

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria dell'energia

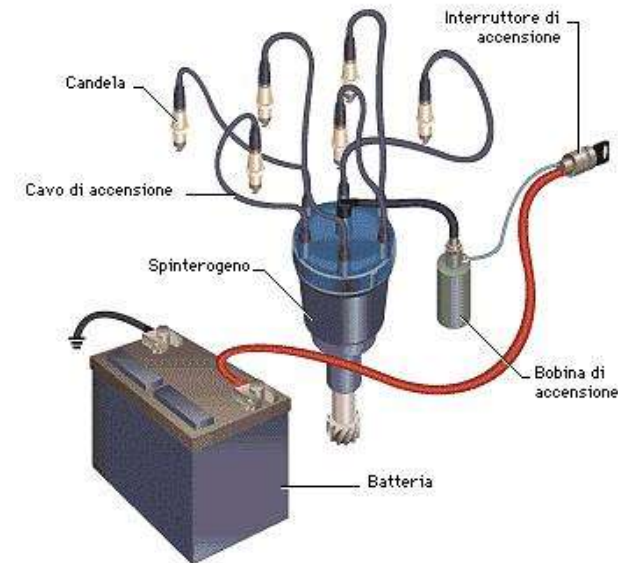
Relazione per la prova finale
«Incremento di performance e
riduzione dei consumi dei motori a
combustione interna derivanti dal
sistema di accensione»

Tutor universitario: Prof. Giorgio Pavesi

Laureando: *Davide Marchini*

Padova, 23/09/2022

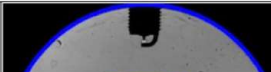



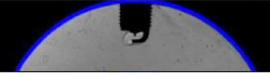


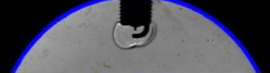
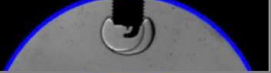






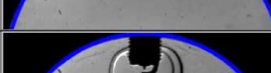
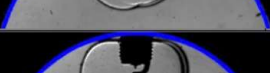
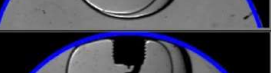

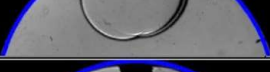
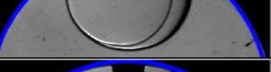
L'attenzione ai consumi e la diminuzione degli inquinanti sono tematiche che stanno acquisendo sempre più importanza. Uno dei modi per ottenerle è tramite il miglioramento dei sistemi di accensione per garantire una combustione più efficiente



- La candela d'accensione è il dispositivo elettrico inserito nella testa di ognuno dei cilindri atto a generare una scintilla che avvii la combustione della carica fresca.
- Alla candela viene applicata una ben precisa tensione di migliaia di volt generata dalla bobina, la differenza di tensione fra i due elettrodi è crescente fino a superare la capacità isolante della miscela di aria e benzina
- Costituita da:
 - Terminale
 - Corpo ceramico
 - elettrodi

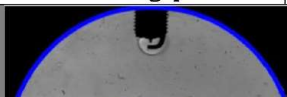
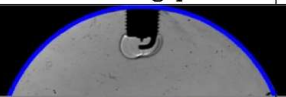
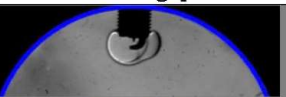
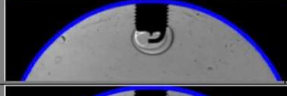
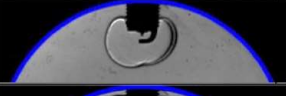
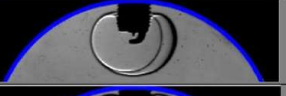
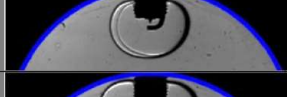
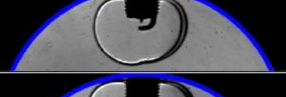
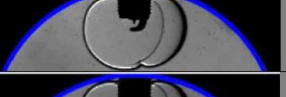





- La distanza tra gli elettrodi è importante perché con l'aumentare di questa, è richiesta sempre più energia per rompere il dielettrico della carica fresca, e si potrebbe arrivare a un punto in cui la scarica non parte o parte parzialmente. Tuttavia, una distanza troppo corta porterebbe a una scintilla troppo piccola per una completa combustione. Inoltre influenza la formazione iniziale del nocciolo di fiamma, e di conseguenza la propagazione del fronte di fiamma, e quindi delle performance del motore.
- La temperatura dei terminali deve essere bassa abbastanza da evitare pre-accensioni, ma alta abbastanza da evitare la formazione di incrostazioni
- Confrontando la variazione di prestazioni e di consumi utilizzando tre diverse candele con GAP rispettivamente di 1mm, 1.2mm, 1.4mm in una camera di combustione a volume costante, singolo cilindro, per avere risultati più attendibili si ottiene la tabella:

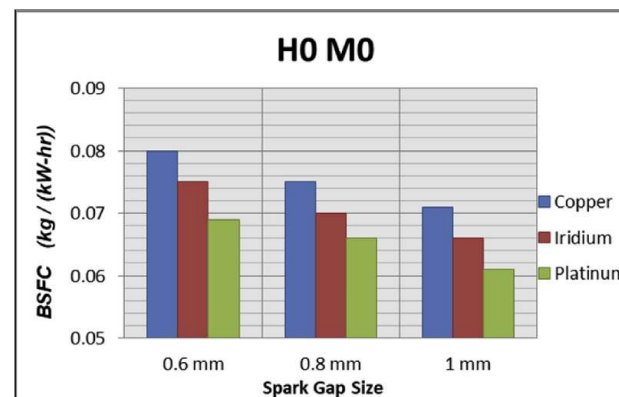
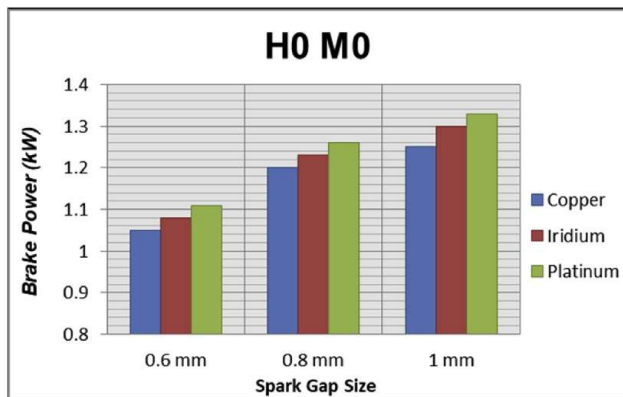
Time (ms)	1mm gap	1.2 mm gap	1.4 mm gap
0.1			
2.1			
4.1			
6.1			
8.1			
8.6			
10.1			

Dopo 8ms il fronte di fiamma per un gap di 1.4mm è tre volte più esteso di quello da 1mm. Aumentando il GAP si ha un'accensione più energetica, con un volume di plasma coinvolto maggiore, e di conseguenza un maggiore contatto con la carica fresca che deve ancora bruciare. Inoltre un piccolo GAP aumenta le perdite, questo perché il calore è tutto concentrato in un piccolo spazio, e quindi la dissipazione è meno efficiente. Inoltre un maggiore GAP espone più volume di carica fresca, e questo è un vantaggio quando si utilizzano miscele magre, perché essendo povere di benzina potrebbero non innescarsi correttamente.

I risultati ottenuti si riferiscono a un rapporto di equivalenza $\varphi=1$, cioè un rapporto aria-benzina pari al rapporto stechiometrico. Con $\varphi<1$ la miscela è magra, invece $\varphi>1$ la miscela è grassa. Ripetendo lo stesso esperimento, ma variando φ , la tabella riporta i risultati ottenuti dopo 6ms:

	1mm gap	1.2 mm gap	1.4 mm gap
$\varphi=0.9$			
$\varphi=1$			
$\varphi=1.1$			
$\varphi=1.2$			

- Confrontando l'effetto sulle prestazioni e sul consumo specifico di un motore aspirato monocilindrico (con la possibilità di variare φ) di tre tipi di candele diverse: Tradizionali (rame-nichel), Iridio e Platino; con un GAP di 0.6mm 0.8mm 1.0mm. Si ottengono i seguenti grafici:

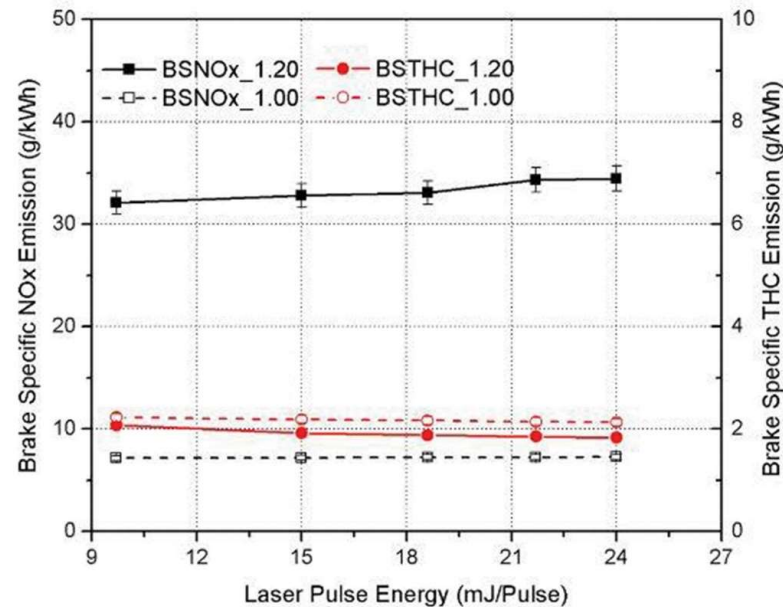
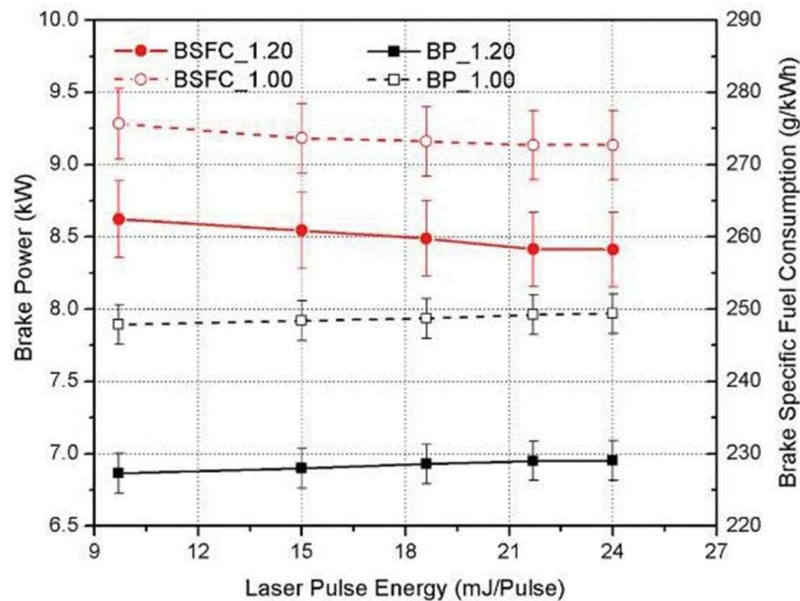


- L'utilizzo del tipo al platino e all'iridio comporta un aumento delle prestazioni con ogni tipo di miscela. In particolare per il platino aumenta le prestazioni tra il 2% e il 4%.
- L'aumento di GAP corrisponde a un aumento di potenza.

La carburazione magra comporta un'erosione precoce degli elettrodi sulle candele convenzionali, una soluzione è l'utilizzo di una accensione laser che non avendo elettrodi permette una vita utile maggiore

L'utilizzo del laser comporta un più rapido aumento di pressione, velocità di fiamma e stabilità di compressione

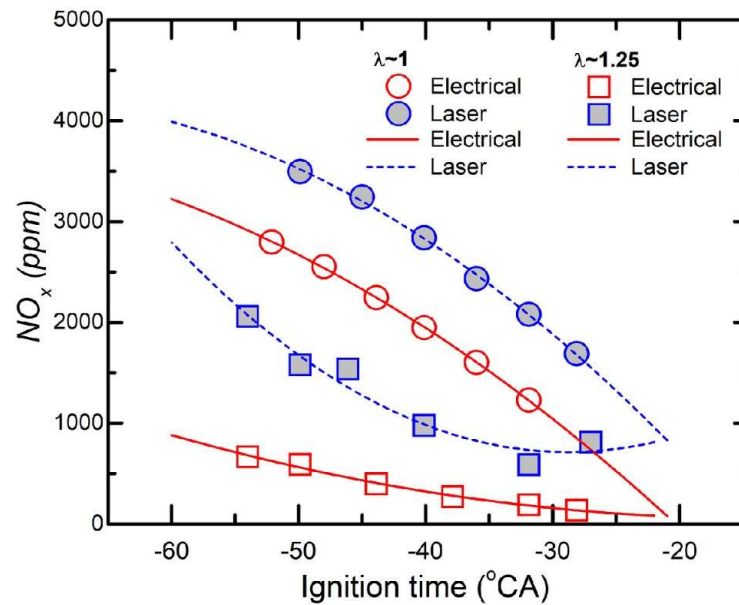
Di seguito è possibile vedere i grafici che confrontano consumi, emissioni e potenza al variare dell'energia del laser



Osservando i grafici si nota il motivo per il quale l'accensione laser non è comunemente utilizzata, e questo è per via dell'aumento vertiginoso delle emissioni di Nox.

La formazione di NO_x dipende da tre parametri: il livello di ossigeno disponibile, la temperatura massima e la durata della combustione. A parità di ossigeno (stesso rapporto di equivalenza), anticipando la fase di accensione aumentano anche gli Nox in quanto aumentano le temperature.

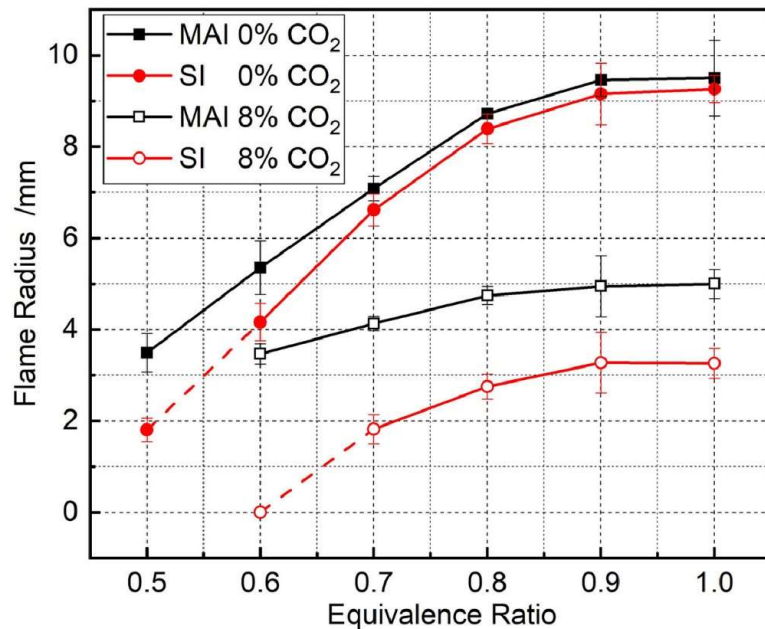
Come si può notare per rapporti stechiometrici gli Nox aumentano del 46%, e per rapporti magri arrivano a picchi del 287%



Un vantaggio dell'accensione laser è che aggiustando il fuoco può essere posizionato più in profondità nella camera di combustione, in modo da avere una detonazione a 360 gradi. Il problema di questa soluzione è che alza ulteriormente le temperature, e quindi anche gli NO_x

- Una soluzione alla formazione degli Nox è l'utilizzo del sistema EGR (ricircolo dei gas caldi). L'idea è quella di reimmettere gas caldi esausti in aspirazione al 5-10% in quanto, privi di ossigeno, aumentano il raffreddamento. La diluizione quindi comporta una riduzione della densità, della temperatura e limita la formazione del nocciolo di fiamma e quindi la stabilità dell'accensione.
- MAI (Microwave Assisted spark Ignition) è un sistema a microonde che deposita energia sulla scarica di plasma formata dalla candela tradizionale per un tempo preciso che dipende dal tipo di carica fresca. La CO₂ contenuta nella miscela potrebbe alterare la reazione cinetica di attenzione.

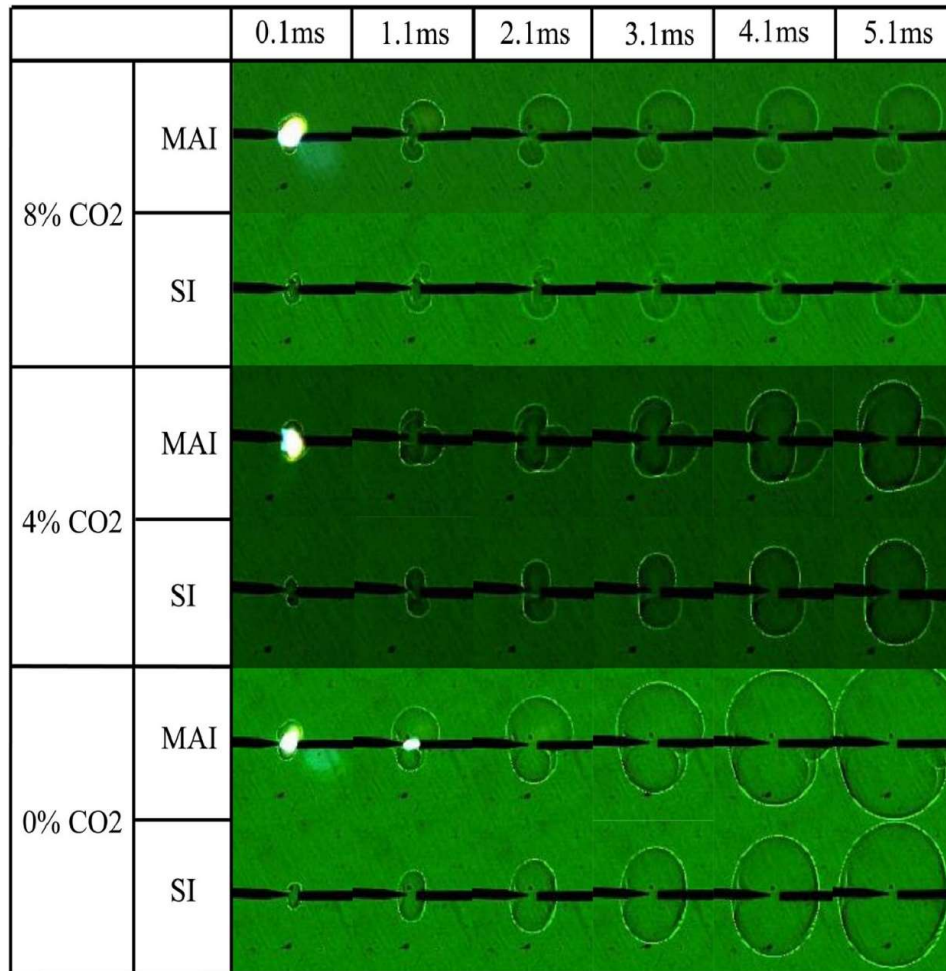
Di seguito si vedono i risultati di un esperimento con lo 0% e l'8% di diluizione di CO₂ comparando MAI con SI.



La linea tratteggiata è dove non avviene l'accensione.

Senza diluizione MAI estende il rapporto di equivalenza da 0.6 e 0.5, e l'effetto diminuisce all'avvicinarsi del rapporto stechiometrico. Con la diluizione all'8% il raggio di fiamma è notevolmente ridotto, ma il limite del rapporto di equivalenza va da 0.7 a 0.6.

Inoltre, anche se MAI aumenta sempre il raggio di fiamma, quando la diluizione è all'8% l'aumento è molto più grande (circa 60%) e questo indica un grande potenziale



- In condizioni non diluite, un aumento del rapporto di equivalenza indica una maggiore velocità di fiamma e quindi il fronte di fiamma si allontana più velocemente.
- Con MAI il limite di diluizione passa dall' 8% al 20%.
- Quanto discusso è possibile vederlo attraverso una camera ad alta risoluzione:
 - Nel caso 0% il punto luminoso dura per più tempo, indicando un'iterazione maggiore con le microonde
 - La diluizione comporta un decadimento più rapido

