

# IL MOTORE WANKEL

---

## ABSTRACT

IL MOTORE WANKEL È UN PARTICOLARE TIPO DI MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA, ROTATIVO, ALIMENTATO DA UN IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE CON TRAVASI, CHE SCARICA I PRODOTTI ESAUSTI (GAS DI SCARICO) TRAMITE UN IMPIANTO DI SCARICO.

## I MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

UN MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA È UNA MACCHINA MOTRICE CHE PERMETTE DI CONVERTIRE L'ENERGIA CHIMICA, POSSEDUTA DA UNA MISCELA ARIA-COMBUSTIBILE, IN LAVORO MECCANICO. LA MISCELA CONSISTE IN UN COMBUSTIBILE, CHE PUÒ ESSERE BENZINA, GASOLIO, GPL O ALTRI DERIVATI DEL PETROLIO, MENTRE L'OSSIGENO DELL'ARIA FUNZIONA COME COMBURENTE.

LA TIPOLOGIA DEI MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA RACCOGLIE UNA GRANDE VARIETÀ DI TIPI DIVERSI. IN PARTICOLARE:

- **MOTORI VOLUMETRICI**, CHE COMPREDONO MOTORI A MOVIMENTO ALTERNATIVO (CHE SI SUDDIVIDONO IN BASE AL TIPO DI CICLO TERMODINAMICO O IN BASE A COME VIENE FRAZIONATO IL CICLO SUL MOTO ALTERNO, E IN CUI IL MOTO ALTERNATIVO DEI PISTONI VIENE TRASFORMATO IN UN MOTO ROTATORIO ATTRAVERSO UN MANOVELLISMO DI SPINTA ROTATIVA) E MOTORI A MOVIMENTO ROTATIVO (DOVE IL PISTONE NON HA UN MOVIMENTO ALTERNATO, MA ROTATORIO PIÙ O MENO COSTANTE A SECONDA DEL TIPO DI MOTORE).
- **MOTORI CONTINUI**, OVVERO TURBINE A GAS E MOTORI A REAZIONE (ESOREATTORI, ENDOREATTORI).

## IL MOTORE WANKEL

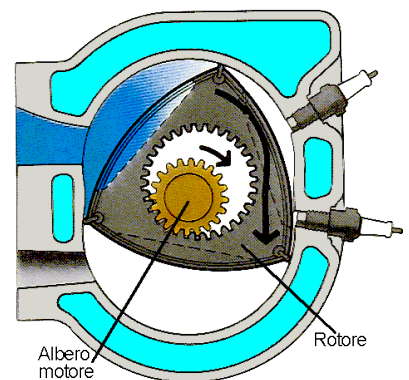


UN PARTICOLARE MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA ROTATIVO È IL MOTORE WANKEL, IDEATO DA FELIX WANKEL, CHE NEL 1919 EBBE UN SOGNO PREMONITORE, IN CUI VIDE UN'AUTO COSTRUITA DA LUI CON UN PARTICOLARE MOTORE, DOVE VI ERANO SOLO PARTI ROTANTI, COSÌ NEL 1957 FU REALIZZATO GRAZIE ALLA COLLABORAZIONE DEL DOTT. FROEDE, CHE APPORTÒ

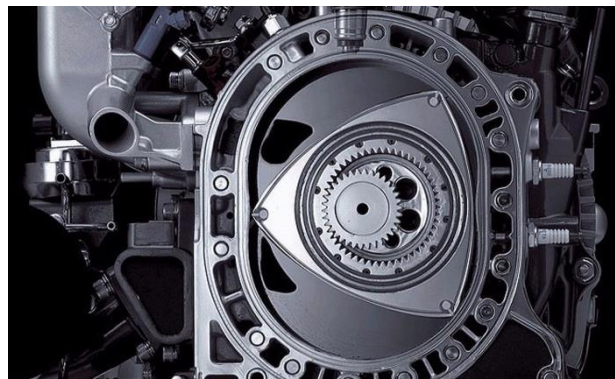
MODIFICHE SOSTANZIALI AL PROGETTO INIZIALE DEL MOTORE. LA PRIMA VETTURA AZIONATA DA UN MOTORE WANKEL FU, NEL 1963, LA NSU SPIDER. UNA SPERIMENTAZIONE SU VASTA SCALA FU CONDOTTA DA *CITROËN* TRA IL 1970 E IL 1971; ANCHE LA *MERCEDES BENZ* REALIZZÒ UNA DECINA DI PROTOTIPI TRA IL 1963 E IL 1970, A CUI SI AFFIANCARONO I PROTOTIPI *CHEVROLET*, QUELLI DELL'*AMERICAN MOTORS* E LA *GM*, MENTRE L'*ALFA ROMEO* SPERIMENTÒ IL WANKEL FINO AL 1975. L'ULTIMA AUTOVETTURA DI SERIE CHE HA ADOTTATO QUESTO TIPO DI MOTORE È STATA LA COUPÉ GIAPPONESE *MAZDA RX-8*, DEL 2003, USCITA DI PRODUZIONE NEL 2012, A CAUSA DELLE NORME ANTI-INQUINAMENTO, PRODOTTA IN CIRCA 192.094 ESEMPLARI.

GLI ELEMENTI CARATTERISTICI DI UN MOTORE WANKEL SONO ESSENZIALMENTE:

- IL **ROTORE** CON UNA FORMA TRIANGOLARE E I LATI BOMBATI;
- LA **CAMERA DI SCOPPIO** DI FORMA TROCOIDALE;
- L'**ALBERO MOTORE**;
- LE **PIASTRE** CHE SEPARANO LE VARIE CAMERE;
- GLI **INGRANAGGI** SUI QUALI RUOTA IL ROTORE.



## IL FUNZIONAMENTO



PER QUANTO RIGUARDA IL PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL WANKEL È MOLTO SEMPLICE: UN ROTORE A TRE LOBI RUOTA ECCENTRICAMENTE INTORNO ALL'ALBERO MOTORE, GENERANDO CON IL SUO MOVIMENTO CAMERE DI LAVORO, ALL'INTERNO DELLE QUALI SI COMPIONO CICLICAMENTE LE QUATTRO CLASSICHE FASI DI:

1. ASPIRAZIONE
2. COMPRESSIONE
3. COMBUSTIONE
4. SCARICO

ABBANDONA PERTANTO IL CLASSICO MOTO RETTILINEO IN FAVORE DI UNA ROTAZIONE ATTORNO A UN ASSE (L'ALBERO MOTORE), UNA CARATTERISTICA CHE FA SÌ CHE IL PISTONE SIA DEFINITO ROTORE E LA CAMERA STATORE. NEL WANKEL IL ROTORE TRIANGOLARE DIVIDE LO SPAZIO LIBERO DELLO STATORE IN TRE CAMERE ROTANTI DI VOLUME VARIABILE; IN QUESTE SI COMPIONO CONTEMPORANEAMENTE TRE CICLI A QUATTRO TEMPI SFASATI DI UN TERZO DI GIRO DI ROTORE. LE FASI UTILI SONO QUINDI TRE PER OGNI ROTAZIONE COMPLETA DEL PISTONE E A OGNI GIRO DEL ROTORE, CORRISPONDONO TRE GIRI DELL'ALBERO MOTORE; UN VANTAGGIO AI FINI DELLA POTENZA EROGATA E DELLA REGOLARITÀ DI FUNZIONAMENTO.

IL CONTATTO TRA STATORE E ROTORE AVVIENE AI TRE VERTICI DELL'ORGANO IN MOVIMENTO, CHE STRISCIANO LUNGO LE PARETI DELLA CAMERA; SU QUESTE SONO RICAVATE LE LUCI PER L'ASPIRAZIONE DELLA MISCELA ARIA-CARBURANTE E PER LO SCARICO DEI GAS COMBUSTI OLTRE CHE L'ALLOGGIO PER UNA O PIÙ CANDELE DI ACCENSIONE. IL WANKEL, INFATTI, È UN QUATTRO TEMPI SEBBENE PRIVO DEGLI ORGANI DELLA DISTRIBUZIONE: NON CI SONO ALBERI A CAMME, MOLLE, PUNTERIE E VALVOLE. LA FASE DI ASPIRAZIONE DELLA MISCELA ARIA-BENZINA INIZIA QUANDO IL VOLUME DELLA CAMERA IN CUI SBOCCA IL CONDOTTO DI ASPIRAZIONE INCOMINCIA AD AUMENTARE, CREANDO COSÌ UNA DEPRESSIONE CHE RICHIAMA LA MISCELA ALL'INTERNO DELLA CAMERA STATORICA. PROSEGUENDO NEL SUO MOVIMENTO, IL ROTORE PROVOCA UNA RIDUZIONE DELLO SPAZIO COMPRESO TRA LA SUA PARETE E QUELLA DELLO STATORE, COSICCHÉ LA MISCELA ASPIRATA VIENE COMPRESSA. QUANDO LA COMPRESSIONE HA RAGGIUNTO IL VALORE OTTIMALE, SCOCCA LA SCINTILLA ATTRAVERSO GLI ELETTRODI DELLA CANDELA; HA COSÌ INIZIO LA FASE DI COMBUSTIONE E, QUINDI, L'ESPANSIONE DEI GAS. L'AUMENTO DI PRESSIONE FA SÌ CHE DELLE FORZE AGISCANO SUL ROTORE COSTRINGENDOLO A PROSEGUIRE NEL MOTO ROTATORIO. TERMINATA LA FASE DI ESPANSIONE SI HA UN'ALTRA RIDUZIONE DI VOLUME DURANTE LA QUALE I GAS COMBUSTI VENGONO SPINTI ALL'ESTERNO DEL MOTORE ATTRAVERSO IL CONDOTTO DI SCARICO. LE PRESSIONI ESERCITATE SUL ROTORE DAI GAS IN ESPANSIONE SONO TRASMESSE ALL'ALBERO MOTORE CHE, QUINDI, VIENE TRASCINATO NELLA ROTAZIONE. DALL'ALBERO MOTORE IL MOTO PASSA DIRETTAMENTE AL GRUPPO FRIZIONE E AL CAMBIO, PER POI RAGGIUNGERE LE RUOTE MOTRICI.

## VANTAGGI

IL MOTORE WANKEL, GRAZIE ALLA SUA PARTICOLARE STRUTTURA, PRESENTA NUMEROSI VANTAGGI RISPETTO AI VARI TIPI DI MOTORE ALTERNATIVO A COMBUSTIONE INTERNA:

- UN MINOR NUMERO DI PARTI IN MOVIMENTO (ROTORE E ALBERO MOTORE);
- UNA MINORE RUMOROSITÀ E MINORI VIBRAZIONI;

- UN'ELEVATA LEGGEREZZA DOVUTA ALLE DIMENSIONI RIDOTTE ED ELEVATO RAPPORTO POTENZA/PESO;
- UNA MINORE EMISSIONE INQUINANTE DI OSSIDI DI AZOTO, DOVUTE ALLA MINORE TEMPERATURA MEDIA DEI GAS;
- UNA MAGGIORE POTENZA, A PARITÀ DI CILINDRATA, RISPETTO A UN MOTORE A PISTONI ALTERNATIVO;
- CICLI DI ASPIRAZIONE E DI SCARICO PIÙ VANTAGGIOSI, DAL MOMENTO CHE I FLUIDI HANNO PIÙ TEMPO PER ENTRARE E USCIRE DALLA CAMERA DI COMBUSTIONE E QUINDI HA MINORI PERDITE DI CARICO.

## SVANTAGGI

I PRINCIPALI SVANTAGGI, INVECE, SONO:

- SCARSA DURATA DEGLI ELEMENTI DI TENUTA DEL ROTORE, FACILMENTE DETERIORABILE;
- COPPIA CONTENUTA AI BASSI REGIMI DI ROTAZIONE;
- CONSUMO DI CARBURANTE, IN GENERALE MAGGIORE RISPETTO AL MOTORE ALTERNATIVO, A CAUSA DELLA CONFORMAZIONE DELLA CAMERA DI COMBUSTIONE, STRETTA E LUNGA;
- PROBLEMATICA LUBRIFICAZIONE DEI SEGMENTI APICALI;
- TASSO DI IDROCARBURI INCOMBUSTI MOLTO ELEVATO.

QUESTI PROBLEMI OSTACOLARONO LA DIFFUSIONE DEI MOTORI ROTATIVI, MA SUCCESSIVAMENTE LE RICERCHE TECNOLOGICHE E PRODUTTIVE FURONO PORTATE AVANTI DALLA SOLA MAZDA, CHE HA PROSEGUITO SU QUESTA STRADA SINO A OGGI.

## INQUINAMENTO

PER QUANTO CONCERNE I PROBLEMI LEGATI ALL'INQUINAMENTO, ESSI VANNO ANALIZZATI CON MAGGIOR ATTENZIONE, PRIMA DI CONCLUDERE CHE IL WANKEL È UN MOTORE PIÙ INQUINANTE DI ALTRI. QUANDO SI PARLA DI INQUINAMENTO, SI DEVONO CONSIDERARE E VALUTARE GLI EFFETTI DI TUTTI I COMPOSTI DI SCARICO INQUINANTI E NON AFFERMARE TROPPO RISOLUTAMENTE CHE L'INQUINAMENTO È UNA SUA CARATTERISTICA DATA LA MAGGIOR EMISSIONE DI IDROCARBURI INCOMBUSTI.

1. LE **EMISSIONI DI CO E CO<sub>2</sub>** RISULTANO CONFRONTABILI CON QUELLE DI UN MOTORE ALTERNATIVO; C'È UNA DIMINUIZIONE DELLE EMISSIONI DI OSSIDO DI CARBONIO, DOVUTA ALL'ELEVATA TURBOLENZA IN FASE DI COMBUSTIONE, AL PRERISCALDAMENTO DELLA CARICA, ED ALLA LENTEZZA DELLA FASE DI ESPANZIONE CHE CONSENTE L'OSSIDAZIONE DELL'OSSIDO AD ANIDRIDE CARBONICA;

2. GLI **ADDITIVI** VENGONO AGGIUNTI ALLE BENZINE, PER POTERNE AUMENTARE IL N.O.; MA DATO CHE UN WANKEL PUÒ ESSERE USATO ANCHE CON BASSI N.O., SI PUÒ RIDURRE LA PRESENZA DI COMPOSTI A BASE DI PIOMBO TETRAETILE;
3. IL WANKEL DÀ **IDROCARBURI INCOMBUSTI** ALLO SCARICO IN QUANTITÀ SUPERIORI RISPETTO AD UN MOTORE ALTERNATIVO, CHE PRESENTA COMUNQUE ANCH'ESSO INCOMBUSTI ALLO SCARICO IN QUANTITÀ NOTEVOLI;
4. GLI **OSSIDI DI AZOTO** N.O.<sub>x</sub> SONO I PIÙ PERICOLOSI PER L'INQUINAMENTO, SIA PERCHÉ È STATO SCOPERTO SOLO RECENTEMENTE IL LORO EFFETTO DANNOSO, SIA PERCHÉ EFFETTIVAMENTE NON SI SA COME CONTROLLARLI. IL MOTORE WANKEL, IN QUANTO FUNZIONA A TEMPERATURA DI COMBUSTIONE MINORE, PRODUCE MENO OSSIDI DI AZOTO. QUINDI, LÀ DOVE È PIÙ PERICOLOSO L'INQUINAMENTO, CIOÈ NELLA PRODUZIONE DI N.O.<sub>x</sub>, IL MOTORE WANKEL È MIGLIORE DI QUELLO ALTERNATIVO.

## ALTRE APPLICAZIONI

ESISTONO NEL MONDO PICCOLE AZIENDE SPECIALIZZATE CHE PROGETTANO E PRODUCONO MOTORI WANKEL PER APPLICAZIONI SIA IN CAMPO TERRESTRE (AUTO, MOTO, MOTOSLITTE), SIA NAVALE, SIA PER L'AVIAZIONE.

IL WANKEL È STATO INTRODOTTO NELL'AVIAZIONE LEGGERA SOLO NEGLI



ULTIMI DECENNI, PERCHÉ LA BASSA LONGEVITÀ DEL MOTORE NE SCONSIGLIAVA L'UTILIZZO.

L'UTILIZZO DI QUESTO MOTORE SI RITROVA PRINCIPALMENTE NEGLI AEREI MEDIO/PICCOLI DA DIPORTO E IN ALCUNI TIPI DI ACROBATICI PARTICOLARMENTE SPINTI NELL'ELABORAZIONE.

PER QUANTO RIGUARDA IL SETTORE DELLE MOTOCICLETTE, INVECE, IL MOTORE ROTATIVO NON HA AVUTO PARTICOLARE FORTUNA NELLE

SUE APPLICAZIONI, SE NON PER POCHI CASI COME QUELLO DELLA CASA BRITANNICA *NORTON*, CHE HA INSTALLATO MOTORE WANKEL SU BEN SETTE MODELLI.

## PROGETTO: RIDUZIONE DI CO<sub>2</sub>

LA CASA AUTOMOBILISTICA GIAPPONESE MAZDA HA GIÀ ANNUNCIATO CHE ENTRO IL 2030 IL 95% DEI SUOI VEICOLI SUL MERCATO SARÀ **IBRIDO** E SOLO

IL 5% **ELETTRICO**, IN RISPOSTA ANCHE ALLE CAPACITÀ DI APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO DIVERSE DA PAESE A PAESE. LA RICERCA SI CONCENTRERÀ INFINE SULLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI ANIDRIDE CARBONICA IN TUTTE LE FASI DEL CICLO PRODUTTIVO, PUNTANDO AL DIMEZZAMENTO DEI LIVELLI DI CO<sub>2</sub> ENTRO I PROSSIMI 12 ANNI RISPETTO AL 2010 E ARRIVANDO FINO AL 90% IN MENO NEL 2050

IN TANTI CONSIDERANO I VEICOLI A BATTERIA E A IDROGENO COME SOLUZIONI PER LA MOBILITÀ DEL FUTURO, MA MAZDA COLLABORANDO A VARI PROGETTI DI RICERCA CON L'ISTITUTO DI TECNOLOGIA DI TOKYO E L'UNIVERSITÀ DI HIROSHIMA, GUARDA ANCHE AL GAS NATURALE E AI COMBUSTIBILI LIQUIDI RICICLABILI, COME I BIOCARBURANTI DERIVATI DALLE MICRO ALGHE.

## **BIBLIOGRAFIA**

[WWW.AUTOMOTO.IT](http://WWW.AUTOMOTO.IT)

[WWW.VEHICLECUE.IT](http://WWW.VEHICLECUE.IT)

[WWW.MOTORI.IT](http://WWW.MOTORI.IT)

[WWW.WIKIPEDIA.ORG](http://WWW.WIKIPEDIA.ORG)

[WWW.AUTO.IT](http://WWW.AUTO.IT)

[WWW.AUTOAPPASSIONATI.IT](http://WWW.AUTOAPPASSIONATI.IT)

[WWW.NEWSMONDO.IT](http://WWW.NEWSMONDO.IT)

[WWW.MOTOCICLISMO.IT](http://WWW.MOTOCICLISMO.IT)

[WWW.RED-LIVE.IT](http://WWW.RED-LIVE.IT)

[WWW.LAUTOMOBILE.ACI.IT](http://WWW.LAUTOMOBILE.ACI.IT)

[WWW.MOTORI.QUOTIDIANO.NET](http://WWW.MOTORI.QUOTIDIANO.NET)

[WEB.TISCALI.IT](http://WEB.TISCALI.IT)