

Traduzione dell'articolo "150-YEAR-OLD TECHNOLOGY" di Mike Bush tratto dalla rivista Sport Aviation di marzo 2015.

MOLTI DI NOI CONTINUANO A PILOTARE (E A GUIDARE) STANDO DIETRO A UNA TECNOLOGIA MOTORISTICA CHE RISALE AL XIX SECOLO.

SOMMARIO

Articolo didattico sul ciclo termodinamico dei motori a combustione interna o ciclo Otto, osservando che nulla è sostanzialmente cambiato dalla loro nascita a oggi. Evidenzia il fatto che il loro rendimento meccanico sia di circa un terzo dell'energia chimica del combustibile e che il resto va perduto in calore. Un po' meglio stanno i motori a ciclo diesel. Inserisce però un aspetto positivo: una migliore conoscenza del fenomeno della combustione dentro la camera di scoppio può aiutare il pilota a gestire meglio il motore stesso.

Il motore originale a combustione interna a quattro tempi a ciclo Otto fu brevettato nel 1862 da un francese di nome Alphonse Beau de Rochas. Più scienziato che ingegnere, de Rochas non ha in realtà mai costruito un motore funzionante. Il primo prototipo funzionante fu costruito da un ingegnere tedesco di nome Nikolaus A. Otto, al quale alla fine furono riconosciuti gli sforzi fatti vincendo la medaglia d'oro all'esposizione di Parigi del 1867 e ottenendo che il motore a quattro tempi, dopo di lui, avrebbe portato il suo nome.

I primi motori a ciclo Otto furono costruiti ancora da un'altra persona, meglio conosciuta come Gottlieb Daimler ingegnere tedesco che, insieme con il suo socio storico Wilhem Maybach, costruì un motore monocilindrico per automobile nel 1885 e poi un bicilindrico in configurazione a "V", divenuta classica. Daimler morì nel 1900 e nel 1926 la sua azienda Daimler Motor Corporation si fuse con la Benz & Co., fondata dal pioniere del due tempi Karl Benz, per costituire la Daimler-Benz AG.

Il componente fondamentale per la generazione della potenza di un motore a combustione interna è l'assieme cilindro, i cui principali componenti sono cilindro, pistone e una coppia di valvole (carico e scarico). Ogni movimento in su o in giù del pistone è chiamato "corsa" (stroke).

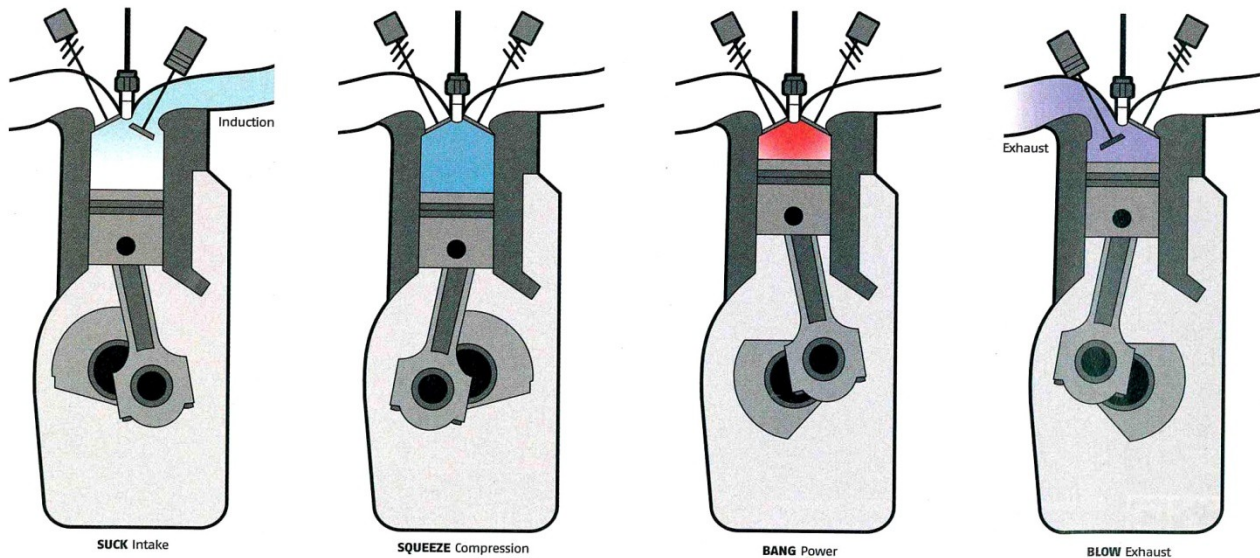
Aspirazione, compressione, scoppio e scarico.

Un motore a ciclo Otto ha un ciclo operativo diviso in quattro corse, in cui ogni corsa è associata con una fase differente del ciclo. Le quattro fasi sono generalmente riferite come aspirazione, compressione, generazione potenza e scarico, o semplicemente aspira, strizza, scoppia e scarica.

Aspirazione: durante la corsa di aspirazione, il pistone si allontana dalla testa del cilindro e la valvola d'aspirazione è aperta, creando così un vuoto parziale che aspira la miscela combustibile (nel nostro caso, aria contenente benzina vaporizzata) nel cilindro.

Compressione: durante la corsa di compressione, il pistone si muove verso la testa del cilindro, con entrambe le valvole chiuse, comprimendo in un volume più piccolo la carica aria-combustibile, aumentandone la pressione e la temperatura e rendendola più idonea alla

THE FOUR-STROKE OTTO CYCLE



combustione. La differenza di volume della carica tra l'inizio della corsa di compressione (il pistone è tutto giù) e la fine della corsa (il pistone è tutto sù) è chiamata "rapporto di compressione". Molti motori aeronautici hanno un rapporto di compressione conservativo tra 7:1 a 8,5:1; i motori automobilistici normalmente hanno dei rapporti di compressione da 8:1 a 10:1, quelli da corsa da 12:1 a 14:1 o più. Maggiore è il rapporto di compressione, maggiore è l'efficienza del motore nella conversione dell'energia chimica in energia meccanica. Quelli aeronautici a pistoni non sono particolarmente efficienti.

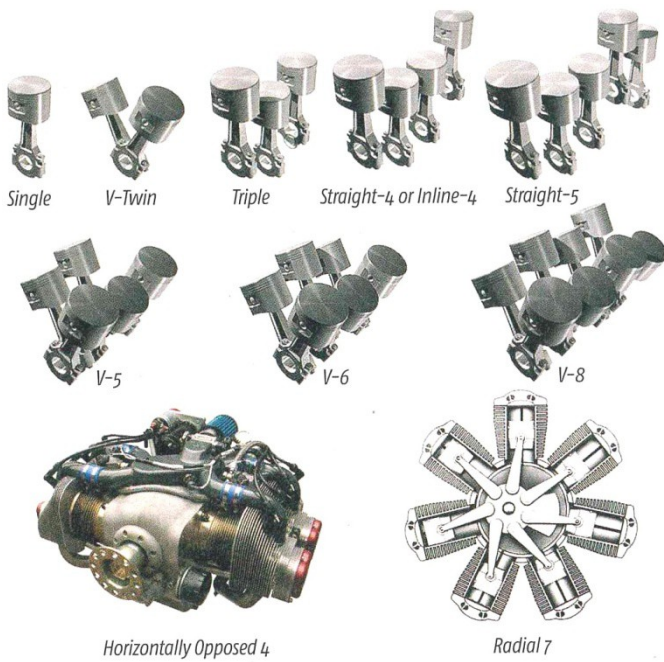
Scoppio: durante la corsa di compressione, la carica è incendiata da una scintilla elettrica (o dal calore di compressione nel diesel). Entrambe le valvole sono ancora chiuse, perciò il rapido aumento di pressione della combustione della carica spinge con forza il pistone lontano dalla testa del cilindro, convertendo l'energia chimica in meccanica. Quando il pistone si muove verso il basso nel cilindro e il volume della carica aumenta, la sua temperatura e pressione diminuiscono.

Scarico: durante la corsa di scarico, il pistone si muove verso la testa del cilindro con la valvola di scarico aperta, consentendo ai residui combusti della carica di uscire dal cilindro ed essere espulsi dal sistema di scarico. Per il fatto che i motori aeronautici a pistoni non sono molto efficienti, una porzione notevole dell'energia chimica rimane nei gas di scarico quando abbandonano il cilindro. Nel motore normalmente aspirato, quest'energia è completamente sprecata; in quello turbocompresso, una porzione dell'energia è usata per fare girare un compressore e aumentare la pressione dell'aria entrante nel cilindro, consentendo al motore di produrre una potenza maggiore (specialmente in quota).

Migliore, più vivace, più regolare.

Mentre il ciclo Otto descrive ciò che avviene dentro un singolo cilindro, molti motori hanno più di un cilindro. Conseguenza della fondamentale limitazione del ciclo Otto di produrre solo il 25% per tutto il tempo. Di conseguenza, i motori monocilindrici normalmente usati sui tagliaerba e sui piccoli motocicli lasciano molto a desiderare in fatto di regolarità e vibrazioni.

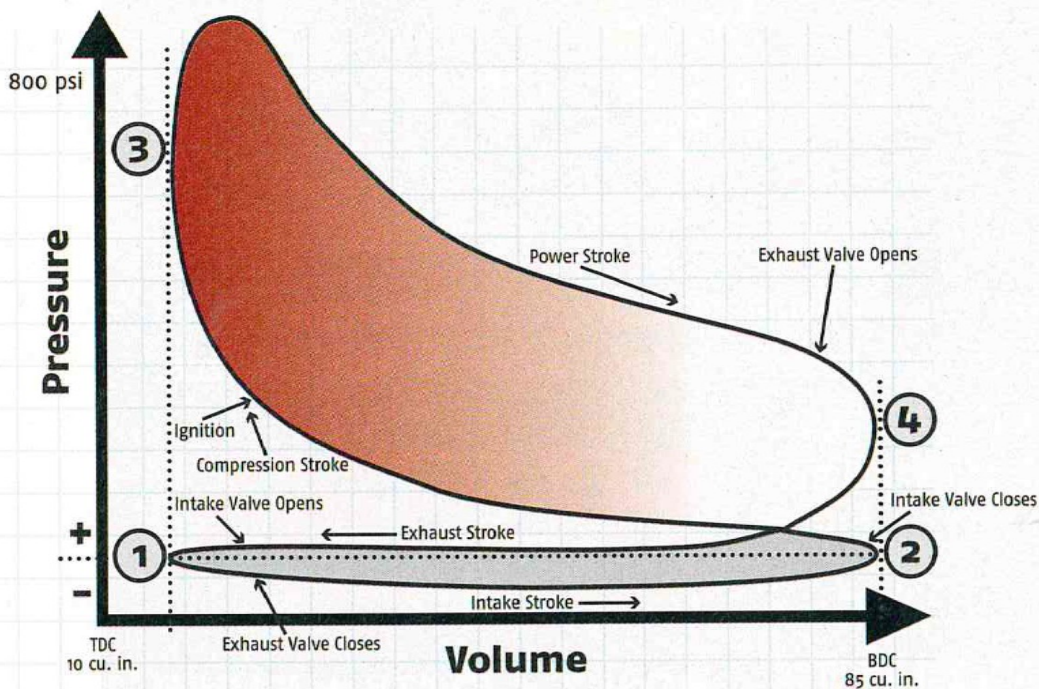
La soluzione ovvia è di disporre di quattro cilindri regolati in modo che uno stia fornendo potenza in ogni momento; in questo modo si ottiene un motore che ruota più regolarmente con



ENGINE LAYOUTS

meno vibrazioni. Una regolarità superiore si può ottenere aggiungendo altri cilindri e regolandoli in modo che una corsa di scoppio inizi prima che la precedente sia completata.

Sono state provate molte configurazioni di cilindri. La maggior parte dei motori automobilistici presentano sia la configurazione il linea che quella a "V" (per la compattezza), mentre quelli aeronautici presentano quella a cilindri orizzontali opposti o a cilindri radiali (per un migliore raffreddamento). Le configurazioni più comuni nei motori a pistoni della GA sono quelle a quattro o sei cilindri orizzontali contrapposti.



The P-V diagram plots pressure and volume of the Otto cycle.

Pressione e volume.

Anche se il motore a quattro corse del ciclo Otto è concettualmente semplice, ciò che avviene all'interno del cilindro durante ciascun ciclo è notevolmente complesso, cioè la relazione temporale tra posizione del pistone, pressione, temperatura, apertura e chiusura delle valvole e accensione. Più si comprendono l'evento combustione e le relazioni temporali, migliore sarà la gestione che potrete applicare al vostro motore, ottimizzando la scelta della potenza e del dosaggio

della miscela, riconoscendo ogni tipo di difficoltà che può incontrare il vostro motore. Tenendo presente ciò, esaminiamo il ciclo Otto un po' più in profondità.

Un ottimo strumento per visualizzare ciò che avviene durante il ciclo Otto è il "diagramma P – V" che disegna l'andamento di pressione e volume nella camera di combustione. Osserviamo la figura e percorriamo le quattro fasi del ciclo Otto:

aspirazione: cominciando dal punto (1) del diagramma, il pistone inizia la sua corsa verso il "punto morto superiore" (PMS, top dead center o TDC) e si muove verso la fine della corsa (punto morto inferiore PMI, bottom head center o BDC). La valvola di ammissione è completamente aperta, quella di scarico chiusa, e la discesa del pistone crea un'aspirazione che fa entrare la carica aria-combustibile nel cilindro.

compressione: al punto (2) il pistone inverte la direzione e si muove dal PMI al PMS. La valvola di aspirazione è chiusa e la carica è compressa, p.e. da un volume di 85 cu.in. a 10 cu.in. (rapporto di compressione 8,5:1), determinando un aumento di pressione e temperatura nella camera di combustione. Quando il pistone si avvicina al PMS, da 20° a 24° circa di rotazione dell'albero motore prima di raggiungerlo, il sistema di accensione fa scoccare la scintilla delle candele e la carica inizia a bruciare, facendo aumentare pressione e temperatura molto rapidamente.

scoppio: al punto (3) il pistone raggiunge il PMS e inverte ancora una volta la direzione, spostandosi verso il PMI. Nel frattempo, la combustione della carica accelera, raggiungendo il massimo di pressione e temperatura da 15° a 20° circa di rotazione dell'albero motore prima del PMI. Questo è il picco della pressione interna della combustione (ICP), che di solito vale 800 psi in un motore normalmente aspirato e 1000 psi in uno turbocompresso. L'elevata pressione forza il pistone in basso verso il PMI: 800 psi che incidono su un pistone da 5 1/4 in. producono una forza di oltre 17000 lb (*oltre 7800 kg, ndt*). Quando il pistone scende, la carica si espande, pressione e temperatura si convertono in energia meccanica. Poco prima che il pistone raggiunga il PMI, la valvola di scarico inizia ad aprirsi. Dato che la pressione nel cilindro è molto superiore a quella ambiente, i gas combusti iniziano a fluire dalla valvola aperta all'impianto di scarico, in un processo chiamato blowdown.

scarico: al punto (4) il pistone raggiunge il PMI e ancora una volta inverte la direzione verso il PMS. Quando il pistone sale, comprime ciò che resta della carica precedente e la sospinge fuori dalla valvola di scarico. Poco prima che il pistone raggiunga il PMS, la valvola di aspirazione inizia ad aprirsi in modo da esserlo completamente quando il pistone raggiunge il punto (1) e inverte la direzione per la corsa di aspirazione. Il breve periodo durante il quale entrambe le valvole di aspirazione e scarico sono aperte è noto come "valve overlap interval".

A causa del rapporto di compressione basso, i motori a pistoni con accensione a scintilla sono ancora più inefficienti, proprio come quelli a ciclo Otto. Generalmente convertono solo un terzo circa dell'energia chimica del combustibile in energia meccanica e ne gettano quasi la metà attraverso lo scarico e il restante sesto in energia irraggiata dai cilindri e dal radiatore dell'olio. Spostarsi verso la benzina senza piombo non ci aiuterà per nulla. I motori Diesel con il loro rapporto di compressione più elevato costituiscono la nostra migliore speranza per futuri motori aeronautici più efficienti.

