

## QUOTA DI PARTECIPAZIONE

La quota di partecipazione al corso, comprensiva di materiale didattico, pranzi e coffee break è di: 550,00 Euro (+IVA 20%).

## SCHEDE DI ISCRIZIONE

Nome e Cognome \_\_\_\_\_  
Azienda/Ente \_\_\_\_\_  
Indirizzo \_\_\_\_\_  
Comune \_\_\_\_\_ CAP \_\_\_\_\_ Prov. \_\_\_\_\_  
Tel \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_ PIVA \_\_\_\_\_  
Email \_\_\_\_\_  
Data \_\_\_\_\_ Firma \_\_\_\_\_

Si prega di inviare la scheda di prenotazione **via fax al numero 035-362970, (entro 5 giorni dall'invio del fax contattare telefonicamente la segreteria per conferma avvenuta ricezione), allegando copia del bonifico bancario** di Euro 660,00 (IVA compresa) effettuato a favore di TCN S.Cons.a r.l. via della Stazione, 27 - Fraz. Mattarello - 38100 Trento sul c/c 03/304330, ABI 08304, CAB 01804 della CASSA RURALE DI TRENTO Ag. Via Don Sordo.

IBAN: IT 35 S 08304 01804 000003304330

La fattura verrà inviata dopo lo svolgimento del corso.

**L'iscrizione ed il pagamento del corso (tramite carta di credito o bonifico bancario) possono essere effettuate anche collegandosi all'indirizzo web: [www.consorziotcn.it](http://www.consorziotcn.it).**

E' fissato il numero massimo di 25 partecipanti al corso.

Per annullare l'iscrizione al corso contattare telefonicamente la segreteria almeno 7 giorni prima della data di inizio del corso.

**L'attestato di partecipazione è valido con riferimento all'iniziativa europea dell'albo degli analisti certificati.**

## SEDE

CRF S.C.p.a. - Strada Torino 50 - 10043 Orbassano (TO) - Italy - Sala C AUTOSTRADE - A21-A6 Piacenza-Savona  
Tangenziale direzione Milano - Uscita Orbassano  
A4 Milano-Venezia - A5 Aosta - A32 Frejus  
Tangenziale direzione Piacenza-Savona - Uscita Orbassano  
TRENTO - Dalla stazione Centrale di Porta Nuova è raggiungibile in TAXI (15 km)  
AEREO - Aeroporto Caselle.  
PULLMAN - Linea 5 (direzione Orbassano).

**Per maggiori informazioni sulla sede del corso visitare il sito [www.consorziotcn.it](http://www.consorziotcn.it)**

## PER ULTERIORI INFORMAZIONI

**Consorzio TCN Segreteria Organizzativa** - Sig.ra Mirella Prestini  
Via Galimberti, 8/A - 24124 Bergamo - Tel. 035-368711 - Fax. 035-362970  
E-mail: [info@consorziotcn.it](mailto:info@consorziotcn.it)

# TCN

Tecnologie per il calcolo numerico  
:: Centro Superiore di Formazione

## CFDBTA11-08

Orbassano (TO) - Maggio 14-16, 2008

## Simulazione Termofluidodinamica Monodimensionale di Motori ad Accensione Comandata

Il corso è inserito nel programma di formazione 2008 del Consorzio TCN (Tecnologie per il Calcolo Numerico). Fondato dal CRS4 (Cagliari), dal Centro Ricerche Fiat (Orbassano), dall'ITC-IRST (Trento) e dalla EnginSoft (Trento), il Consorzio ha l'obiettivo di promuovere attività di Alta Formazione per preparare, attraverso percorsi formativi mirati, le risorse chiave per assicurare la competitività delle imprese, sfruttando le potenzialità offerte dalle nuove tecnologie. [www.consorziotcn.it](http://www.consorziotcn.it)

# Simulazione Termofluidodinamica Monodimensionale di Motori ad Accensione Comandata

CFDBTA11-08

*Livello: avanzato*

*Tipologia: corso teorico/applicativo*

*Docenti: Prof. Fabio BOZZA, Professore Ordinario, Dipartimento di Ingegneria Meccanica per l'Energetica - DIME, Facoltà di Ingegneria, Università di Napoli "Federico II", Via Claudio, 21 - 80125, Napoli, Italia; e-mail: fabio.bozza@unina.it*

## DESCRIZIONE INTRODUTTIVA

La continua necessità di ottimizzazione dei propulsori per autotrazione dal punto di vista delle prestazioni e dei consumi, nonché delle emissioni inquinanti e acustiche, richiede la messa a punto di tecniche di simulazione sempre più affidabili e allo stesso tempo di rapida esecuzione.

Un buon compromesso tra accuratezza dei risultati numerici e rapidità di calcolo è oggi garantita dai modelli fluidodinamici monodimensionali. A differenza di quanto si verifica nei più complessi modelli 3D, tale approccio modellistico consente di schematizzare l'intero motore dalla bocca di aspirazione al terminale di scarico e di prevedere con buona accuratezza le curve di prestazione del propulsore (coppia, potenza, consumo specifico) a monte del loro processo di sviluppo. Tale tipologia modellistica ben si presta inoltre ad essere utilizzata accoppiata a strumenti di ottimizzazione numerica (ad esempio ModeFrontier), al fine di pervenire a tecniche di progetto ottimizzate. Software di tipo commerciale basati su modelli monodimensionali sono oggi ampiamente diffusi nell'industria motoristica (GTPower, Wave, Boost, etc.) e vengono utilizzati per definire le caratteristiche preliminari del propulsore in termini di fasatura, geometrie dei collettori di aspirazione e scarico, scelta di un eventuale sistema di sovralimentazione, etc. Un ulteriore utilizzo di tali software è relativo allo sviluppo delle strategie di controllo elettronico (scelta dell'angolo di anticipo ottimale, regolazione della farfalla, dei sistemi di fasatura variabile e di un eventuale sistema EGR, regolazione dell'apertura della turbina in turbocompressori a geometria variabile, etc.). Infine tali analisi usualmente forniscono le condizioni iniziali e al contorno per l'ulteriore approfondimento delle indagini a calcolo per le analisi fluidodinamiche tridimensionali o per quelle vibroacustiche in problemi di NVH del propulsore e del veicolo.

## OBIETTIVI

Obiettivo del corso è quello di fornire le conoscenze di base e gli strumenti metodologici utili ad affrontare e risolvere con approccio monodimensionale problemi di fluidodinamica e combustione di interesse motoristico. Le nozioni fornite e gli esempi proposti hanno lo scopo di mettere in luce le principali potenzialità e limitazioni dei modelli di simulazione 1D nella progettazione e sviluppo dei moderni propulsori per autotrazione.

Si fornirà una descrizione metodologica di base dei fenomeni di interesse e si offrirà una panoramica delle caratteristiche dei codici di calcolo oggi presenti sul mercato. Si metteranno in luce in particolare gli aspetti legati al carattere instazionario, turbolento e reagente dei flussi in esame, ed alla eventuale presenza di fenomeni di combustione anomala (detonazione). Si forniranno inoltre elementi di base di turbolenza e di cinetica chimica e si descriveranno i legami esistenti tra la fase di riempimento del cilindro e la successiva fase di combustione. Si farà un cenno inoltre ad opportuni sottomodelli per la predizione delle sostanze inquinanti (CO, HC ed NOx) ed alla possibilità di un calcolo integrato 1D-3D.

Si presenteranno infine alcuni esempi di applicazione delle tecniche di analisi numerica descritte su motori a benzina, e particolare attenzione verrà posta nel descrivere i processi di validazione dei codici in uso, effettuati sulla base di dati acquisiti su motori al banco.

## DESTINATARI

Progettisti di motori a combustione interna che vogliano orientarsi all'uso dei metodi di simulazione numerica 1D, comprendendone caratteristiche e potenzialità utili alla pratica progettuale. Utenti di codici di calcolo commerciali, che intendano approfondire alcuni aspetti termo-fluidodinamici dei processi che hanno luogo in camera di combustione.

## PREREQUISITI

Data la natura applicativa del corso non sono richieste conoscenze specifiche nel campo dell'analisi numerica. Il corso è rivolto a laureati in ingegneria meccanica o chimica, in fisica o altre discipline scientifiche, ma anche ai diplomati tecnici, qualora essi possiedano una sufficiente cultura matematica e fisica di base. Pur non trattando nel dettaglio i modelli su cui sono basati i codici di simulazione in uso, se ne daranno comunque riferimenti bibliografici, per chi volesse effettuare ulteriori approfondimenti.

## MATERIALE DIDATTICO

Ad ogni partecipante al corso verranno fornite delle dispense/note relative agli argomenti trattati, assieme a copie delle presentazioni in Powerpoint utilizzate durante le lezioni

## PROGRAMMA

### Prima Giornata

Conoscenze di base e descrizione delle tecniche di simulazione:

- 09:00 Introduzione al corso.
- 10:00 Considerazioni di carattere generale sui Motori a combustione interna.
- 11:00 Pausa Caffè.
- 11:30 Ruolo della simulazione numerica. Gli approcci modellistici.
- 12:30 Analisi termodinamica zero-dimensionale.
- 13:30 Pausa Pranzo.
- 14:30 Modelli 0D per la diagnostica (legge di rilascio del calore).
- 16:00 Pausa Caffè.
- 16:30 Limiti approccio 0D.
- 18:00 Conclusione

### Seconda Giornata

Modelli di combustione turbolenta. Modelli 1D:

- 09:00 Processo di combustione: analisi sperimentale su motore ad accesso ottico
- 10:00 Velocità di propagazione del fronte di fiamma. Cenni sulla geometria Frattale.
- 11:00 Pausa Caffè.
- 11:30 Modelli di combustione "multi zona" frattale per motori ad accensione comandata.
- 12:30 Modellistica quasi-dimensionale della turbolenza. Integrazione con modelli 3D.
- 13:30 Pausa Pranzo.
- 14:30 Analisi del flusso monodimensionale nei condotti di aspirazione e scarico.
- 16:00 Pausa Caffè.
- 16:30 Modello di simulazione completo. Validazione e confronto con risultati sperimentali.
- 18:00 Conclusione

### Terza Giornata

Modelli di detonazione. Applicazioni:

- 09:00 Fenomeni di combustione anomala: modelli di detonazione.
- 10:00 Definizione dell'angolo di anticipo al limite di detonazione.
- 11:00 Pausa Caffè.
- 11:30 Riduzione degli inquinanti e dei consumi mediante sistemi a fasatura variabile.
- 12:30 Esempi di ottimizzazione con ModeFrontier.
- 13:30 Pausa Pranzo.
- 14:30 Motori Twin-Spark. Strategia di accensione.
- 16:00 Pausa Caffè.
- 16:30 Esempi di modelli integrati 1D-3D.
- 18:00 Conclusione