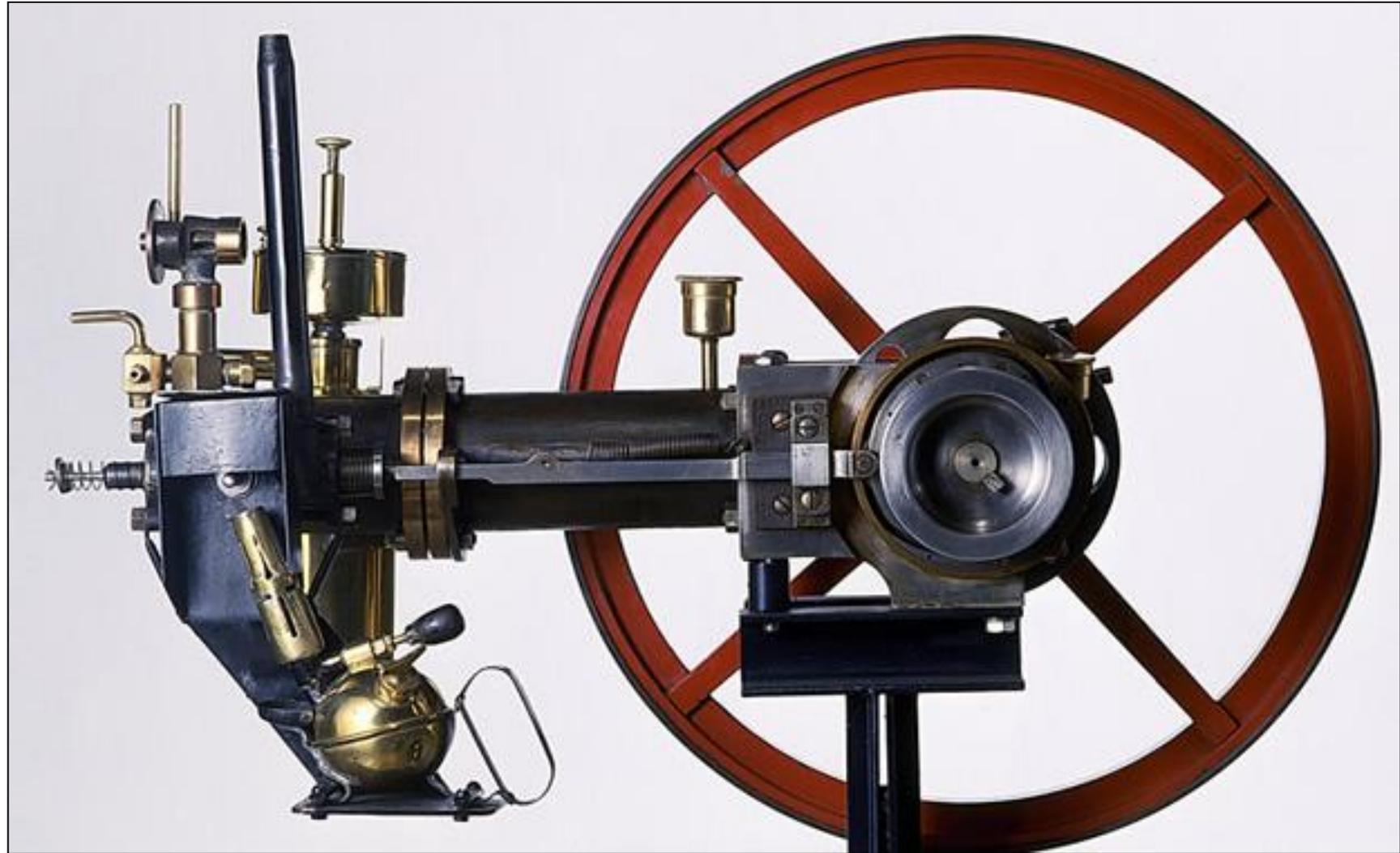


**La nascita della *candela d'accensione***  
ed il conseguente sviluppo dei ***sistemi d'accensione nei motori endotermici***



Articolo del Dott.Ing.Giorgio Benvenuto  
[BENVEN2d@benvenutoluigifrancesco.191.it](mailto:BENVEN2d@benvenutoluigifrancesco.191.it)  
[www.benagri.it](http://www.benagri.it)



Un motore con **accensione a tubo caldo** : dalla testata del cilindro esce un **tubo , chiuso all'estremità** , in genere di maiolica , internamente rivestito di platino , che è mantenuto incandescente da una sorgente di calore esterna. In fase di compressione , non appena si raggiungono pressioni adeguate ed il pistone ha raggiunto il punto morto superiore , il **tubo caldo determina l'esplosione della miscela combustibile** (vedi figura 1 , successiva).

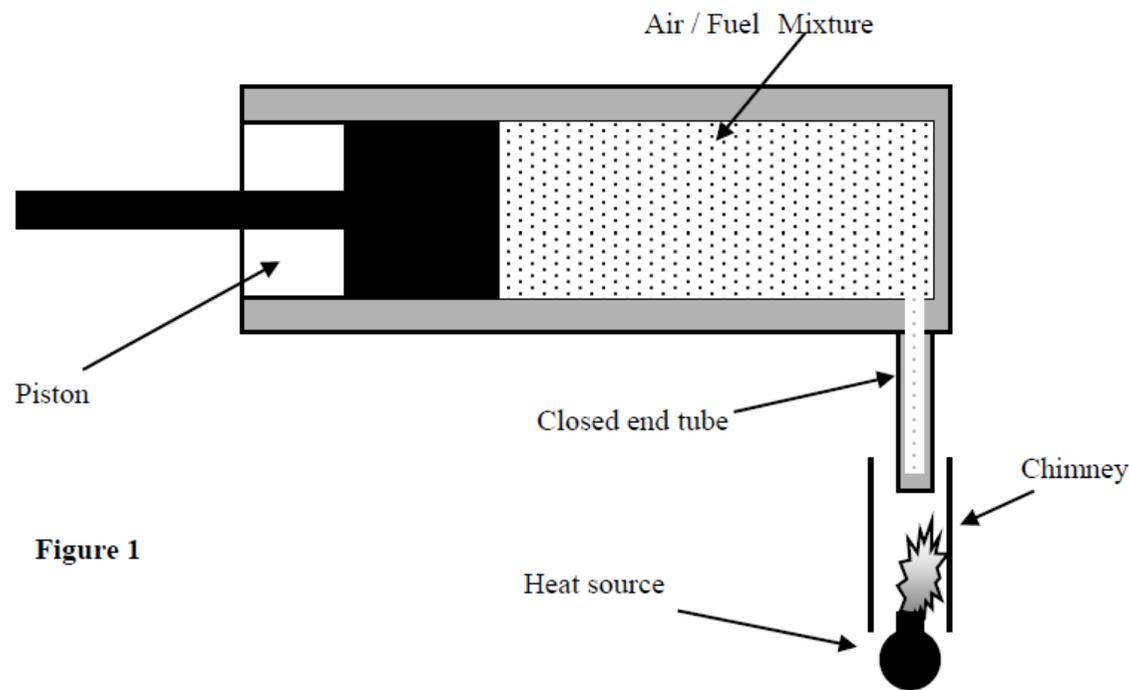
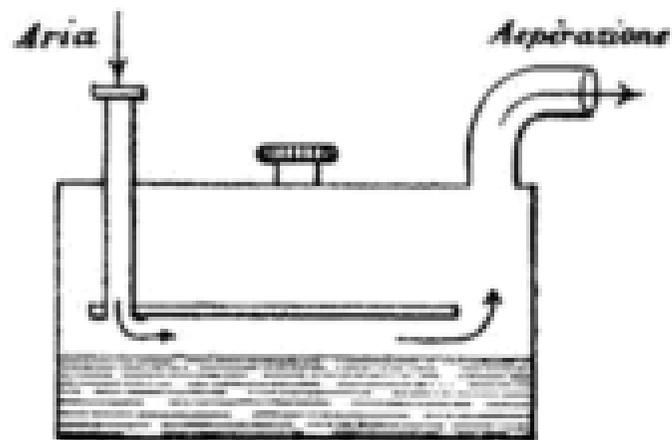


Figure 1

Questo sistema è stato *successivamente abbandonato* per l'impossibilità di controllare con precisione il **punto di scoppio , se appena prima od appena dopo il punto morto superiore del pistone.**

Era altresì poco pratico avere la fonte di calore esterna se si trattava di un motore per uso automobilistico.



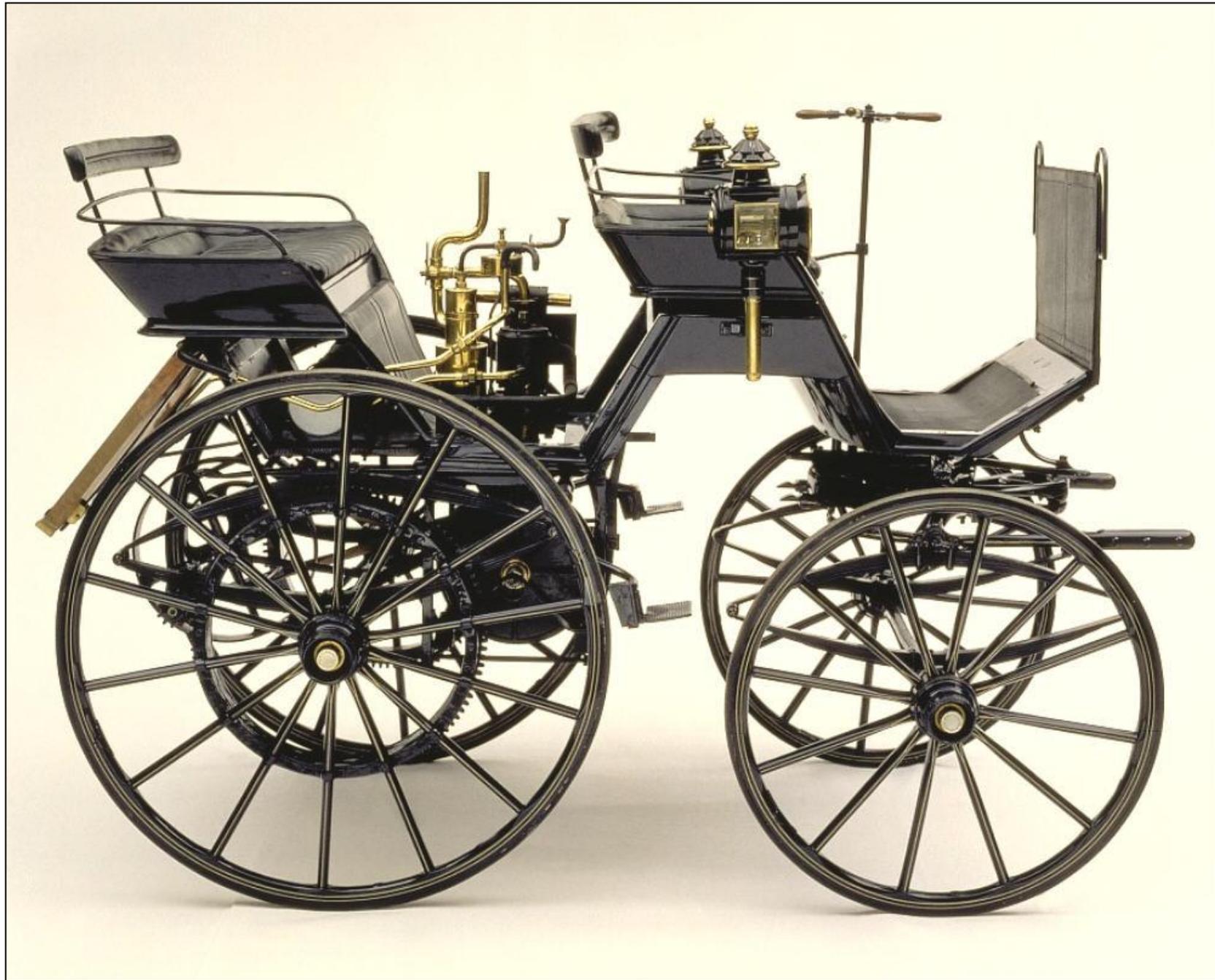
Una auto che aveva questo tipo d'accensione era la **Daimler Motorkutsche** , prodotta nel 1886.

Questa auto , mostrata nella successiva pagina , aveva anche un **primordiale carburatore a lambimento** , vedi figura a fianco.

Traffasi di un recipiente a **forma cilindrica** con un tubo collegato coll'atmosfera , un secondo tubo , di aspirazione e quindi collegato col cilindro del motore , un tappo per introdurre il combustibile , che deve essere , il più possibile , volatile.

Una **lamina metallica** è posta longitudinalmente al cilindro , ed è collegata come in figura. Nella fase d'aspirazione il motore risucchia aria dal carburatore , aria che , lambendo il combustibile , lo fa volatilizzare : viene così aspirata la miscela **aria - benzina**.

E' impossibile la regolazione della % della miscela , come nei carburatori successivi.



In pratica, la *Motorkutsche* (che in tedesco significa carrozza a motore) consiste in una carrozza a quattro posti equipaggiata da un motore a scoppio. La carrozza è stata costruita dal tedesco Wilhelm Wimpff (che quindi potrebbe essere considerato come il primo carroziere automobilistico della storia) utilizzando una struttura in legno con rinforzi in acciaio. La Daimler la ordinò l'8 marzo del 1886, pagandola 795 marchi. La carrozza venne consegnata alla Daimler nel mese di agosto.

Quanto al motore, era progettato direttamente da Daimler con la collaborazione di Wilhelm Maybach, che supervisionava anche l'assemblaggio del motore presso la vicina officina di Esslingen. Tale motore era un monocilindrico verticale con misure di alesaggio e corsa pari a 70x120 mm, per una cilindrata di 462 cc. Tale motore era sistemato posteriormente, poco prima dell'asse posteriore, ed erogava inizialmente una potenza massima di 1.1 CV a 650 giri/min. La distribuzione era di tipo misto, cioè possedeva una valvola di aspirazione in testa e una di scarico laterale.

L'alimentazione si avvaleva invece di un carburatore a lambimento. L'accensione era ottenuta tramite un tubo incandescente che attraversava la camera di scoppio e veniva mantenuto sempre in temperatura da un bruciatore esterno.

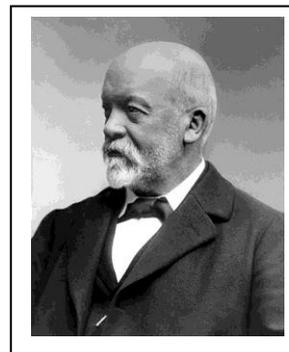
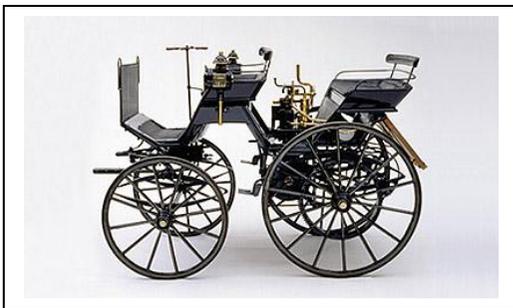
La trasmissione avveniva tramite un contralbero che dal motore trasmetteva il moto a due corone dentate fissate alle ruote. La macchina aveva solo due marce in avanti, selezionate tramite il tensionamento di due cinghie su di una puleggia o sull'altra, sistema che fungeva anche da frizione. Il freno era a pattini che agivano direttamente sulle ruote posteriori.

La prima uscita su strada avvenne nel marzo del 1887. Il raffreddamento, inizialmente ad aria, divenne in seguito raffreddato ad acqua, con un abbondante radiatore posteriore, ma di tipo aperto, d'altronde non esistevano ancora carenature di alcun tipo, per cui la meccanica, motore compreso, era esposta e visibile. Ciononostante, all'inizio la vettura soffriva di problemi derivanti dallo scarso raffreddamento del motore, con un consumo di acqua valutabile in 150 litri per 100 km. Perciò, la *Motorkutsche* passò nuovamente sotto i ferri della fabbrica e l'anno successivo il problema fu risolto, ma non solo: la vettura era leggermente più potente ed arrivava ad erogare 1.5 CV.

Dal punto di vista telaistico, la *Motorkutsche* montava già delle rudimentali sospensioni con molle a balestra sui due assi. Il telaio stesso era in legno con rinforzi in ferro.

La velocità massima raggiungibile dalla *Motorkutsche* era di 16–18 km/h.

Le espressioni degli spettatori durante la prima uscita della *Motorkutsche* erano principalmente di stupore, ma i più scettici e bigotti, parlavano addirittura di una carrozza mossa da forze demoniache!



GOTTLIEB DAIMLER (1834 – 1900)

Sembra strano ma il **platino** , se ridotto in polvere e compresso a formare una **reticella** , ha la proprietà di assorbire l'idrogeno contenuto nella benzina e di **divenire incandescente**.

Enrico Bernardi ha applicato **una accensione a reticello di platino** ad un motore a ciclo OTTO da Lui progettato e prodotto , nel 1894 ed applicato ad una **auto a triciclo**.





Una particolarità del *triciclo Bernardi* :

è necessaria una ***pompetta*** , all'avviamento , per far risucchiare la miscela nel cilindro

Nel 1882 il prof. Enrico Bernardi, inventò un motore a combustione interna che sfruttava come combustibile un derivato del petrolio: la benzina. La "Motrice Pia", dal nome della propria figlia, segna l'anello di congiunzione tra le macchine esotermiche, come la macchine a vapore e le macchine endotermiche, come i motori a "scoppio", dove la combustione è nel cilindro del motore per ottenere la trasformazione del calore in lavoro. La "motrice Pia" era un motore a due tempi, con distribuzione a cassetto e non era prevista la fase di compressione, siccome la corsa in discesa, era composta dalla fase di aspirazione grazie alla depressione che creava il pistone e dalla fase di scoppio; mentre la corsa di risalita, aveva la funzione di espellere i gas combusti. Questo motore, era dotato di un carburatore con raffreddamento della miscela e aveva una cilindrata di 122 cc per una potenza 0.024 cv. Siccome era un motore con un basso rendimento, fu utilizzato per macchine da cucire e piccole macchine operatrici, aiutando l'industria a fare un passo avanti. Più tardi nel 1885, costruì un motore a quattro tempi denominato "Lauro" dal nome di suo figlio. Era composto da un cilindro orizzontale di 625 cc con una potenza di 2.5 hp, con distribuzione a valvole in testa e l'accensione con un accenditore a rete di platino, che diventa incandescente in presenza di idrogeno e quindi all'entrata della miscela. Preferì questa soluzione, siccome le batterie di un tempo avevano un'autonomia bassa e il sistema del rocchetto di fili elettrici aveva una scarsa durata nel tempo. Aveva un sistema di raffreddamento mosso dai gas di scarico, un silenziatore, filtri per aria e benzina, la lubrificazione assicurata a tutti gli organi mobili e un regolatore centrifugo oggi chiamato volano.

## **BERNARDI AUTOVETTURA A TRE RUOTE 1894**

*La vetturina progettata e costruita da Enrico Bernardi nel 1894 è la prima automobile con motore a combustione interna costruita in Italia ed una delle prime nel mondo. Nel 1896 veniva costituita a Padova la Soc. Miari & Giusti, trasformata nel 1899 in Società Italiana Bernardi per la costruzione di vetture leggere. La produzione cessò nel 1901.*

*Motore: posteriore, monocilindrico orizzontale, 85 × 110, cmc.  
624  
Potenza: 4 HP a 800 giri al minuto  
Valvole: in testa  
Cambio: a tre velocità e retromarcia  
Trasmissione: a catena  
Scarico: con silenziatore  
Velocità: circa 40 km/h  
Esemplari prodotti: circa 90 a tre ruote e circa 30 a quattro ruote nel periodo dal 1894 al 1901*



*Nell'aprile 1902, nella piazza S. Toscana di Zevio, compare questa vetturina del medico provinciale di Verona con il farmacista Giuseppe Sartorari. Il veicolo è stato probabilmente prodotto tra il 1899 e il 1900*

*dalla Società Italiana Bernardi di Padova, succeduta alla Miari & Giusti.*

**004 - BERNARDI modello 3 1/2 HP****ITALIA 1896**

Il Conte Prof. Enrico Bernardi dopo aver brevettato nel 1883 il motore a scoppio « Pia » e costruito alcuni anni dopo il « Lauro », nel 1894 progettava e realizzava una vetturina a tre ruote: la prima automobile italiana con motore a scoppio (quattro tempi). Due anni dopo si costituiva a Padova la S. A. Miari & Giusti per sviluppare su base industriale i brevetti Bernardi. L'esemplare esposto è del 1896.

Sul suo veicolo l'inventore applicò per primo: 1) cilindro con testa smontabile, valvole in testa comandate; 2) regolatore centrifugo ad asse orizzontale regolabile agente sulla valvola di aspirazione; 3) carburatore a livello costante con galleggiante e polverizzatore elicoidale; 4) filtro per la benzina e per l'aria aspirata; 5) accensione a spugna di platino; 6) lubrificazione automatica; 7) raffreddamento con circolazione d'acqua a mezzo di insufflazione dei gas di scarico e con radiatore a tubetti; 8) applicazione della marmitta di scarico; 9) protezione ermetica delle valvole e degli organi in moto; 10) innesto a frizione con cono di attrito determinante l'avvolgimento a spirale di una fune metallica; 11) sterzo corretto; 12) cuscinetti a sfere sugli alberi del cambio, sulla trasmissione e sulle ruote.

**Motore:** posteriore 1 cil. orizz.

**Diametro e corsa:** mm 85 x 110

**Cilindrata:** cmc 624

**Potenza:** CV 4 a 800 giri/minuto

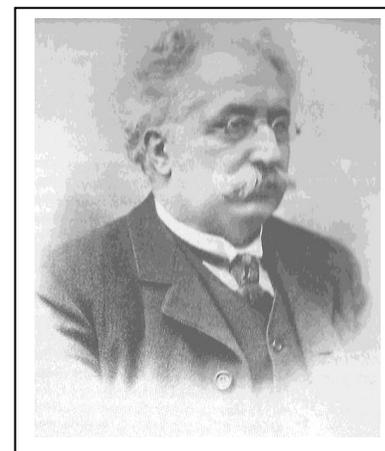
**Accensione:** a spugna di platino

**Frizione:** fune metallica a spirale

**Cambio:** 3 marce

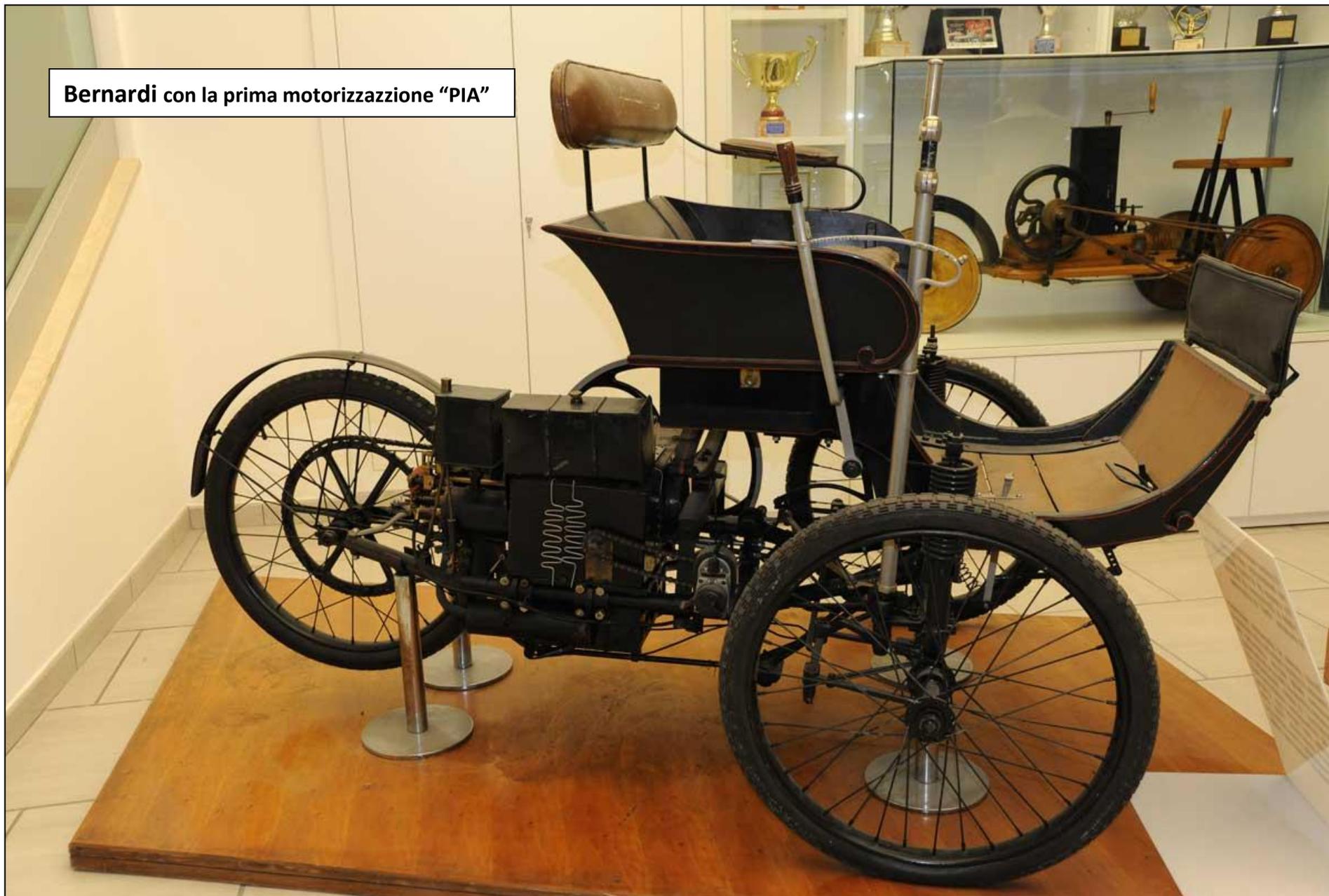
**Trasmissione:** a catena unica

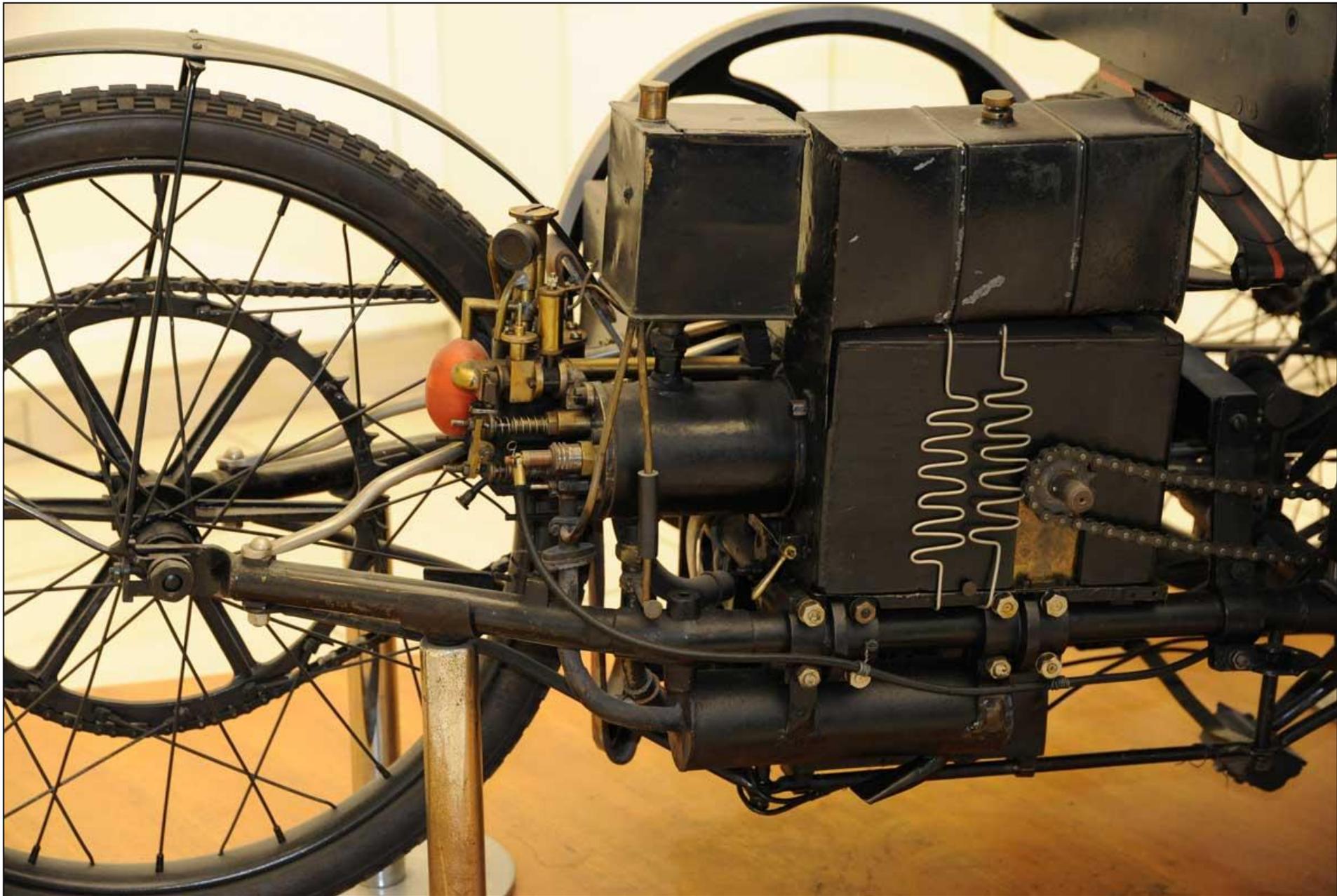
**Peso:** Kg 300 (a vuoto)



ENRICO BERNARDI (1841 - 1919)

**Bernardi con la prima motorizzazione "PIA"**







Enrico Bernardi alla guida di un Suo *triciclo con motorizzazione "PIA"*

## **Prof. Enrico Bernardi da : [Autoscuoladiva.it](http://Autoscuoladiva.it)**

In questo nostro cammino nella storia dell'auto, incontriamo un altro italiano, che con i suoi studi diede un notevole contributo alla realizzazione dell'automobile, così come la vediamo noi oggi. Si tratta del professore Enrico Bernardi, che nel 1884 fu il primo a sperimentare il motore a combustione interna sfruttando come combustibile, la benzina, un derivato del petrolio .

Egli fu artefice anche di tante altre scoperte nel campo dell'autotrazione, che gli permisero di realizzare un motore con delle caratteristiche, che anticipavano i tempi delle automobili moderne.

Dopo anni passati a studiare il motore, il professore Bernardi realizzò un motore alternativo di tipo atmosferico, che non prevedeva la fase di compressione e in cui le tre fasi di aspirazione, scoppio e scarico venivano effettuate in due corse del pistone, in un solo giro dell'albero a manovella e la distribuzione avveniva con valvole a cassetto.

Il funzionamento di questo motore iniziava con la prima fase di aspirazione, quando il pistone allontanandosi dal PMS( punto morto superiore) creava una depressione nel cilindro, che aspirava la miscela aria- benzina fino a metà corsa.

Nella seconda fase a metà corsa la carica esplosiva aspirata veniva accesa dalla fiamma attraverso la bocca d' accensione provocandone, così, lo scoppio e la spinta del pistone verso il PMI(punto morto inferiore)

Nella terza fase detta scarico il pistone espelleva, nella corsa di ritorno i gas inerti.

Nel motore sperimentato e poi realizzato da Bernardi il carburatore ne era parte integrante, facendone da supporto di base.

IL professore Bernardi chiamò la sua invenzione "motrice Pia" dal nome di sua figlia.

La "motrice Pia" aveva un alesaggio di 44 mm. ed una corsa di 80,5 mm. pari ad una cilindrata di 122,402 cc a 200 giri al minuto con 0,024 CV.

Bernardi decise di applicare questo motore sul triciclo giocattolo del figlio Lauro che fu, così, il primo veicolo semovente al mondo con motore a benzina.

Il professore continuò i suoi esperimenti e nel 1885 realizzò un motore a quattro tempi ,chiamato"Lauro" dal nome di suo figlio. Si trattava di un monocilindrico orizzontale con alesaggio a corsa di 85X110 mm. pari alla cilindrata di 624,195 cc con una potenza di 2,5 HP a 800 giri al minuto, con distribuzione a valvole in testa , comandata da un' asta con bilanciere doppio e valvola d' aspirazione ad alzata variabile.

L'accensione veniva provocata da un accenditore a rete di platino, che aveva la proprietà catalitica di arroventarsi in presenza dell'idrogeno contenuto nella miscela carburata. Per la messa in moto veniva utilizzata una peretta di gomma ,per attivare il flusso della miscela prima dell'effetto pompante del pistone.

Il raffreddamento era a liquido con radiatore a tubetti e circolazione attivata dai gas di scarico.

Bernardi ebbe anche l'idea geniale di dotare il motore di una lubrificazione automatica, grazie alla quale tutti i congegni presenti nel motore venivano lubrificati da un distributore rotativo d'olio .

In questo motore fu introdotto anche un filtro per la benzina e uno per pulire l'aria, un silenziatore scarico ed un regolatore centrifugo della velocità di rotazione.

Si deve a Bernardi anche l' invenzione della frizione e del cambio con le marce e la retromarcia .

Per le sue caratteristiche il motore "Lauro" è sicuramente il più vicino alla realizzazione pratica del ciclo termico a volume costante con elevato rendimento e contenuto consumo di benzina, paragonabile a quello dei motori odierni.

Il professore Bernardi mise insieme tutte le sue invenzioni e nel 1894 costruì una vettura a tre ruote, che è la prima automobile italiana con motore a combustione interna. Questa vettura è oggi conservata al Museo delle Macchine dell'Università di Padova, presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica. Sembra che in 10 anni questo esemplare abbia percorso 60.000 Km.

Nel 1892 Enrico Bernardi conobbe Giovanni Agnelli , che sette anni più tardi fonderà la FIAT.

Nel 1896 il professore decise di fondare a Padova la società "Miari e Giusti" per la costruzione delle auto e dei motori Bernardi. Nel 1899 a questa società subentrò la "Società italiana Bernardi", che produceva vetture a tre e quattro ruote. Nel 1900, tuttavia, la società fallì e venne posta in liquidazione.

Da tutto quanto detto si può sicuramente affermare che Enrico Bernardi, con tutte le sue brillanti scoperte, contribuì significativamente alla definizione dell'automobile, che dalla sua comparsa ha incuriosito e affascinato l'uomo.

Il professore era dotato di grande ingegno e spiccato intuito, grazie ai quali, senza forse nemmeno rendersene conto, contribuì alla realizzazione di un motore, capace davvero di poter essere applicato ad un mezzo per il trasporto di persone e merci, che avrebbe avuto un futuro, senza che i suoi restassero solo degli esperimenti. Ma forse come tutte le persone geniali rimaneva una persona schiva e riservata, che sicuramente gioì delle sue brillanti scoperte, ma che mancava sicuramente di quelle doti pratiche e, diremo oggi imprenditoriali, che gli

avrebbero permesso di sfruttare la sua invenzione non solo per arricchirsi, ma ,soprattutto per passare alla storia come , in realtà è, il primo che abbia realizzato una vettura con motore a combustione interna. La storia, infatti, ci dice che da qui a breve altri personaggi diedero il via, un po' in tutta Europa, ad una fiorente e duratura produzione industriale di autovetture con motore a combustione interna.





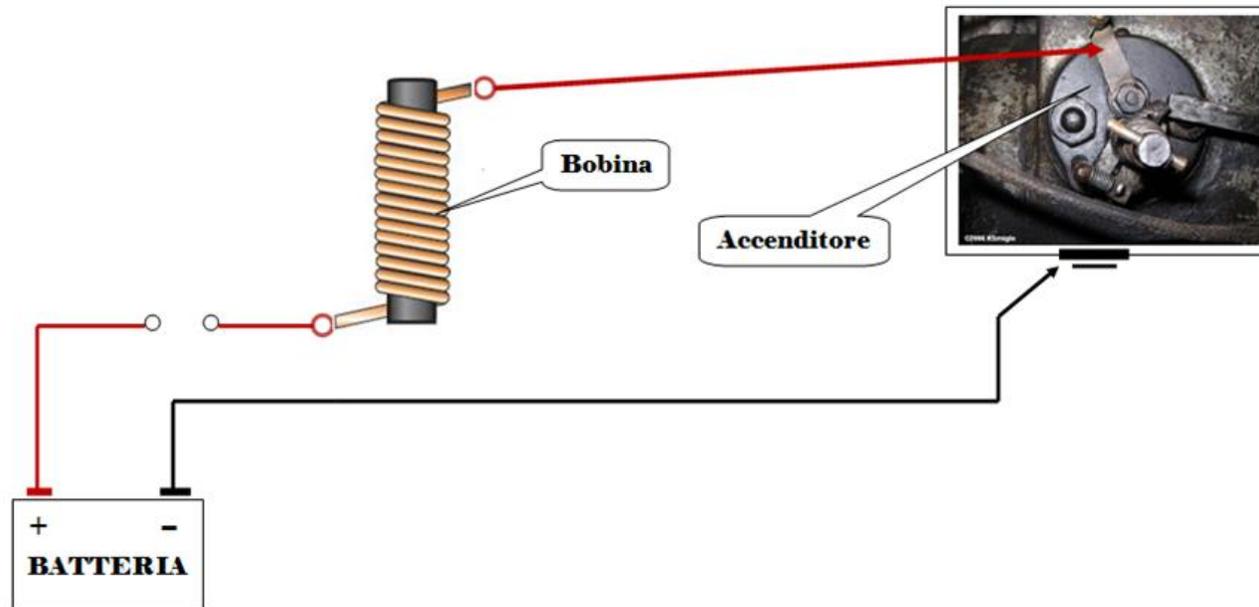
Un particolare ringraziamento al Sig. Paolo GRATTON di Gorizia per le preziose notizie tecniche fornitemi sul *triciclo BERNARDI*

Paolo Gratton , tra l'altro proprietario del *Museo FORD* , Via Gorizia 150 – FARRA d'ISONZO ha partecipato al RAID ENRICO BERNARDI con una Sua *Ford modello T del 1914*

[pgratton@alice.it](mailto:pgratton@alice.it)

Tutti i sistemi d'accensione visti in precedenza furono ben presto abbandonati.

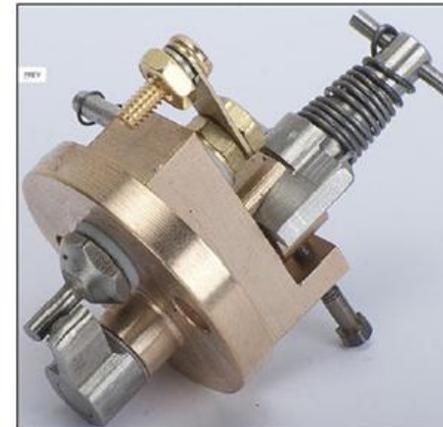
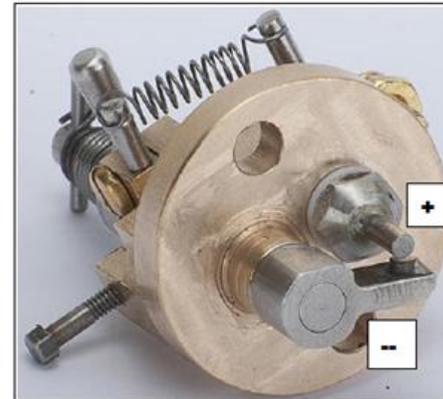
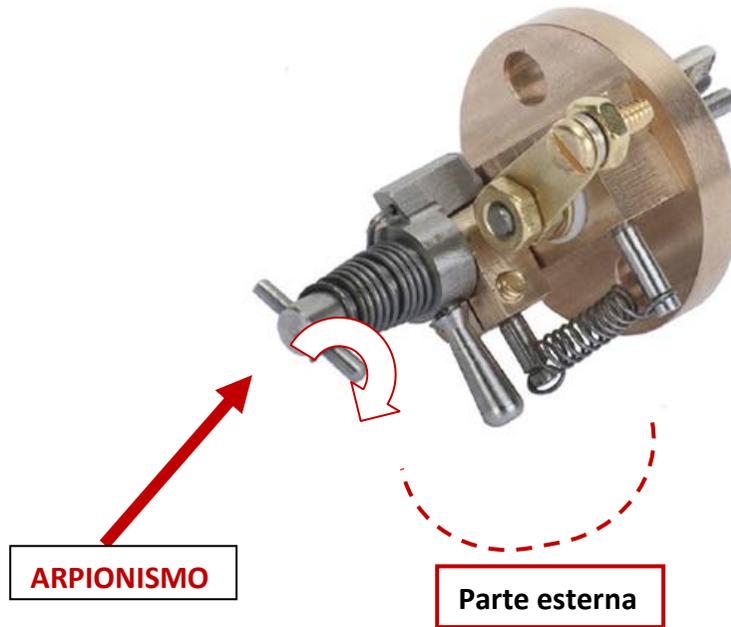
- Per primo nacque il sistema che comprendeva una batteria , una bobina , un accenditore.



L'accenditore è comandato da un arpionismo collegato all'albero motore.  
La bobina serve come *carico ohmico per non mettere in corto circuito la batteria* , **essendo i contatti dell'accenditore normalmente chiusi.**

## L' ACCENDITORE :

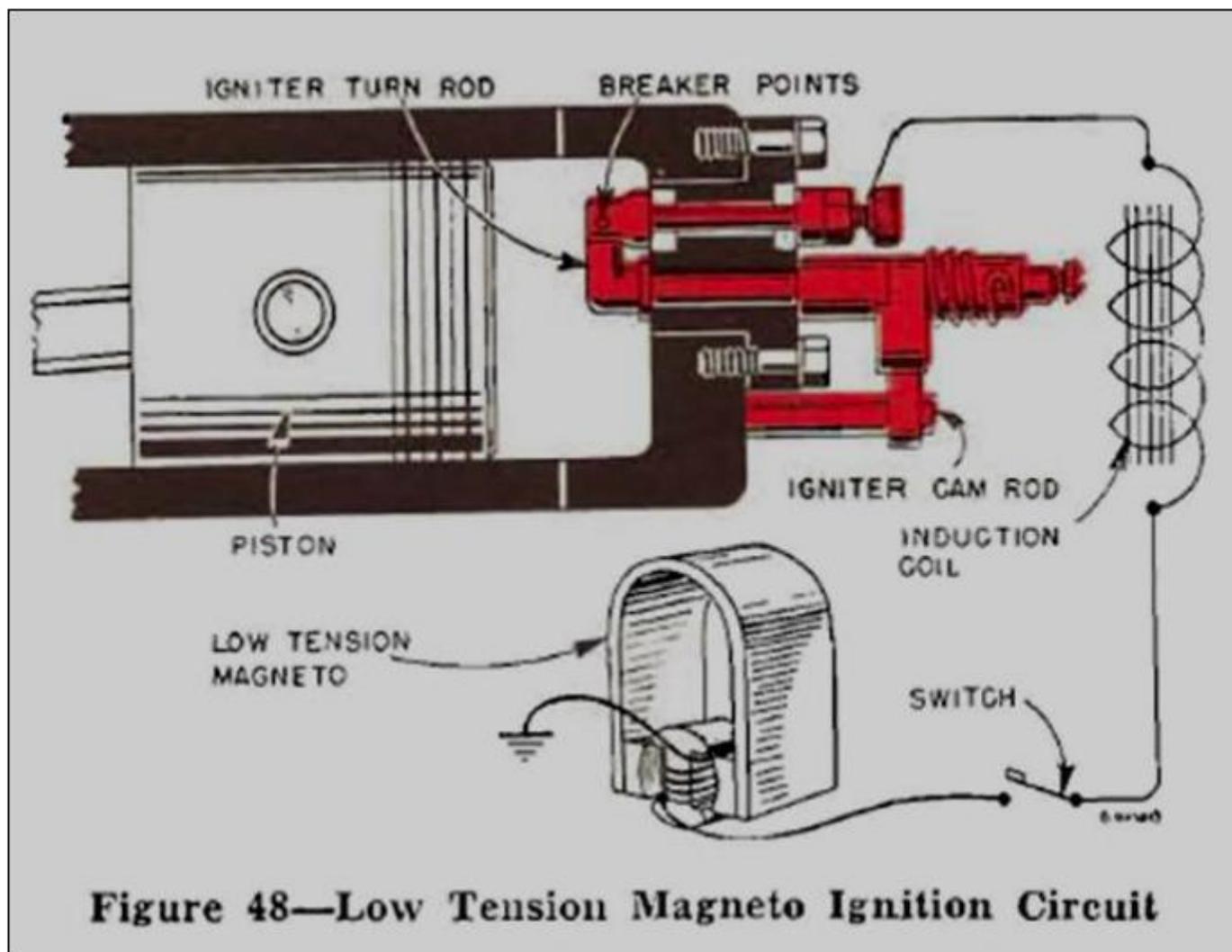
Da : [www.ministeam.com](http://www.ministeam.com)



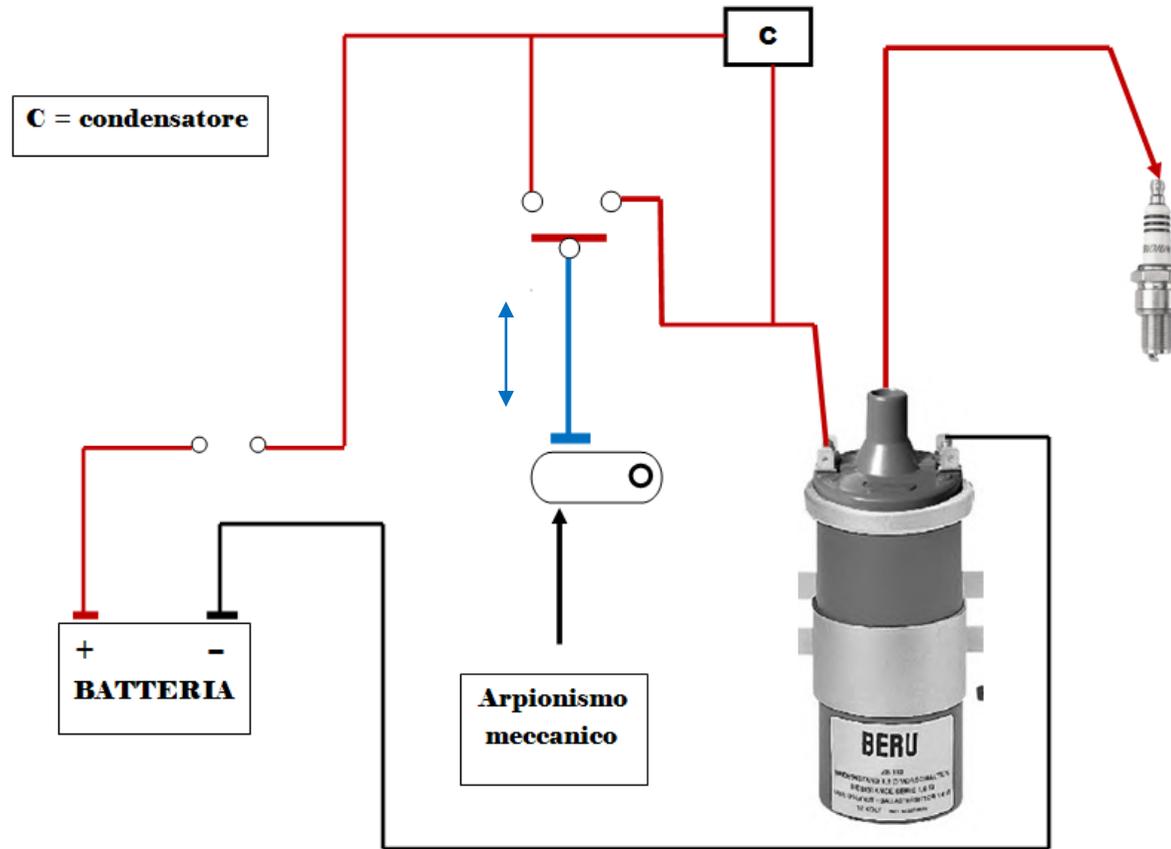
I contatti sono  
posti nella parte  
dell'accenditore  
che va nel cilindro

Quando l'arpionismo tocca l'accenditore i 2 contatti (normalmente chiusi) si aprono e tra i 2 contatti scocca la scintilla

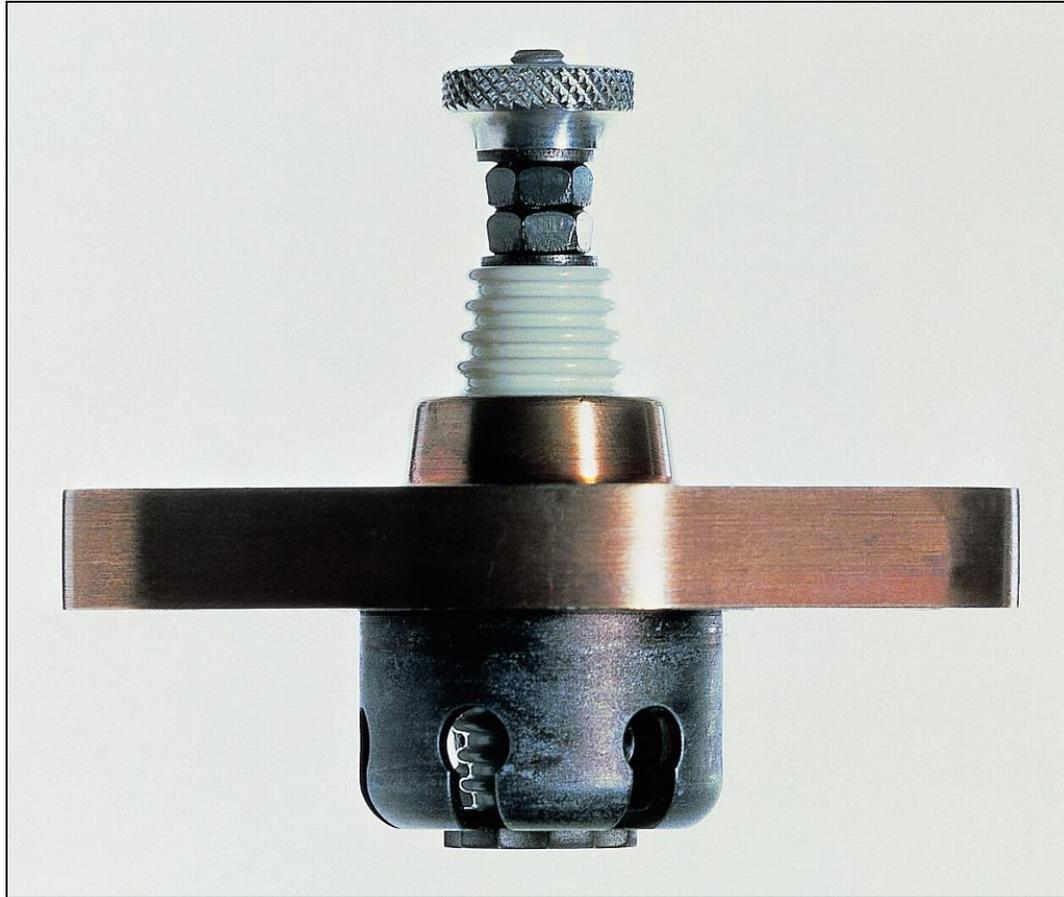
La batteria può essere sostituita da un *magnete in bassa tensione*.



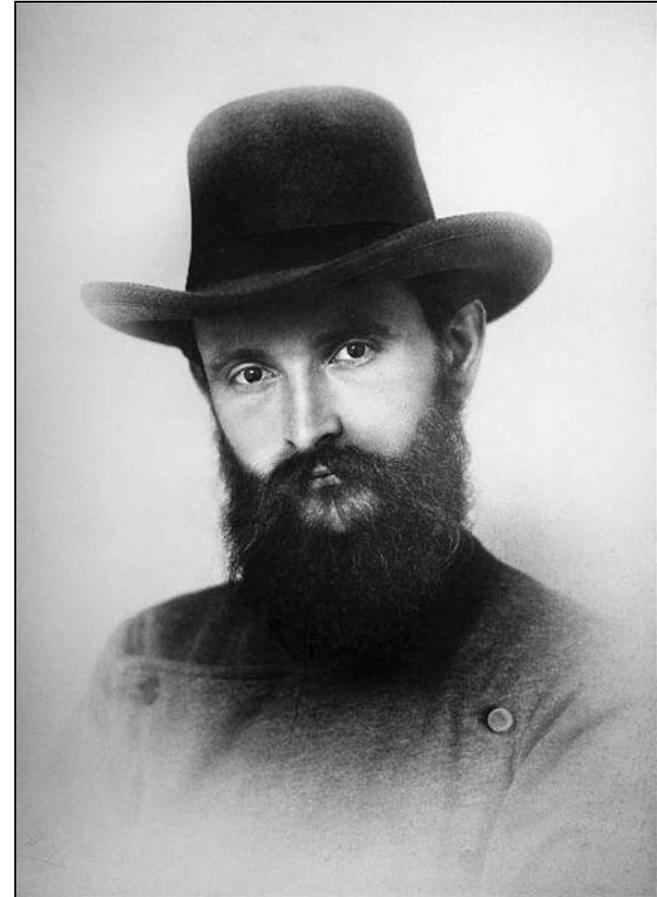
Con la nascita della **candela d'accensione** gli accenditori furono abbandonati e sostituiti da una **bobina in alta tensione**.  
Resta un arpionismo collegato coll'albero motore per **chiudere il primario della bobina**.



Questo sistema era adottato , come vedremo , dal **Triciclo Motorwagen** , prodotto da **Karl Benz** , nel 1886.



La prima candela BOSCH , anno 1902.



Robert BOSCH (1861 – 1942)

Insieme nacque anche il *magnete ad alta tensione* e le cose cambiarono.

Bosch era nato ad [Albeck](#), un villaggio a nord-est di [Ulma](#), nella Germania meridionale; era l'undicesimo di dodici fratelli.<sup>[1]</sup> I genitori erano dei contadini benestanti. Il padre era un membro della [massoneria](#), ben istruito per essere un uomo della sua classe sociale, e si impegnò molto per dare una buona educazione ai suoi figli.

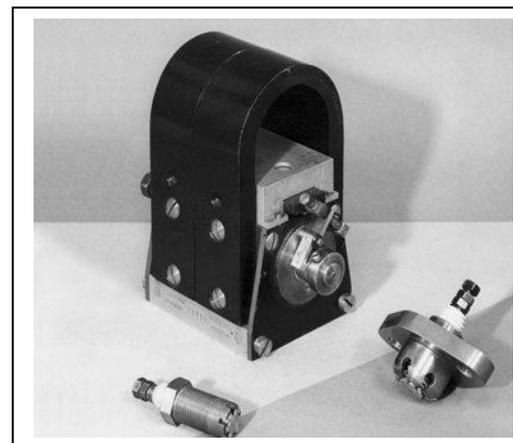
Dal [1869](#) al [1876](#), Robert Bosch frequentò la *Realschule* (scuola tecnica secondaria) di Ulma e poi lavorò come apprendista meccanico di precisione. Dopo la scuola e la formazione pratica, Bosch trascorse sette anni lavorando in diverse aziende in Germania, negli [Stati Uniti](#) (per la [Edison](#) a [New York](#)) e nel [Regno Unito](#) (per la [Siemens](#)).<sup>[1]</sup>

Il 15 novembre [1886](#) aprì la sua "Officina di Precisione Meccanica e di Ingegneria Elettrica" a [Stoccarda](#). Un anno dopo, fece un investimento decisivo in un sistema di accensione a magnete non brevettato realizzato dal costruttore di motori Deutz. Ciò lo portò al suo primo successo commerciale. Lo scopo del dispositivo era di generare la scintilla elettrica necessaria per innescare la combustione della miscela aria/combustibile all'interno del [motore](#). Nel [1897](#), Bosch fu il primo ad adattare questo sistema di accensione per un veicolo a motore.

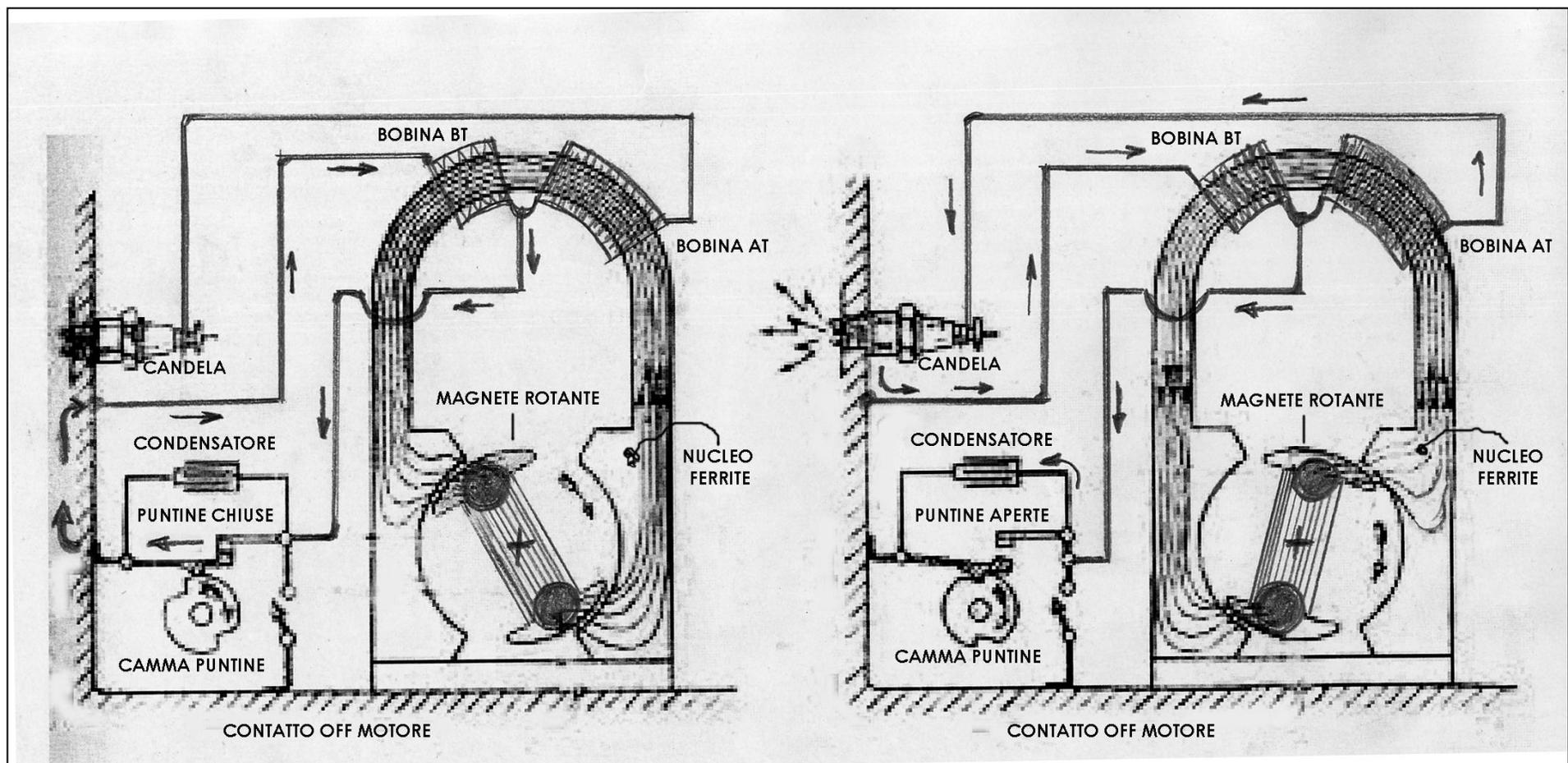
Nel fare ciò, risolse uno dei più grandi problemi tecnici dell'[industria automobilistica](#) che allora era ancora in stato embrionale. Ma solo l'invenzione, nel [1902](#), della prima [candela commerciale](#) per scariche ad alta tensione come parte di un sistema di accensione di tipo magnetico, da parte di Gottlob Honold, un ingegnere dipendente di Bosch, rese possibile lo sviluppo dei [motori a combustione interna](#). Sul finire del [diciannovesimo secolo](#), Bosch estese i confini della sua attività oltre la Germania. L'azienda aprì un ufficio vendite nel Regno Unito nel [1898](#), a cui ne seguirono altri in altre nazioni europee. Il primo ufficio vendite e la prima fabbrica negli Stati Uniti vennero aperti rispettivamente nel [1906](#) e nel [1910](#).



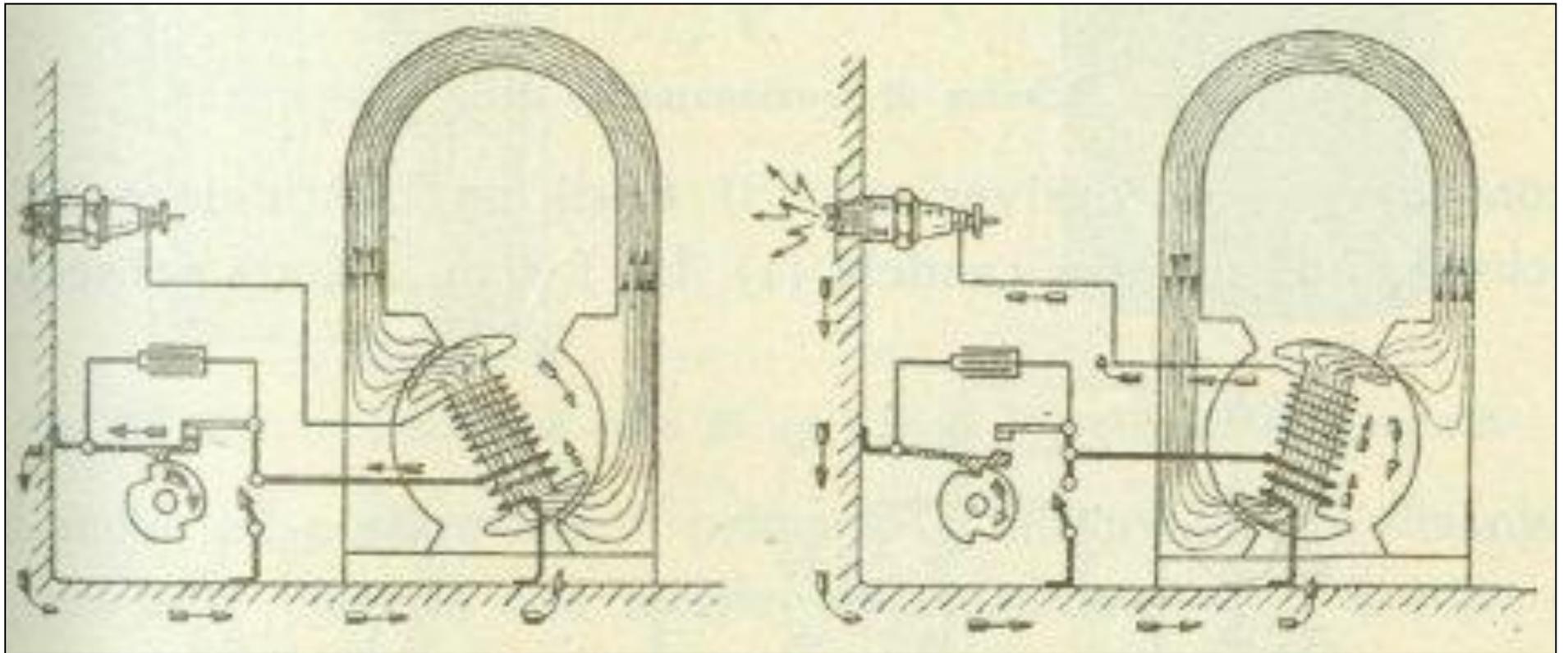
Gottlob HONOLD (1876 – 1923)







Accensione con **magnete in alta tensione , puntine platinato e candela.**



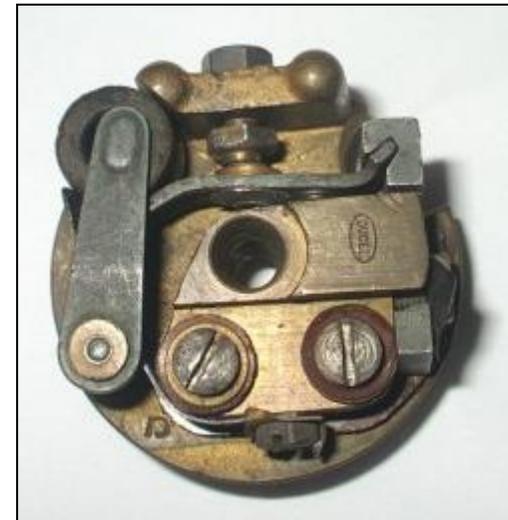
Schema con *magnete in bassa tensione , puntine platiniate e candela.*

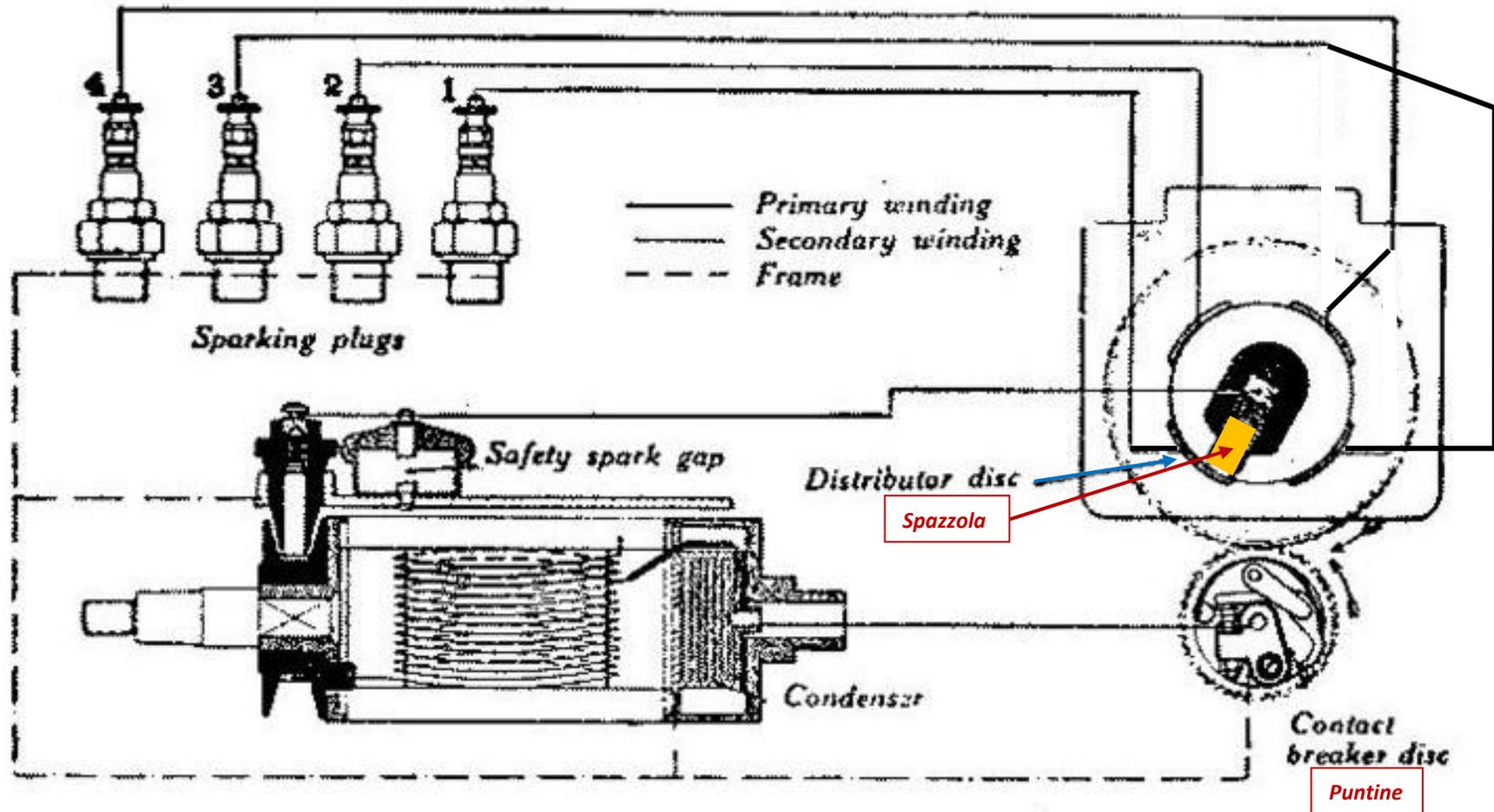


Un BOSCH FU4B usato per il trattore **Fordson F.** (4 cilindri)

Sotto :

- Al centro una **candela Bosch a filetto conico.**
- A sinistra il **distributore della corrente (spazzola).**
- A destra le **puntine platinato**





Magnete Bosch FU4B del *FORDSON F* collegato : **ordine d'accensione 1 - 2 - 4 - 3**