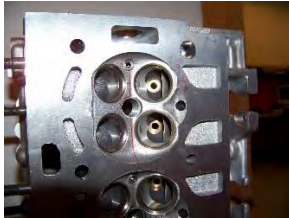


# Installazione di una catena di misura per la combustione al costo di un sensore tradizionale



La nostra esperienza di misura in ambito motoristico inizia quando al posto della candela si applicava il sensore di pressione per visualizzarne all'oscilloscopio il ciclo di pressione a freddo "senza combustione" con l'oscilloscopio in base tempi, inseguendone la sincronizzazione ai diversi giro.

Siamo arrivati a questa applicazione perché a catalogo avevamo un sensore, a quei tempi miniatura, con raccordo 14x1.25 (il passo candela). Il tempo e la tecnologia ha consentito ai sensori di pressione una riduzione di dimensioni ed ha esteso il campo di temperatura; si sono sviluppati analizzatori di combustione sempre più raffinati che, di fatto, sono l'integrazione di schede di acquisizione, calcolo e visualizzatore.

L'evoluzione dell'elettronica corre veloce e oggi si è arrivati in modo compatto all'integrazione di un pc per il calcolo e la gestione e l'hardware di acquisizione, il tutto in un piccolo box imbarcabile.

Dal semplice banco prova motore si è arrivati alle celle motore insonorizzate e condizionate con banchi freno dinamometrici. Per approssimare l'analisi della combustione occorrono, di fatto, investimenti importanti.

Come per tutte le cose, l'esigenza crea una necessità ed allora si cercano altre alternative, altre soluzioni.

Da alcuni decenni con l'integrazione della centralina ECU si sono estese le misure e analisi della combustione per massimizzare le prestazioni, la guidabilità, le emissioni e l'affidabilità direttamente a bordo vettura, senza l'ausilio dell'encoder o ruota fonica all'albero di manovella, una modifica intrusiva che, il più delle volte, non è possibile attuare.

A bordo vettura significa acquisire e analizzare dati su strada o al banco a rulli, un modo per estendere oppure avviare alla cella motore.

L'elettronica e il software configurano sistemi di acquisizione dati ad alte prestazioni e basso costo, la combinazione del modulo di acquisizione NI cDAQ-9136 ed il software **catoolIRT**, assolve al calcolo e analisi della combustione in tempo reale ad un costo estremamente basso.

Calcolo e Analisi includono:

- Rate of Heat Release
- Cumulative Heat Release
- Indicated Power
- Indicated Torque
- Motored Cylinder Pressure Curve
- Estimated Gas Temperature
- Indicated Mean Effective Pressure
- Mass Fraction Burned (Curve and Burn Angles)
- Knock Indices including Knock Factor, Integral, MAPO, Checkel & Dale and Onset Crankangle
- Knock Pressure and Peak
- Maximum Cylinder Pressure Value and Crankangle
- Maximum Cylinder Pressure Gradient value and Crankangle
- Maximum Cylinder Pressure at Intake Valve Opening
- Minimum Cylinder Pressure at Exhaust Valve Closing
- Estimated Trapped Gas Mass and Load
- Wiebe Parameters

- Injection Timing and Duration
- Fast Fourier Transform
- Polytropic Indices
- Full Statistics for all parameters

L'altro aspetto che ha esteso l'applicazione di misura di combustione è stata l'introduzione della tecnologia a fibra ottica del sensore di pressione. Meccanica e dimensione compatibile con i sensori piezoelettrici, campi di temperatura, risposta in frequenza e caratteristiche tecniche sono omogenee ad un costo molto economico dell'intera catena (sensore-cavo-amplificatore).

L'ultimo limite per qualcuno è la difficoltà di apportare lavorazioni alla testata per l'alloggiamento del sensore. DSPM Industria con il suo servizio completa la fornitura; negli anni abbiamo lavorato testate dal mono cilindro ai V12 F1. Quando sfogliamo la raccolta fotografica ci meravigliamo di quante lavorazioni abbiamo eseguito.

Il nostro servizio è strutturato per una soluzione completa del problema applicativo per l'analisi di combustione con i seguenti costi:

Sensore di pressione a fibra ottica cavo e condizionatore Optrand mod. AutoPSI-TC	€ 1.476,00
Modulo di acquisizione NI USB-6210	da € 812,00
Pacchetto completo software catoolRT	€ 1.826,00
Lavorazione testata per sede sensore singolo cilindro	€ 700,00

## Misurazione della pressione nel cilindro a bordo del veicolo

catoolRT funziona con un'ampia gamma di hardware di acquisizione dati di National Instruments. Può essere utilizzato con sistemi già sviluppati attorno a DRIVVEN d CAT™, NI-CAS™ o Alma HEATIT™.

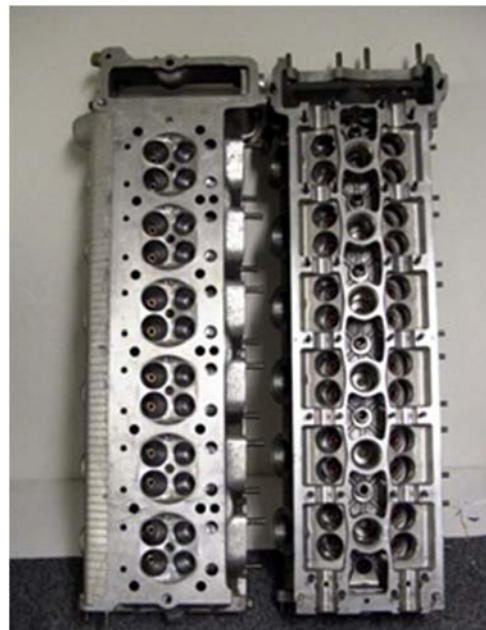
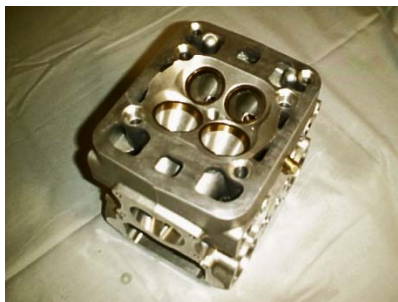
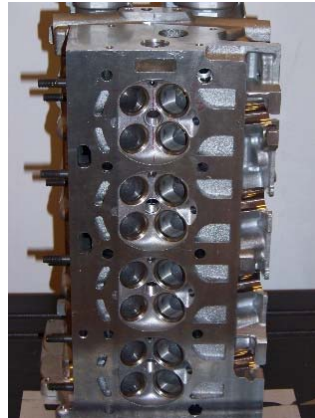
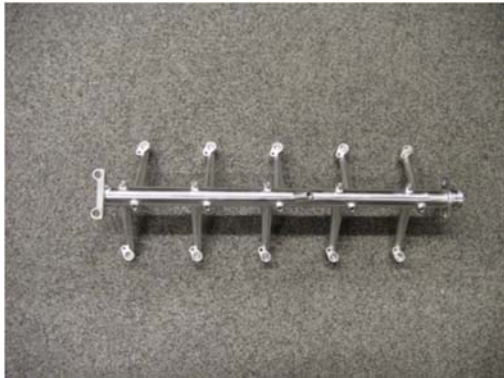
Utilizzando un PC embedded come il National Instrument cDAQ-9136 è possibile registrare dati o generare risultati CANbus senza un laptop, ideale per l'installazione nel veicolo. Ciò rende catoolRT un sostituto completo di AVL X-ion™ o Kistler KiBox® ad un prezzo molto più basso.

## Ciclo indicato del motore

La pressione "indicata" nel cilindro ed il confronto con gli andamenti degli altri cilindri consente all'operatore di controllare l'equilibrio cilindro-cilindro e di verificare i miglioramenti delle prestazioni attraverso modifiche all'hardware del motore come la fasatura della camma e dell'iniettore o le modifiche alla geometria del collettore di aspirazione e scarico. Non è sufficiente puntare alla pressione massima del cilindro o anche ai valori MFB50 quando la caratteristica di combustione è tale da non generare la massima coppia complessiva. Sebbene la coppia indicata sia superiore alla coppia alla ruota a causa del rendimento organico del motore e trasmissione, fornisce una misurazione diretta delle prestazioni che possono essere ottenute con varie tecniche di messa a punto. L'analizzatore di combustione fornirà anche una diretta misurazione dell'ampiezza di Knock del motore o detonazione, che si sta verificando. Ciò è particolarmente importante per lo sviluppo della calibrazione sulla durabilità del motore. Ad un regime elevato del motore, un trasduttore di pressione nel cilindro rileva la detonazione prima di un sensore di Knock.

Pertanto **catoolRT** dispone di ampie capacità di monitoraggio per consentire un sicuro spegnimento di qualsiasi dinamometro. Non c'è da stupirsi quindi se i costruttori Tier 1, i migliori team neli sport motoristici e costruttori di motori, si affidino a questo tipo di tecnologia per sviluppare e perfezionare i loro motori a combustione interna.

# Esempi di alcune testate modificate per l'alloggiamento del sensore in camera: dal monocilindro alla F1



## Domande frequenti sul sistema catoolRT per l'analisi di combustione

*Utilizzo dell'encoder per angolo di manovella?*

No. È possibile utilizzare un sensore di produzione 36-1 o 60-2 denti installato sul motore. Oppure è possibile utilizzare un sensore a effetto Hall direttamente con l'hardware NI, si consiglia l'isolamento ottico. Un sensore a riluttanza variabile (VRS) richiede un certo tipo di elaborazione con alcuni diodi zener per limitare la tensione (ingresso analogico) o per elaborare il segnale a livelli TTL (ingresso digitale).

*Se non ho disponibile un sensore 36-1 o 60-2 denti installato sul motore?*

È possibile configurare il software per diversi sensori, incluso l'utilizzo del modello all'albero a camme per la sincronizzazione. Ad esempio, catoolRT supporta una ruota dentata dell'albero motore a 20 denti con un albero a camme 4-1. Supporta anche le ruote trigger Subaru 36-2-2-2 e Honda 16-3. Contatta il supporto per ulteriore assistenza.

*Ho un encoder angolo di manovella. Quali risoluzioni sono supportate?*

Non ci sono limitazioni fondamentali sulla risoluzione. Se la risoluzione non è elencata nella configurazione può essere inserita manualmente. La risoluzione è specificata in Pulses for Revolution (PPR) e quindi supporta risoluzioni al grado, ad esempio 1000 PPR. Sono supportate risoluzioni molto elevate come 14400 PPR.

*Quale hardware National Instruments è compatibile con catoolRT?*

Vedere l'elenco hardware compatibile. Questo elenco non è definitivo, quindi contattaci se desideri utilizzare qualcosa non menzionato.

*Supportate qualsiasi hardware DAQ non di National Instruments?*

catoolRT è progettato con una architettura per utilizzare qualsiasi hardware DAQ adatto. Contattaci per i tuoi requisiti specifici.

*Tipo di PC necessario per eseguire l'analisi della combustione in tempo reale?*

catoolRT supporta le versioni a 32 e 64 bit di Microsoft Windows 7, 8.1 e 10. Si consiglia un sistema operativo a 64 bit con 8 GB di RAM più.

La potenza di elaborazione richiesta per l'analisi online dipende molto dal numero di cilindri acquisiti, dalla risoluzione di acquisizione e dalle statistiche richieste. catoolRT utilizzerà più core della CPU. Contattaci per verificare l'hardware corrente o preposto. Come regola generale, sarà sufficiente un processore dual core CPU maggiore di 2000.

*Che tipo di trasduttori di pressione di combustione possono essere utilizzati?*

Tutti i sensori dei principali produttori come AVL, d2t, Kistler o Optrand sono compatibili. Questi includono anche adattatori per l'uso in candela o candele. È possibile utilizzare anche candele con rilevamento della pressione come quelle di Beru (Federal Mogul).



*I trasduttori di pressione di combustione sono molto costosi. Cosa può fare catoolRT?*

catoolRT può aiutare in molte aree di sviluppo del motore. Può essere utilizzato per elaborare segnali da iniettore, albero a camme e scintilla per aiutare a diagnosticare, confermare o eseguire il reverse engineering di ciò che l'ECU sta pilotando. Può analizzare il segnale del sensore di battito per fornire un'indicazione della sua intensità. Può anche analizzare le onde di pressione di aspirazione e scarico per determinare in che modo la fasatura delle valvole e la geometria del collettore influiscono sulle prestazioni del motore. Con un sensore di posizione lineare può misurare i profili degli alberi a camme statici o dinamici.

*catoolRT può integrare routine di analisi proprietarie?*

Sì, catoolRT viene fornito con incluse 2 ore di supporto alla programmazione. Questo di solito è sufficiente per includere la tua analisi nel software.

Ciò può avvenire in diversi modi:

- inclusione nel software catool open source
- inclusione nel catoolRT closed-source
- inclusione solo di una versione specifica del cliente di catoolRT
- chiamando una DLL fornita dal cliente
- chiamando un file MATLAB .mo .mex32 / 64

*Quali routine di analisi della pressione di combustione sono disponibili?*

Troverai tutto ciò che è supportato da altri fornitori di analisi della combustione come AVL IndiCom, Kistler, d2t o Dewetron.

*Come posso scambiare dati con altri sistemi e software?*

I dati grezzi possono essere importati in formato AVL IFile e A&D CAS. Può essere esportato nei formati CSV, MATLAB o AVL IFile. I singoli diagrammi possono essere copiati nella grafica e negli appunti da incollare, ad esempio, in Word o come valori grezzi da incollare, ad esempio, in Excel. I dati ciclici possono essere esportati in tempo reale tramite interfaccia CAN. Attualmente sono supportati hardware Kvaser, Vector e PEAK CAN. Se necessario, possono essere supportate altre interfacce CAN.

I dati CAN possono anche utilizzare le interfacce virtuali Kvaser o Vector per registrare i dati in CANalyzer, CANape, ATI VISION, NI LabVIEW, MATLAB, ecc.

Un'interfaccia ATI VISION consente di registrare i parametri della ECU insieme ai dati di combustione. Questo può essere utilizzato anche per determinare l'inizio della combustione. catoolRT funge da slave XCP su Ethernet o CAN per fornire dati di combustione allineati nel tempo agli strumenti di calibrazione: ETAS INCA, ATI VISION, CANape ecc.

*Come si integra catoolRT in un banco prova / banco prova motore?*

catoolRT è affidabile da utilizzare per molte centinaia di ore di uso continuo in un ambiente di prova. Inoltre include un'interfaccia con protocollo AK su CAN, Ethernet o RS232 che consente il controllo remoto dell'acquisizione e della registrazione dei dati. Gli allarmi possono essere configurati per fornire avvisi sullo schermo, uscita digitale o segnalazione CAN quando un determinato trigger è bloccato, come la pressione massima di combustione, l'eccessiva pressione di detonazione. Questi possono essere utilizzati per garantire il funzionamento sicuro e non presidiato di un banco prova in un ambiente automatizzato, ad esempio AVL PUMA / CAMEO.

*Posso registrare canali a una velocità inferiore, ad esempio termocoppie, pressioni liquidi, ecc.?*

Sì, utilizzando uno chassis CompactDAQ o interfacce PCI / USB aggiuntive è possibile accedere a una velocità ciclica, anziché ad angolo di manovella. I canali dell'angolo di manovella possono anche essere configurati per calcolare i valori minimo, massimo e medio come un tipo di canale generico. Il DAQ a bassa velocità consente anche l'immissione di misurazioni digitali, PWM o basate sulla frequenza.

*Devo acquistare altri toolbox o licenze per tutte queste funzionalità?*

No. Tutto è incluso. Non ci sono costi software aggiuntivi associati all'iniettore o all'analisi della detonazione, cilindri multipli, supporto per due tempi ecc. CatoolRT è un pacchetto software autonomo, non richiede NI LabVIEW, MATLAB, ecc.

*Ho bisogno di aiuto per scegliere l'hardware NI, il trasduttore di pressione, l'encoder, il cablaggio, ecc.?*

Questo non è un problema. Contatta il supporto per ricevere assistenza. Possiamo aiutarti e consigliarti l'hardware giusto.

*A chi è rivolto questo software?*

Un tempo dominio esclusivo dell'OEM, catoolRT mira a rendere l'analisi della combustione più accessibile a numerosi mercati. Ricerca universitaria, team di sport motoristici e preparatori di motori sono alcuni dei clienti che scelgono catoolRT come strumento di analisi della pressione dei cilindri. Tuttavia, a causa del suo basso costo totale, viene utilizzato anche da alcuni OEM per integrare i loro investimenti esistenti nell'hardware. Sono disponibili sconti per chi desidera integrare catoolRT in un sistema chiavi in mano.

*Quali sconti sono disponibili?*

Il mondo educational ha uno sconto dedicato. Ciò include i team Formula Student / SAE. Sono disponibili sconti per licenze multi-postazione aziendali. Contattaci per ulteriori informazioni.