69
BRANCA G.	37-53-69	PIUMATI G.	41-65
BULFFINGER G. B.	58-71	RADDI Ing. A.	63
CALVI Nob. G.	20-31-32- 36-41-42-63-64-65	RAMELLI	58-71
CALVI Nob. Dott. I.	64	RANIERI S.	65
CANESTRINI Ing. G.	25-33-64-65-70-71	RAVAISSON-MOLLIEN C.	25-41-65-66
CAPRA A.	57-70	RAVIGNEAUX P.	69
CAPUTO A.	67	REINACH S.	63
CARDANO G.	53-69	RESAL	59
CARRA DE VEAUX	69	RICCARDI P.	70
CARUSI E.	65-66	RODIER	70-71
CASTIGLIONE B.	63	ROSSLER B.	69
CELLINI B.	25	SABBA DA CASTIGLIONE	63
CHOPIN	66	SEAILLES	25
CIAN	63	SEMENZA Ing. G.	15-31-32-33-64
CLARK K.	41-65	SHARP	69
CLARKE	59	TECK J.	65
COULOMB C. A.	35-58-59-71	TRESCOT	59
DEBAUVE	59	TROILO E.	64
DE CAMUS J.	58-71	UCCELLI Prof. A.	33-65
DESAGULIERS J. T.	58-71	VALTURIO R.	26
DOLFUS C.	66	VASARI G.	19-25
DUNCAN H. O.	67	VENTURI G. B.	41-70
DURAND A.	67	VERGA Dott. E.	63-86
ERONE	70	VITRUVIO	57-70
FAVARO	65	VOIGTEL	69
FELDHAUS F.	35-63-65-70	WILLIS	46-67
FORWARD E. A.	69	XIMENES L.	58-71
GALLI M.	57-70	ZEROLO	67
GIACOMELLI R.	65		
GOVI G.	35		
GRAND-CARTERET	64		
HALLAM	63		
HART Ivor	63		

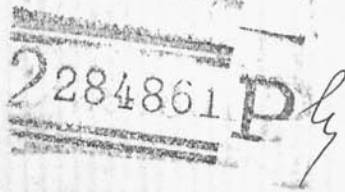
INDICE ANALITICO DELLE MATERIE

Alberti L. B.	21-25-57	trattato dell'anatomia	24
« <i>Almanacco Reale</i> »	65	» della pittura	24-41
Amboise	41	» delle acque	24
Amontons	35	Commodo	57
Anderson	44-56	Concorso Tomasoni	31
Antonietti Prof.	70	Convento delle Grazie	23
Archimede	21	Coulomb	37-71
Archita da Taranto	21	cuscinetti	29-34-57
« <i>Archivio di Storia della Scienza</i> »	64	Daimler	50-51
Arconati M. L.	41	Dalifol	54-55-56
Aristotile Fioravanti	21	Dallery C.	42-44
« <i>Atti</i> » - R. Acc. Sc. Fis. e Mat. - Napoli	64	Debauve	59
Bacone	25-42	De Dion Bouton	56
Balachowski e Caire	53	De Mondrand	58
Besson J.	26	Denker F.	57
Boethius Prof. A.	70	Descartes	25
Bohnenberger	53	Dietz C.	46-47
Bollée Amedée	46-48-51-54-55-67-70	differenziale	29-32-33-34-42
Bollée « <i>La Mancellè</i> »	48-49-50-51	dipinti leonardeschi:	
» « <i>Marie Anne</i> »	56	<i>Adorazione dei Re Magi</i>	24
» « <i>Obeissante</i> »	48-67	<i>Bacco</i>	24
Bollée E. S.	66	<i>Battaglia d'Anghiari</i>	24
bonifica	37	<i>Cenacolo</i>	22-24
Branca G.	37-42-53	<i>Gioconda</i>	24
Brunelleschi	21-25	<i>Leda col cigno</i>	24
Buonarroti M.	25	<i>San'Anna</i>	24
Burstal T.	42-43-48-53-56-66	<i>San Giovanni</i>	24
Capra A.	57	<i>Vergine delle Roccie</i>	24
Cardano G.	29-53	Dollond	57-70
carro automotore	29-30	Donatello	23
Castelli B.	26	Dupuit	58
Catel	57	Edgeworth	57-71
catene	29-34-59	Electromotion	50-52
Cavallo (monum. a Fr. Sforza)	22	elicottero	24
Cellini B.	25	Erone alessandrino	21-57
Clarke	59	Fehr de Videcsson S.	44
Coux	41	Fernel	57
Codici leonardeschi:		Feugère	44
codice <i>Arundel</i>	34-42	Filone da Bilanzio	21-53-69
» <i>Atlantico</i>	30-31-34-35- 36-41-42-65-66	Fontana	21
» <i>Foster</i>	34-42	forma aerodinamica	36
» <i>Leicester</i>	36-41-65	Galileo G.	21-25
» <i>sul volo degli uccelli</i>	41-42	Galle	59-71
» <i>Trivulziano</i>	41	Galvani A.	57
» <i>Vaticano-Barberiniano</i>	41	Giocondo Veronese	26
manoscritto <i>A</i>	37	giunto cardanico	29-34-53
» <i>B</i>	20	Göbe H.	53
» <i>F</i>	36-37-65-66	Gurney	43-44
» <i>G</i>	37-66	Hancock	46-47
» <i>I</i>	35-37	Hancock	46-47
<i>trattato dei pesi</i>	24	Hautzch G.	32-64
		Hill J.	43-44-48-53-56-66
		Hohfeld G.	57

Hooke R.	53-69	Ramelli A.	26
« <i>Illustration</i> »	66	Ramsden	57
Isabella d'Este	63	« <i>Rendiconti</i> » - R. Ist. Lomb. S. e L.	64
Istituto Lomb. Sc. e Lett.	31-64	Renault L.	56-70
Jacopo Mariano da Siena	21	Resal	59
James W. E.	42-43-48-55-56	Reuleaux	56
Jeantaud	56	« <i>Revue Scientiphique</i> »	65
Keplero	25	« <i>Rivista di Fisica, Matem. e Scienze Naturali</i> »	64
Kyesser C.	21	Roberts R.	46
Lavo	51-53	Rosler B.	53
Leibnitz	71	Roverelli e Galli	57-70
« <i>Lettura</i> »	65	sala delle Asse	24
Levassor	50-51-69	Sansovino A.	25
Libri	41	Santa Maria Novella	41
« <i>Lu</i> »	65	« <i>Sapere</i> »	66
Luigi XV	32-66	Séguier	44
Mar Caspio	24	« <i>Sfaren</i> »	70
maree	24	Sforza Francesco	21
martinetti	29-36	Starley J.	48-68-69
Melzi F.	41	Strada J.	26
« <i>Memorie</i> » - Acc. Sc. Ist. - Bologna	70	Sully	58
Michaux	44	tassametri	57
Michelin A.	59	tassonomo	57
Morin J.	58-59-71	Treffler	57-70
« <i>Museo della Scienza</i> » - Firenze	70	Trener - Pape M.	57
Nacquet P.	56	Tresca	59
Natrus (von)	58	Valturio	42
navi di Nemi	70	Van Vuuren	58
Nedler W. F.	57	Vaprio d'Adda	41
odometri	29-35-57	Vasari G.	25
Oldham	56	Vaucanson J.	32-59-71
Pacioli L.	24	Vaugham Ph.	58
paracadute	24	Venturi G. B.	41
Passemant C. S.	42-44-66	Verrocchio	23-25
Pecquer O.	32-44-45-46-48-66-67-68	« <i>Vie Automobile</i> »	69
Peruzzi	25	Vitruvio	21-57
Pfinzing	57	Weiller L.	57
Pier della Francesca	25	Westinghouse	53
Pietro da Nuvolara	63	Willis	46
« <i>Politecnico</i> »	63	Windsor	34-41
Polly	58	Zonca Vittorio	26
pompa centrifuga	29-36	Zurn A. F.	57
« <i>Raccolta Vinciana</i> »	63		

INDICE GENERALE

PREFAZIONI	Pag.	9
Giuseppe Acutis	»	11
Roberto Marcolongo	»	15
I - LA SCIENZA DI LEONARDO	»	17
II - LEONARDO e L'AUTOMOBILE	»	27
Il carrello automotore ed il differenziale	»	30
Il giunto meccanico articolato	»	34
Le catene	»	34
I cuscinetti a rulli	»	34
Gli odometri	»	35
I martinetti	»	36
La pompa centrifuga e la forma aerodinamica	»	36
III - PRIMA E DOPO LEONARDO	»	39
Storia del differenziale	»	42
Lo snodo meccanico	»	53
Gli odometri	»	57
I cuscinetti a rulli	»	57
Le catene	»	59
NOTE	»	61
INDICI	»	73
Indice degli Autori	»	75
Indice analitico delle materie	»	76
Indice generale	»	78



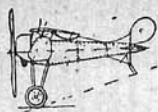
 2284861 P^{ly}

*Questa seconda edizione ampliata, riveduta e corretta
di « Leonardo e l'automobile » — tratta da quella ori-
ginale edita in tiratura ridotta in occasione delle nozze
Venzo - Giunone — è stata finita di stampare il 12
giugno XVII E. F. con i tipi di*

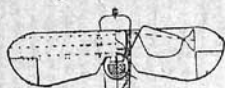
ENRICO ZERBONI di Milano - Via Poerio, 13

Zinchi dell'Industria Italiana del Cliché - Via Vignola, 15 - Milano

1919



Brevetto 179490: Monoplano a semibalzo con montanti-portanti e freni aerodinamici.



1924: L'aeroplano Magni « Vittoria », 45 CV. 160 Km/ora.



1927: Gli aeroplani Bellanca dei voli transatlantici.



1934: Oltre 20 tipi di aeromobili da caccia, allenamento, acrobazia e ricognizione sono costruiti in tutto il mondo secondo la formula Magni del 1919.

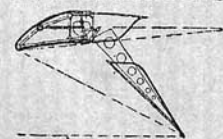
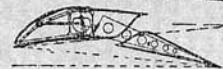
1922



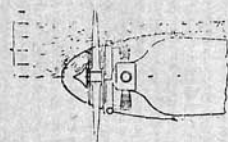
Brevetto 209060: Ala a curvatura e profilo variabile con freno aerodinamico ad alettone con fessura.



1939: I migliori aeroplani veloci di tutto il mondo posseggono freni aerodinamici ad alettoni di fessura (flaps).



1926



Brevetto 504539: Capottatura aerodinamica per motori fissi raffreddati ad aria.

1924-25: Esperienze e realizzazione sull'aeroplano Magni « Vittoria ».

1928: Esperienze ed applicazioni Naca.

1939: Tutti gli aeroplani del mondo con motore raffreddato ad aria hanno capottature aerodinamiche Magni o derivate dalla Magni.

Le innovazioni **1939** riassumono e concludono venti anni di studi e di esperienze:

Comandi paralleli di sbandamento e curvatura a trasmissione funicolare ed a trasmissione rigida :: Monoplano ad aletta di pilotaggio :: Velivolo senza interferenze d'incrocio :: Comando istintivo concentrato per aeromobili :: Alettoni ed alette-freno ad aspirazione dello strato-limite :: Radiatori per capottature aerodinamiche :: Sistema di superraffreddamento per motori.

PIERO MAGNI - AVIAZIONE

Studio: MILANO - Via Comelico 8, telef. 51687

Officina e Aeroporto: MILANO-TALIEDO - Via Bonfadini 79, telef. 54311 - 54318