

Manuale per l'utilizzo di AutoCARB

Davide Maieron

23 febbraio 2021

Indice

1	Introduzione	3
1.1	Ipotesi	3
1.2	Descrizione del modello matematico	3
2	Download e installazione del programma	4
3	Avvio del programma	5
4	Interfaccia grafica del programma	6
5	Input	7
5.1	Input dimensionali del Venturi	7
5.2	Input dimensionali dei condotti del carburante	8
5.3	Input fisici	10
6	Precisione del modello implementato	11
6.1	Errori nel circuito del carburante	11
6.2	Errori nel circuito dell'aria	12

1 Introduzione

Quest'applicazione verifica la carburazione mediante un modello analitico, il quale prende in considerazione delle ipotesi semplificative.

1.1 Ipotesi

1. Si trascurano gli effetti dinamici, assumendo il flusso d'aria e il flusso di benzina stazionari. Gli effetti dinamici sono dati dalla periodica aspirazione di carica fresca operata da ogni cilindro, il flusso può essere instazionario anche in condizioni di regime e carico costanti.
2. Con la nuova versione del software l'ipotesi di fluido incomprimibile viene utilizzato solo per la benzina, l'aria invece la si studia come un gas ideale.
3. Si trascurano le perdite di carico e gli scambi di calore con le pareti fino alla sezione di ingresso del convergente.
4. Si considera $C_{C'} < C_{D'}$.

1.2 Descrizione del modello matematico

Il modello matematico si basa principalmente sulla teoria degli ugelli, nella quale si considera l'aria come un gas perfetto soggetto a trasformazioni adiabatiche. La stima del calore specifico dell'aria a pressione costante, avviene tramite le "tabelle di Janaf".

La benzina invece, come nella passata versione, viene considerata ancora come un fluido incomprimibile, tale ipotesi seppur sia un'approssimazione è coerente con la natura fisica del fluido in esame.

Per quanto riguarda le perdite distribuite il programma riesce a calcolare il fattore di attrito, simulando in maniera quasi perfetta il diagramma di Moody. Infine si considerano le perdite di carico (distribuite e concentrate) calcolando il coefficiente di efflusso, il quale in aggiunta ci fornisce il contributo dato dalla contrazione della vena fluida. Voglio sottolineare che il coefficiente delle perdite concentrate "K", presente nell'equazione è da usare "solo se ci sono elementi di perdita aggiuntivi nell'ugello o condotto considerato, non bisogna assolutamente inserire i coefficienti delle geometrie del convergente o del divergente, le quali vegono già implementate con i parametri geometrici presenti nella stessa (lunghezza e diametro).

Per approfondire l'equazione del coefficiente di efflusso della benzina che ho utilizzato nel modello, leggete l'articolo pubblicato su [Matematicamente](#).

Mentre per quanto riguarda il coefficiente utilizzato per l'aria, ho utilizzato un modello per fluidi comprimibili e di moto sub critico descritto e dimostrato nell'[articolo](#) del professor S.L.Bragg dell'università di Pittsburgh.

2 Download e installazione del programma



Figura 1: pagina di download

Per prima cosa dovete recarvi sulla pagina dedicata al download del software tramite il seguente link:

<https://github.com/dogengineer/AutoCARB/releases/>

Ovviamente vi consiglio di scaricare l'ultima versione rilasciata.

1. **AutoCARBwininstaller.zip**

Questa versione scarica e installa tutto il software necessario (Matlab) sul vostro computer e rende l'applicazione disponibile e funzionante. Questa è la versione consigliata per gli utenti meno esperti. Una volta scaricati i file compressi dovete estrarli in una cartella e fare un doppio click sul file "exe" per avviare la procedura di installazione.

2. **AutoCARBwin.zip**

Questa è una versione lightweight del programma, che richiede come pre-requisito l'installazione del runtime Matlab R2020b. Consigliata ad utenti più esperti.

3 Avvio del programma



Figura 2: Icona e splash page del programma

Una volta installato il programma, potrete aprirlo cliccando con il mouse sull'icona creata appositamente, dopodichè ci sarà un piccolo tempo di caricamento e infine vi comparirà la splash page come quella che potete vedere in figura 2.

Soprattutto per il primissimo caricamento dovrete aspettare un tempo maggiore per l'avvio del programma, tutto ciò è normale dato che il vostro computer dovrà far avviare tutti i runtime di matlab necessari a caricare AutoCARB.

4 Interfaccia grafica del programma

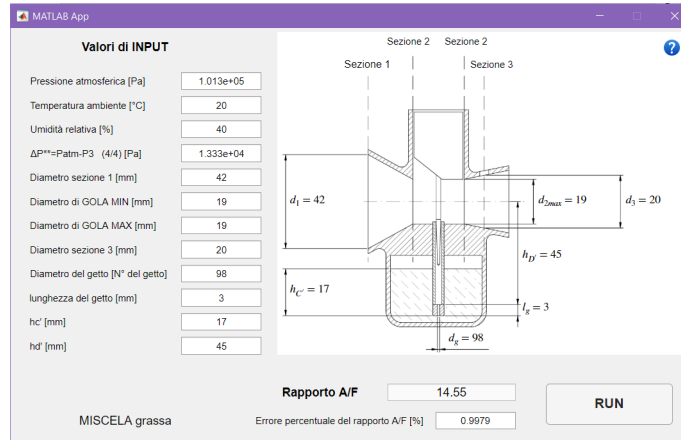


Figura 3: Interfaccia di AutoCARB

1. **Schema del carburatore:** Si tratta di un'immagine interattiva, nella quale potrete leggere i valori dimensionali del carburatore in vostro possesso mano a mano che gli inserirete nella colonna degli input.
2. **Colonna degli input:** Si tratta della colonna a sinistra dello schema del carburatore ed è quella nella quale andrete a inserire i dati e le misure necessarie per i calcoli matematici contenuti nel software. Voglio sottolineare che è fondamentale rispettare le unità di misura segnate negli "editor" tra le parentesi quadre.
3. **Pulsante RUN:** Serve per dire al programma di avviare tutti i calcoli con i parametri impostati. Subito dopo averlo premuto, vi comparirà una barra di caricamento, il quale indicherà lo stato dei calcoli matematici presenti nel programma.
4. **Rapporto A/F:** Nel riquadro del "rapporto A/F", il programma trascriverà il valore del rapporto della quantità di portata in massa di aria e di benzina che passerà nella gola del venturi. In quelli sottostanti invece verrà trascritto a sinistra se la miscela risulta grassa, magra o stechiometrica¹ e in quello più a destra verrà segnato il valore dell'errore percentuale di "A/F" rispetto al rapporto stechiometrico.
5. **Help:** Premendo con il mouse sopra il punto interrogativo, vi si aprirà il medesimo documento Pdf.

¹ATTENZIONE: Dato che il range della miscela stechiometrica è molto ristretto può capitare di non raggiungerlo, in tal caso vi consiglio di scegliere i parametri di miscela grassa più vicini ad esso.

5 Input

5.1 Input dimensionali del Venturi

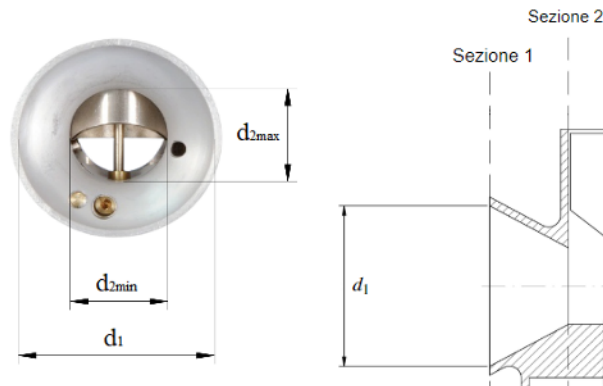


Figura 4: A destra troviamo il convergente e a sinistra la sua sezione.

- **Diametro sezione 1 – d_1 – [mm]:**
Si tratta del diametro massimo del convergente².
- **Diametro di GOLA MIN – d_{2min} – [mm]:**
Si tratta del diametro minimo della gola, che si trova in prossimità della sezione 2. In certi casi è uguale al diametro di gola massimo³ (nel 19 polini è così).
- **Diametro di GOLA MAX – d_{2max} – [mm]:**
Si tratta del diametro massimo della gola che si trova in prossimità della sezione 2.
- **Diametro sezione 3 [mm]:**
Si tratta del diametro della sezione ove si trova lo sfiato (in genere utile per il rubinetto a depressione) che utilizzerete per misurare la pressione differenziale " ΔP^{**} ".

²N.B. Consiglio di utilizzare un calibro per la misura di tutte le parti.

³Alcuni carburatori possiedono una gola a forma ellittica, dunque bisognerà misurare i due "diametri" sugli assi di simmetria della stessa.

5.2 Input dimensionali dei condotti del carburante

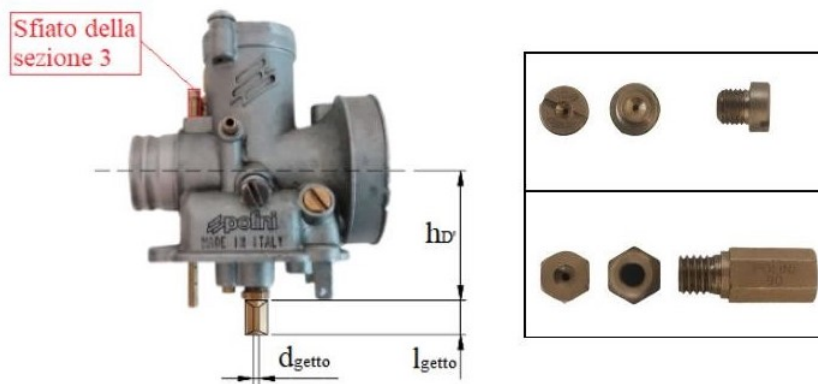


Figura 5: La figura di sinistra rappresenta il corpo del carburatore, il getto del massimo, il pulverizzatore e lo spillo. La figura di destra raffigura il tipico getto della dell'Orto e in basso quello tipico della Polini

- **Diametro del getto – d_{getto} – [mm]:**

Come illustrato in figura 5 si tratta di un parametro che di norma viene impresso sul getto stesso, il quale rappresenta il valore calibrato che in genere si riferisce al diametro del getto (come ad esempio nei carburatori della dell'orto e in quelli della polini).

Bisogna fare attenzione però che specialmente nei getti dei carburatori giapponesi, il valore fa riferimento alla portata del combustibile che ci passa attraverso.

- **Lunghezza del getto – l_{getto} – [mm]:**

Lunghezza del diametro calibrato del getto.

Ergo non stiamo parlando della lunghezza totale, ma solo di quella del condotto che determina la portata effettiva del combustibile.

- **h_C [mm]:**

Altezza che si interpone tra il pelo libero della benzina contenuta nella vaschetta e l'ingresso del condotto calibrato del getto.

Consiglio tale procedura:

1. Smontare il carburatore.
2. Riempirlo di benzina fino ad alzare tutto il galleggiante.
3. Riaprire la vaschetta, misurare o segnare il livello del "pelo libero" della benzina.

4. Una volta capito dove si trova il "pelo libero", misurare la distanza dalla testa del getto alla fine della vaschetta, per poi sottrarre la distanza del pelo libero⁴.

- **h_D [mm]:**

Altezza che si interpone tra l'uscita del getto e l'asse di simmetria della gola.



Figura 6: Calibro digitale e calibro analogico.

⁴Con "pelo libero" intendo la superficie di fluido (nel nostro caso la benzina contenuta nella vaschetta del carburatore) a contatto con l'aria.

5.3 Input fisici



Figura 7: Barometro, igrometro e manometro differenziale.

- **Pressione Atmosferica [Pa] e Temperatura Ambiente [°C]:**
Misurabile tramite un barometro e un termometro o trovabile sugli eventuali siti meteorologici.
I siti che consiglio sono quelli dell'aeronautica militare e dell'Arpa.
- **Umidità relativa [valore percentuale]:**
Misurabile tramite un igrometro o trovabile in rete (è un dato percentuale).
- **$\Delta P^{**} = |P_{\text{atm}} - P_3|$:**
Per misurarla vi consiglio di utilizzare un manometro differenziale⁵ o un manometro per pompe del carburante (Il costo medio si aggira intorno ai 20/40 euro). Occhio che i manometri differenziali digitali economici arrivano a misurare al massimo 14 KPa di pressione.

Procedura consigliata:

1. Collegate il manometro ad uno degli ugelli che si trovano sul divergente del carburatore (quelli di norma usati per il rubinetto a depressione), ovvero in prossimità della sezione 3.
2. Accendete il motore e portatelo al massimo numero di giri, aprendo tutta la manopola del gas (ovviamente fate tali operazioni a motore caldo).
3. Leggete la misura della pressione segnata dal manometro differenziale e se necessario convertitela in Pascal.

⁵Potreste anche utilizzare un normale manometro purchè garantisca il giusto range di pressione. Un'ulteriore alternativa, sono i sensori di pressione, i quali online si trovano veramente a poco, però di norma comportano l'utilizzo di strumenti costosi come gli oscilloscopi.

6 Precisione del modello implementato

In questo ultimo paragrafo voglio chiarire due questioni: qual'è la destinazione d'uso del programma e quanto esso è preciso.

Lo scopo di AutoCARB è quello di fornire a tutti uno strumento versatile e semplice, per stimare il valore del getto del massimo, che permetta di ottenere il valore del rapporto aria combustibile, più vicino possibile al rapporto stechiometrico.

Ricordo e sottolineo che per ora il programma stima la carburazione solo per il circuito del massimo, ovvero quando la depressione generata dal motore è massima e la ghigliottina è pienamente alzata.

6.1 Errori nel circuito del carburante

Voglio ribadire che il metodo è puramente analitico, ergo si deve per forza basare su delle ipotesi semplificative, le quali produrranno degli errori. Ad esempio nel circuito della benzina, ad ora in determinate condizioni geometriche, si possono registrare errori vicini al 10% dovuti soprattutto:

- Alle vorticosità che la geometria del condotto impone al fluido, come quelle illustrate in figura 8.
- Alla non considerazione dagli effetti dissipativi dati dallo spillo all'interno del polverizzatore (anche se pur minimi nel caso della massima apertura della ghigliottina).
- Alla trascurazione degli effetti dinamici del motore, i quali possono creare delle onde di pressione, le quali oltre a danneggiare il flusso d'aria vanno a disperdere (soprattutto quando i giri del motore sono elevati) il combustibile uscente dal polverizzatore, figura 8.
- infine ci sono pure i problemi dati alle diverse geometrie dei condotti, i quali non sono tutti uguali (ogni marca di carburatore varia le proprie) e soprattutto non sono di tipologia ideale.

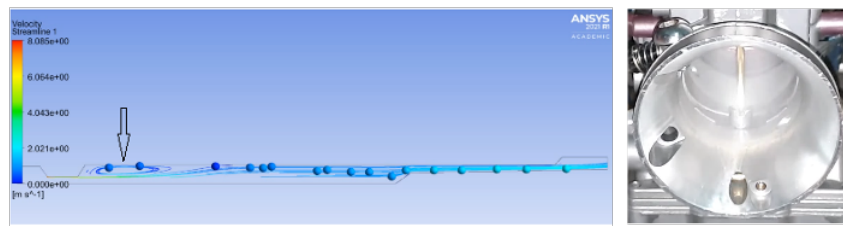


Figura 8: A sinistra è rappresentata la simulazione cfd del getto, la freccia nera indica la zona di vorticosità del flusso. A destra c'è la foto dell'effetto prodotto dalle contropressioni prima citate.

6.2 Errori nel circuito dell'aria

I carburatori teoricamente non sono dei condotti convergenti-divergenti perfetti, anzi in certi casi sono così lontani dalle geometrie ideali che probabilmente diventano quasi impossibili da modellizzare analiticamente.

Osservando la figura 9, il carburatore a sinistra ha una geometria del convergente che definirei "spigolosa", la quale fluidodinamicamente parlando, genera nel flusso enormi perdite di carico, nonchè aumenta l'effetto della contrazione della vena fluida.

Sempre a figura 9 nella foto a destra, notiamo che oltre alla geometria "spigolosa", la gola e il convergente non sono assialsimmetrici, ciò comporta variazioni indefinibili analiticamente della dinamica del flusso d'aria.

Con ciò è altamente sconsigliato, considerare validi i risultati per geometrie lontane da quelle del classico venturi, il quale presenta il convergente e il divergente raccordati con la gola.

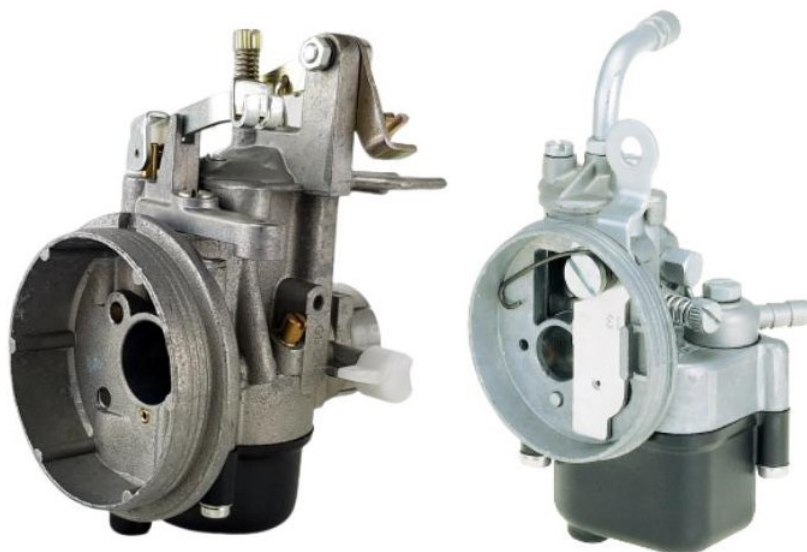


Figura 9: Il carburatore a sinistra è un tipico carburatore dell'Orto montato sulle vespe, mentre quello a sinistra si tratta del carburatore di serie montato sul Piaggio Ciao