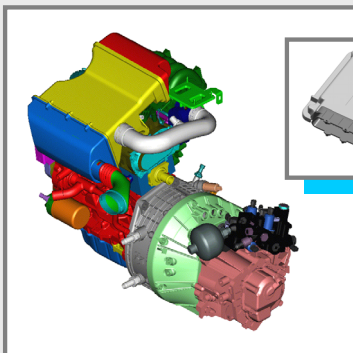
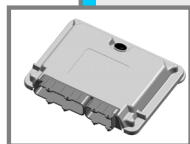


N. 5 05/05/2003  
in questo numero:

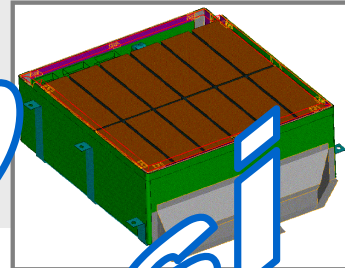
BATTERIA PB/NIMEH 144V - 2KWH



PROPULSORE IBRIDO A METANO

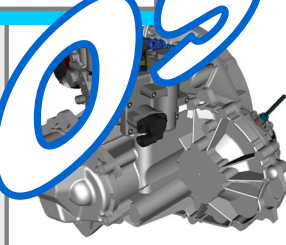
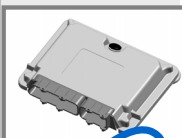


UNITA' DI CONTROLLO VEICOLO



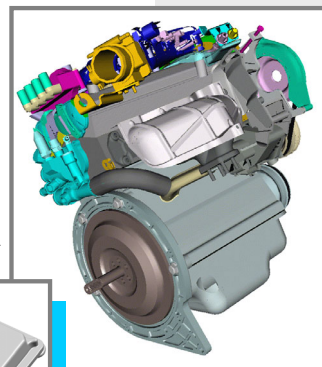
# Premio Oscar 2002

CENTRALINA CAMBIO

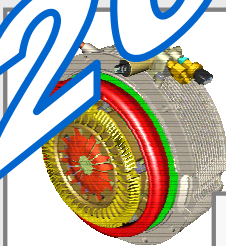


CAMBIO ROBOTIZZATO (SELESPEED)

CENTRALINA MOTORE

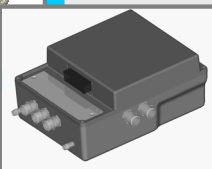


MOTORE A METANO 1600 cc. MPI



MOTOGENERATORE ELETTRICO

INVERTER



# GASDRIVER

**L'IBRIDO A METANO:  
UNA SOLUZIONE DI FRONTIERA  
PER LA MOBILITA' ECOLOGICA**

# Premio "Oscar Masi" per l'innovazione industriale 2002

L' **AIRI** (Associazione Italiana per la Ricerca Industriale) indice da molti anni il premio "Oscar Masi" per l'innovazione industriale più rilevante dell'anno, sviluppata in Italia, su un tema specifico che per il 2002 è stato:

**"Tecnologie energetiche per uno sviluppo sostenibile".**

L' **AIRI**, a seguito della selezione svolta da un'apposita giuria, composta da rappresentanti del MIUR, MAP, CNR, ENEA, SANPAOLO-IMI, AIRI e da tre docenti universitari di chiara fama del settore, ha assegnato il premio 2002 all'innovazione sviluppata dai ricercatori del CRF relativa al veicolo **GASDRIVER** con il suo sistema di propulsione innovativo.

## Un sistema innovativo di un team interfunzionale facilitato dai finanziamenti pubblici

*Il veicolo GASDRIVER integra, in modo intelligente, tre tipi di "breakthrough" che CRF ha sviluppato negli anni passati:*

**il cambio robotizzato** che, su brevetti CRF, Magneti Marelli sta commercializzando con il nome "Selespeed". Le consistenti evoluzioni, attualmente in sviluppo, saranno destinate a sostituire nei prossimi anni buona parte dei cambi automatici oggi sul mercato;

**il motore a metano** con sistema di iniezione multipoint a controllo elettronico. Il CRF ha avviato l'attività di ricerca nel 1993. Fiat Auto, nel 1997 – prima al mondo – lo ha introdotto sulle sue vetture di normale produzione e Iveco lo ha impiegato sugli autobus dall'anno successivo;

**il motogeneratore elettrico** che è una soluzione originale per collegare in modo compatto il motore con il cambio robotizzato e per consentire, in modo economico, le funzioni tipiche dei veicoli ibridi: partenza in elettrico, recupero dell'energia in frenata, generazione di energia ad alta efficienza, ecc.

*L'unione delle tre innovazioni ha consentito la realizzazione del propulsore ibrido Ecodriver, leader nella riduzione dei consumi e delle emissioni. Queste prestazioni formidabili per i veicoli urbani sono state rese disponibili da due fattori principali:*

*la passione e la capacità dei ricercatori di integrare fra loro le competenze di diverse aree tecnologiche ed organizzative: motori, veicoli, elettronica, sistemi elettrici, informatica, "project management" e gestione dei costi;*

*il contributo sostanziale dei finanziamenti pubblici, in particolare: il secondo progetto finalizzato Trasporti del CNR per il cambio robotizzato, i finanziamenti del MURST, del Ministero Ambiente e del Quinto Programma Quadro dell'Unione Europea per il motore a metano e per il motogeneratore elettrico.*

*Con intelligenza, passione e... finanziamenti oculati si possono fare grandi cose. Grazie a tutti.*

Gian Carlo Michellone  
Amministratore Delegato e  
Direttore Generale

# GASDRIVER – Multipla Ibrida a Metano: la sfida

La Multipla Ibrida a metano nasce al Centro Ricerche Fiat per una sfida: creare il riferimento da "battere" per tutti i propulsori ecologici. Rispetto all'omologo veicolo a benzina, il veicolo ibrido a metano presenta prestazioni migliori ed un risparmio dei consumi compreso tra il 35% ed il 50%, in funzione del ciclo di utilizzo.

Le emissioni sono inferiori ad un quinto del limite EURO4, previsto per il 2005; ciò significa che la Multipla GASDRIVER produce emissioni minime, comparabili a quelle di una Centrale Elettrica (media europea) che produca l'elettricità per caricare le batterie di una vettura elettrica con pari autonomia. Queste prestazioni ecologiche eccezionali sono ottenute combinando i benefici del propulsore ibrido (ECODRIVER) con quelli del metano, combustibile pulito per eccellenza, e senza intervenire sui gas di scarico con costosi sistemi di post-trattamento.

Il propulsore della Multipla GASDRIVER utilizza un motogeneratore elettrico, posizionato tra il motore ed il cambio robotizzato, ed una centralina elettronica che seleziona la marcia ed accende o spegne il motore termico in funzione della potenza richiesta, per ridurre i consumi e le emissioni.

Durante le accelerazioni, il motore elettrico contribuisce con la sua coppia a quella del motore termico garantendo manovre sicure e piacevolezza di guida.

Nella marcia in coda a bassa velocità, GASDRIVER utilizza prevalentemente la trazione elettrica: è più efficiente, non inquina ed è silenziosa.

Il sistema di propulsione ibrido utilizza quindi motore e cambio di veicoli FIAT già in produzione; aggiungendo la macchina elettrica, l'inverter per l'azionamento, ed una batteria di potenza si ottiene il sistema completo. È semplice e compatto, ma richiede un controllo elettronico sofisticato per gestire in modo ottimale il compromesso tra prestazioni, guidabilità, consumi ed emissioni.

Siamo alla frontiera della mobilità ecologica; i tempi di industrializzazione non sono ancora decisi ed i costi sono in riduzione per rendere il veicolo molto competitivo sul libero mercato; ma quale tecnologia potrà fare meglio ed a costi inferiori dell'ibrido a metano?

## FUNZIONI DEL VEICOLO IBRIDO "GASDRIVER"

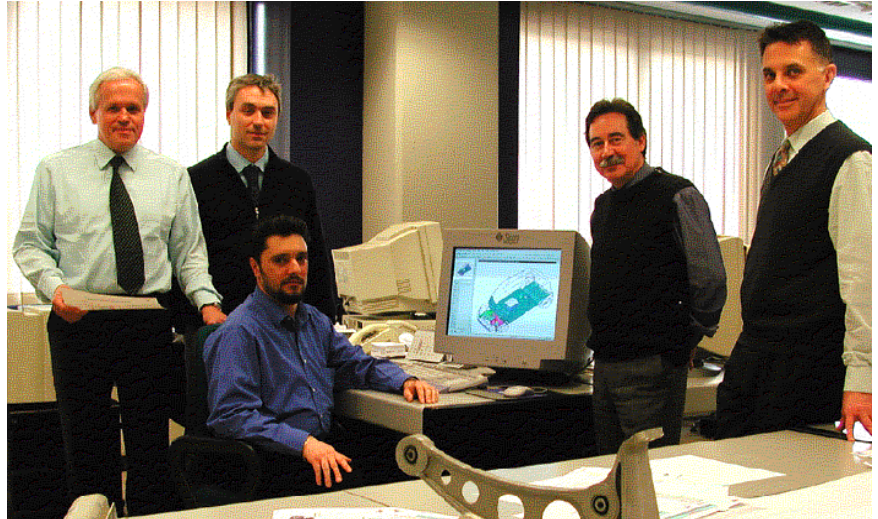
- STOP & START CONFORTEVOLE (abbinato alla trazione elettrica);
- GESTIONE INTEGRATA DEL MOTOPROPULSORE (motore termico, motogeneratore, cambio robotizzato) PER LA RIDUZIONE DI CONSUMI/EMISSIONI;
- GENERAZIONE ELETTRICA AD ELEVATA POTENZA ED EFFICIENZA;
- FRENATURA RIGENERATIVA;
- MOVIMENTAZIONE IN ELETTRICO:
  - MARCIA IN CODA
  - PARCHEGGIO.

# Il veicolo ibrido: rispetto dell'ambiente e personalizzazione

## Siamo solo all'inizio...

*Giuseppe Rovera – Divisione Veicoli*

La marcia di avvicinamento del veicolo ibrido verso il mercato di massa è solo agli inizi. Gli indiscutibili vantaggi ecologici (ridotti consumi, minime emissioni, bassa rumorosità, brevi spostamenti con trazione elettrica) possono essere ulteriormente esaltati dall'utilizzo di combustibili puliti, come il metano o l'idrogeno o da interventi migliorativi su motori e trasmissioni. Resta l'handicap della maggiore complessità e quindi di un costo più elevato rispetto al propulsore tradizionale. Pur pensando ai possibili margini di riduzione di tali costi, le ottime prestazioni ecologiche dell'ibrido potrebbero non essere sufficienti per conquistare il libero mercato; un mix intelligente di tecnologie motoristiche (stop & start, post-tratta-



**Team Progettazione** – Da sinistra: Guido Frigo, Giancarlo Osella, Valentino Maiuri, Dario Caenazzo, Roberto Bracco

mento dei gas di scarico, controllo dell'aria e della combustione) può infatti ridurre in modo significativo il gap ecologico del propulsore tradizionale rispetto alla soluzione ibrida mantenendo costi inferiori. Per essere accettato dal cliente,

l'ibrido, deve quindi ricercare un nuovo equilibrio tra valore aggiunto e qualità percepite. Il suo vantaggio sta nella "riserva" di energia, fornita dal motogeneratore elettrico e dalla batteria di potenza, che può essere utilizzata per affrontare ogni situazione.



**Team Sistemi Veicolo** – Da sinistra: Alberto Pecorella, Luigi Lupano, Ferruccio Rustini, Attilio Porta, Silvio Corona, Giovanni Ellena, Massimo Fossanetti, Floriano Cavallaro, Gabriele Cavazzin, Andrea Milan

Su questo contenuto distintivo occorre costruire la nuova immagine del veicolo ibrido del futuro: amico dell'ambiente ed aiuto per l'utente in tutte le situazioni.

La riserva di energia può infatti essere utilizzata per aumentare il comfort di marcia e ridurre la rumorosità esterna, sino ad annullarla nelle condizioni di sosta o di marcia in coda a bassa velocità.

Può accrescere l'accelerazione del veicolo per favorire il disimpegno nelle situazioni critiche e migliorare la sicurezza delle manovre o, più semplicemente, aumentare il senso di controllo e di piacevolezza della guida.

L'energia elettrica, prodotta ed immagazzinata nel veicolo ibrido, oltre a migliorare le funzioni di mobilità, ne consente molte altre – e nuove – per

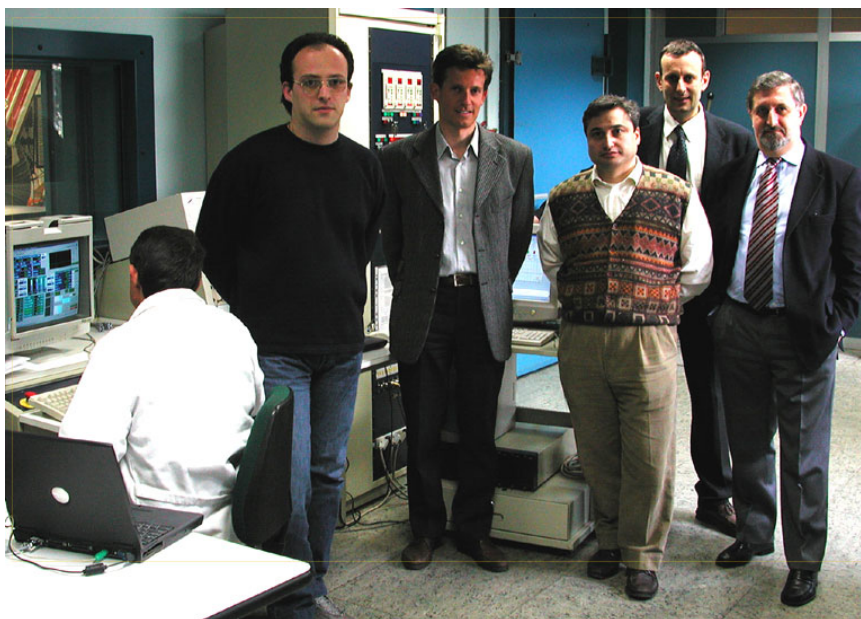
migliorare il livello di personalizzazione, benessere e protezione all'interno del veicolo. Consente infatti di preimpostare o di adattare più rapidamente le condizioni climatiche all'interno dell'abitacolo, accrescere le possibilità di trasformazione degli spazi interni, estendere le varietà di apparecchiature utilizzabili per lavoro o per il divertimento sul veicolo, grazie alla compatibilità "elettrica" con casa e ufficio.

Una varietà di opzioni senza limiti ad eccezione della fantasia dell'utente seppur con il vincolo prioritario della sicurezza di guida.

Energia per superare imprevisti, per migliorare ed accrescere la visibilità esterna in condizioni ambientali sfavorevoli o per surrogare, in caso di necessità, anche le fonti tradizionali di energia. Le nuove funzionalità del veicolo ibrido, che permetteranno di affrontare ogni esigenza, determineranno un nuovo feeling tra l'utente ed il veicolo stesso: un più ampio senso di sicurezza e protezione, una mobilità confortevole che appaga i sensi, ma che indurrà anche alla consapevolezza ed al rispetto delle esigenze ambientali.



**Team Sistemi Elettronici** – Da sinistra: Roberto Canaletti, Giancarlo Cavalla, Primo Torchio, Antonino Trapani, Vittorio Ravello



**Team Motori con il capo progetto GASDRIVER Domenico Mesiti** – Da sinistra: Walter Grosso, Corrado Elia, Domenico Mesiti, Giampiero Einaudi, Ezio Volpi

# Il metano per l'autotrazione

## Le ragioni di una scelta

Ezio Volpi – Divisione Motori

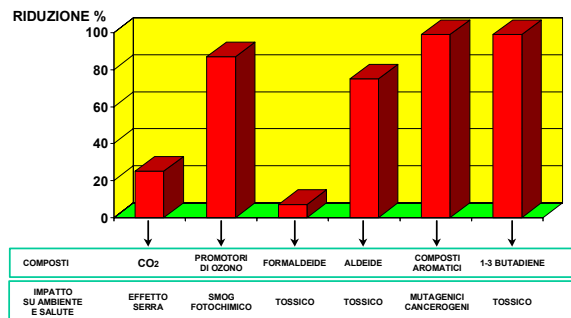
In estrema sintesi le principali ragioni che giustificano l'impiego del metano per l'autotrazione sono di tipo ambientale e strategico. Infatti il gas naturale, meglio conosciuto come "metano":

- è un combustibile realmente alternativo al petrolio sia dal punto di vista economico che di disponibilità in termini di riserve (le riserve già accertate hanno una vita media residua superiore a quelle del petrolio) ed in termini di infrastrutture l'Europa ed in particolare l'Italia godono di reti capillari di approvvigionamento e di distribuzione;
- è un combustibile intrinsecamente pulito in quanto essendo costituito dalla più semplice molecola degli idrocarburi ( $CH_4$ ), durante il processo di combustione nei motori non genera particolato, produce idrocarburi aromatici ad alto peso molecolare (prodotti mutageni ed in alcuni casi cancerogeni) in quantità decisamente trascurabili, contribuisce in modo molto ridotto alla formazione dei precursori dello smog fotochimico, fenomeno che sempre più affligge in estate anche le metropoli italiane;
- non contenendo zolfo o cloro (e loro composti) non ha tendenza a generare piogge acide, una delle maggiori cause di degrado di palazzi e monumenti, oltre che fattore di danneggiamento della flora;
- nell'impiego per autotrazione è un combustibile sicuro (come risulta dalle valutazioni dell'Agenzia dell'Ambiente americana (EPA) e del Bureau Veritas Norvegese che lo hanno classificato come intermedio in termini di sicurezza tra il gasolio e la benzina).

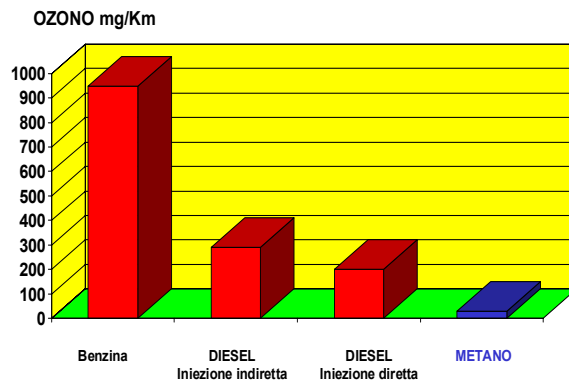
I vantaggi del metano si riflettono anche nel ciclo a monte dell'autoveicolo, infatti i processi di trattamento (effettuati in prossimità dei luoghi di produzione) e la logistica di distribuzione del metano dal pozzo al distributore, effettuata mediante la rete di gasdotti, presentano un impatto ambientale minore ed eliminano la necessità del trasporto stradale di superficie per la fornitura di carburanti.

### Perchè il gas naturale?

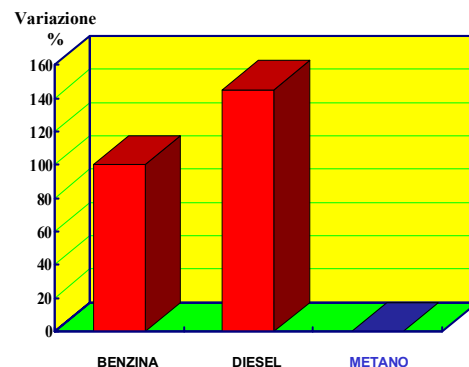
#### EMISSIONI NON REGOLAMENTATE Confronto Metano e Benzina



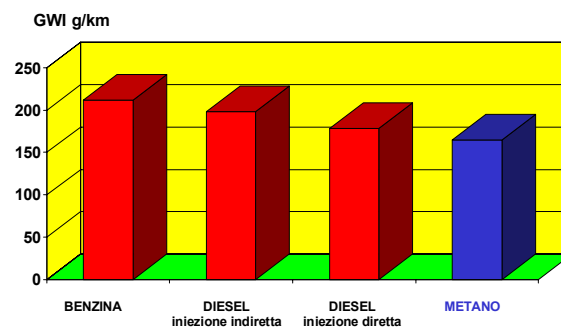
#### FORMAZIONE POTENZIALE DI OZONO



#### FORMAZIONE DI PIOGGE ACIDE



#### INDICE DI RISCALDAMENTO GLOBALE (GWI)



# Propulsioni Alternative

## Scenario di Breve Termine

Vittorio Ravello – Divisione Veicoli

Dopo una prima serie di esperienze, prevalentemente limitate alla trazione elettrica da batterie sviluppate negli anni settanta in risposta alla crisi petrolifera, nell'ultimo decennio l'industria automobilistica si sta impegnando intensamente, sia a livello tecnico che di investimenti, per la ricerca di soluzioni capaci di rispondere alle esigenze energetiche (riduzione dei consumi) ed al contempo alle istanze ambientali (riduzione delle emissioni inquinanti ed acustiche).

In questo contesto le soluzioni "naturali" per assicurare un veicolo completamente compatibile da un punto di vista ambientale non sono ad oggi percorribili, perlomeno sui grandi volumi, per limiti tecnici ed economici (veicoli elettrici a batterie elettrochimiche), o limiti di sviluppo tecnologico (veicoli elettrici a fuel cells), limiti in ambo i casi aggravati da problemi infrastrutturali (assenza di una rete diffusa di stazioni di ricarica) e dai costi eccessivamente elevati.

Soluzioni viabili nel breve-medio termine sono da ricercarsi nell'applicazione del concetto di trazione ibrida-elettrica che è stato esplorato sia nella versione "parallela" nella quale i due sistemi di propulsione, convenzionale ed elettrico, contri-

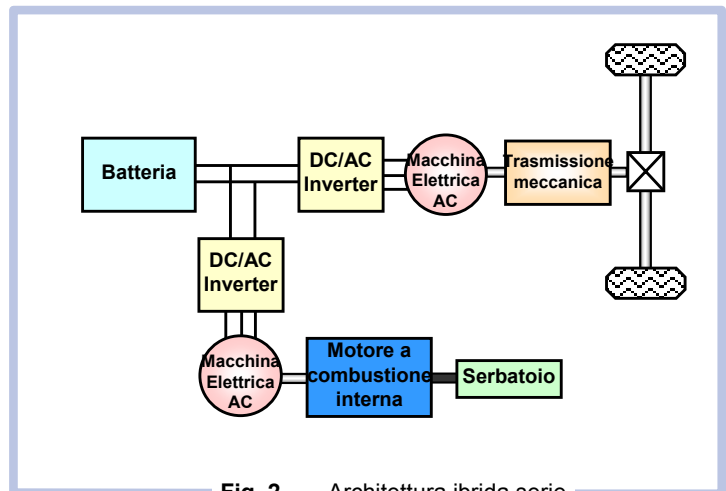


Fig. 2 — Architettura ibrida serie

buiscono alla coppia motrice (Fig. 1), sia in quella "serie" nella quale il propulsore convenzionale, tramite un generatore elettrico e le batterie elettrochimiche, alimentano un motore elettrico che provvede a fornire la coppia motrice (Fig. 2). Infine, sono possibili architetture miste (split, combinate o complesse).

La notevole esperienza acquisita in questo ambito ha permesso non solo di verificare l'efficacia di questi sistemi nel conseguire gli obiettivi ambientali precedentemente identificati ma anche di esplorare il notevole potenziale dell'ibrido-elettrico rispetto alle aspettative del cliente finale in termini di miglioramento delle prestazioni e della guidabilità nonché, grazie alla elevata potenza elettrica generata, di abilitare all'utilizzo di ausiliari capaci di assicurare maggior comfort e sicurezza.

Di converso numerose soluzioni applicative ibride sviluppate, pur se tecnicamente valide, si sono dimostrate troppo complicate, eccessivamente costose e difficilmente integrabili a bordo veicolo. Di conseguenza, nello scenario evolutivo dei veicoli ibridi-elettrici si sono venute definendo delle soluzioni di tipo "minimo" (ovvero con un dimen-

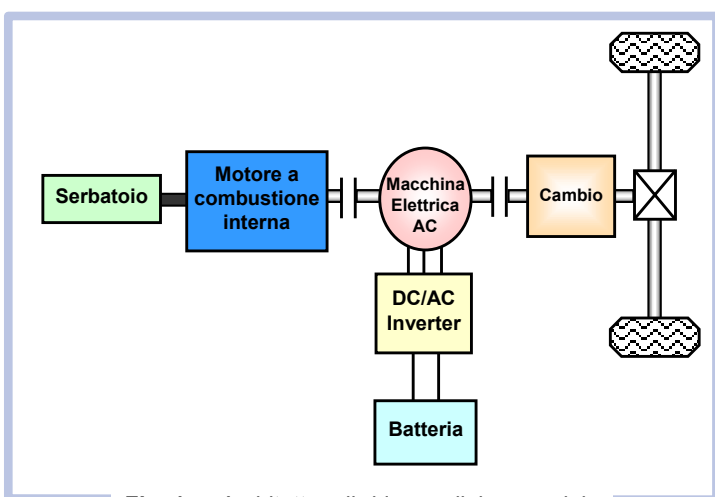
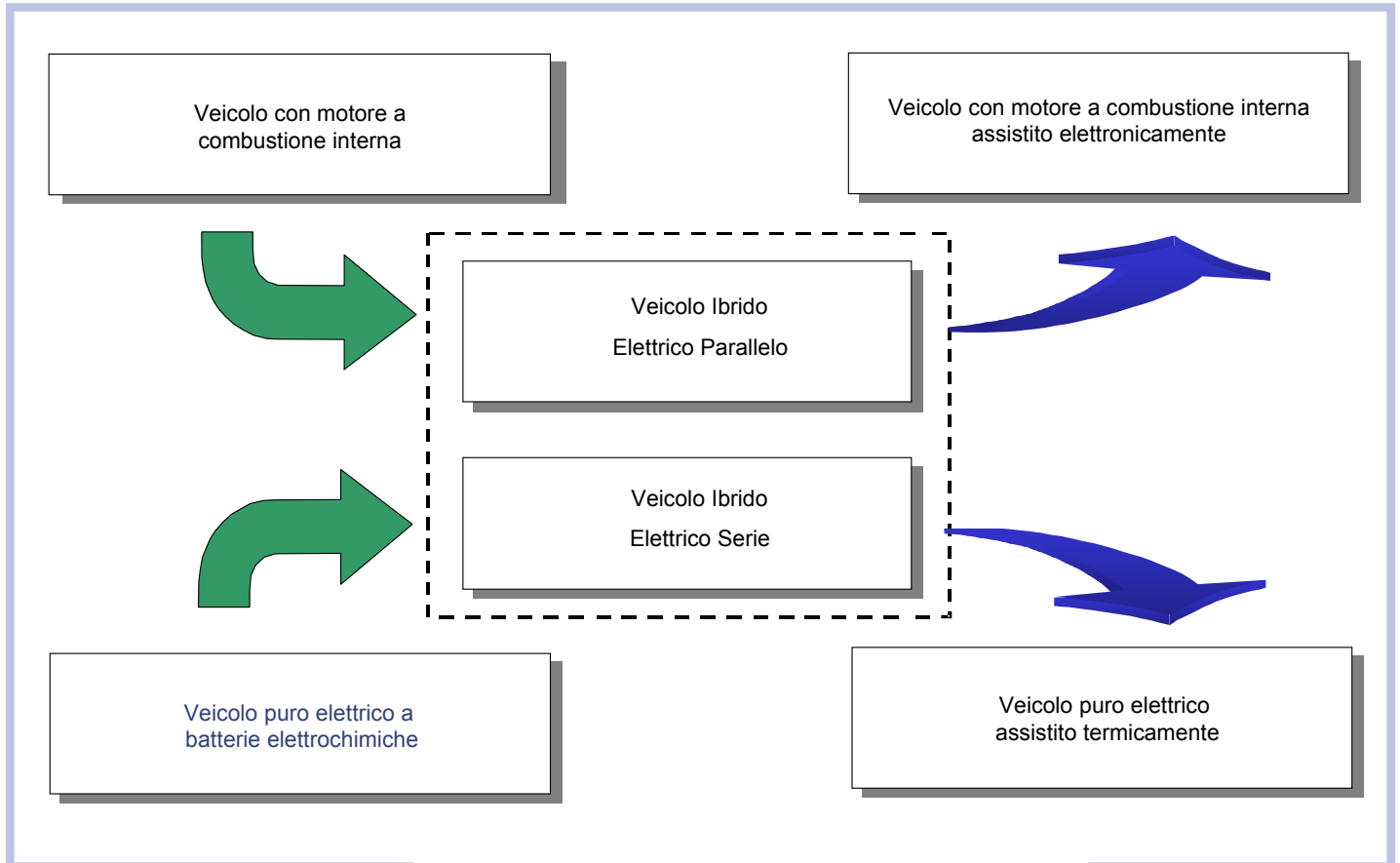


Fig. 1 — Architettura ibrida parallela coassiale

(segue)

(continua)



**Fig. 3 — Scenario evolutivo dei veicoli ibridi-elettrici**

sionamento solo in potenza e non anche in energia della parte ibridizzante). Queste possono essere viste (Fig. 3), nel caso serie come evoluzione del veicolo puro elettrico con componente ibridizzante termica avente funzione di assistenza a quella elettrica (veicolo elettrico assistito termicamente) e nel caso parallelo come evoluzio-

ne del veicolo termico convenzionale con componente ibridizzante elettrica avente funzione di assistenza a quella termica (veicolo termico assistito elettricamente).

Nell'applicazione su vettura, mentre le soluzioni del primo tipo sono destinate a mercati di nicchia, quelle del secondo sono le più indicate per la produzione in volumi importanti in quanto capaci di massimizzare il valore percepito su costo aggiuntivo. Diventano così realmente interessanti per il cliente finale a prescindere da eventuali eco-incentivi di introduzione.





# Il Sistema di base: L' ECODRIVER

## Ibrido minimo parallelo

*Domenico Mesiti – Divisione Veicoli*

ECODRIVER (Energy Conversion and DRIVeline Efficient Re-engineering) è una soluzione di tipo ibrido-elettrico minimo in configurazione parallela coassiale brevettata e sviluppata dal Centro Ricerche Fiat.

Il gruppo motopropulsore ECODRIVER è realizzato interponendo assialmente tra motore termico e cambio meccanico automatizzato (Selespeed) una macchina elettrica capace di operare sia da motore che da

tro-idraulico unitamente a quella convenzionale del cambio si può collegare e scollegare la macchina elettrica da ambo le parti.

Tale caratteristica, con il controllo integrato dell'intero gruppo moto-propulsore abilita le tipiche funzioni di un veicolo a motore termico assistito elettricamente:

➤ **lo stop & go evoluto** ottenuto riavviando il veicolo in puro el-

➤ **la frenatura rigenerativa** elettrica abilitata dalla reversibilità della macchina elettrica e dal pacco batterie e massimizzata dalla apertura in questa fase della frizione lato motore termico;

➤ **la marcia in puro elettrico** a bassa velocità (funzionamento ZEV, Zero Emission Vehicle) ottenuta aprendo la frizione lato motore termico ed utilizzando la macchina elettrica da motore di trazione.

generatore, di lunghezza molto contenuta per permettere l'installazione del propulsore ibrido nel vano motore (Fig. 4).

Il sistema ECODRIVER è completato da un convertitore elettronico di potenza per l'alimentazione ed il controllo

della macchina elettrica, anch'esso usualmente ospitato nel vano motore, e dal pacco di batterie di potenza ad elevata tensione (dimensionato per l'accelerazione e la frenatura del veicolo) con la relativa unità di controllo/gestione.

Grazie alla presenza di una frizione aggiuntiva a comando elet-

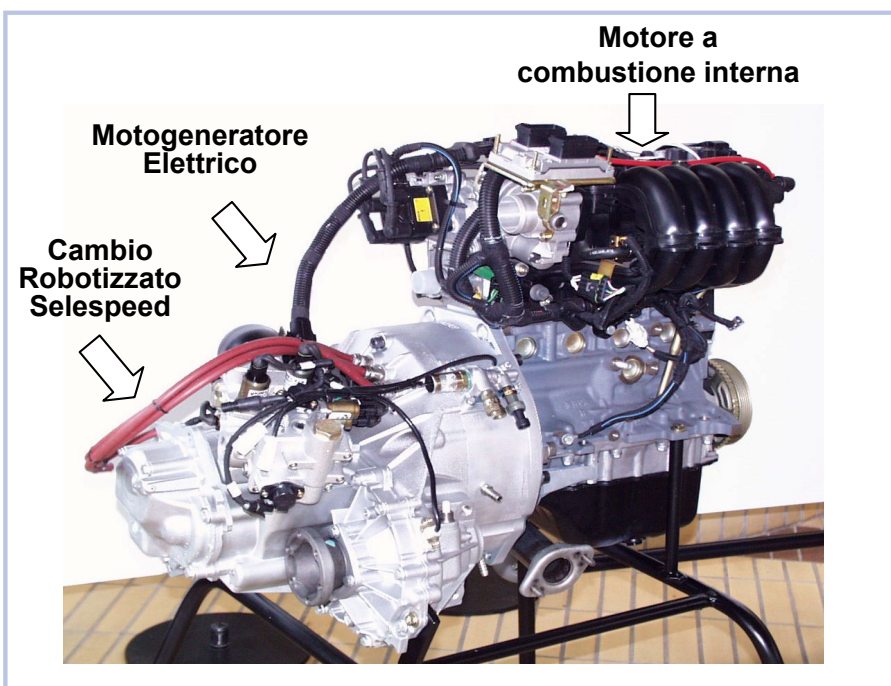


Fig. 4 — Gruppo ECODRIVER con motore a benzina

elettrico e accendendo il motore termico con veicolo già in movimento senza bisogno del motorino di avviamento);

➤ **il booster elettrico** di coppia/potenza in accelerazione/ripresa conseguito sommando le coppie del motore termico ed elettrico, con le due frizioni chiuse;

Queste funzioni, con l'eventuale riduzione di cilindrata del motore termico (downsizing) e la possibilità di gestire in modo non convenzionale il suo riscaldamento dopo l'avviamento (warm-up), assicurano drastiche riduzioni di consumi (che possono superare il 30%)

con un livello di emissioni di gas inquinanti estremamente contenuto e comunque senza penalizzazione nelle prestazioni del veicolo (Fig. 5).

Quando al motogeneratore non è richiesto di contribuire alla trazione del veicolo (ad esempio nei momenti in cui al propulsore termico

co non si richiede la massima potenza), esso può funzionare da generatore sia ricaricando, ove necessario, le batterie, sia alimentando i carichi elettrici.

Essendo la macchina elettrica di ECODRIVER in generazione significativamente più efficiente degli attuali alternatori automobilistici (almeno 80% medio contro meno di 50%) e potendo generare potenze decisamente maggiori, essa abilita già ora, di fatto, l'introduzione di nuovi ausiliari elettrici e la conveniente elettrificazione di numerosi

ausiliari meccanici (servofreno, servosterzo, condizionatore, riscaldatori della aria...) ad oggi sulle vetture convenzionali difficilmente conciliabili con la rete di bordo a 12 V.

La favorevole complementarità dei profili di coppia dei due propulsori, unita alla gestione elettronica del cambio Selespeed assicurano accelerazioni e riprese più fluide che si traducono per l'utente in comfort e piacere di guida.

Alla luce di tali considerazioni, il sistema ECODRIVER, applicabile a motori a combustione interna con differente combustibile (benzina, gasolio, metano ed in

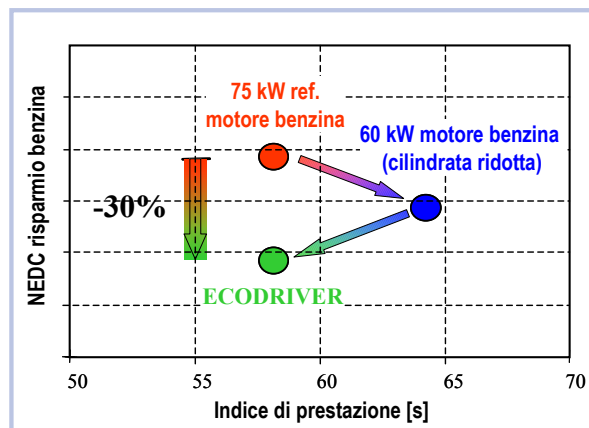


Fig. 5 — Riduzione consumi con motore a benzina

futuro idrogeno), evidenzia una naturale propensione a soddisfare non solo le istanze ambientali (consumi ed emissioni) ma anche quelle dell'utente finale. In questa direzione l'architettura ECODRIVER è inoltre idonea ad accogliere interventi integrativi che, senza stravolgere il sistema descritto, permettono di aumentare apprezzabilmente il rapporto tra valore percepito e costo aggiuntivo.

## Dall' ECODRIVER al GASDRIVER L'ibrido Minimo a Metano

*Domenico Mesiti – Direzione Veicoli*



Fig. 6 — Fiat Multipla GASDRIVER

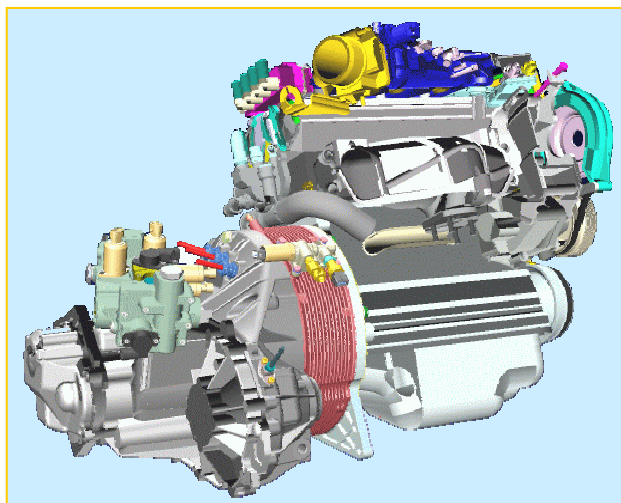


Fig. 7 — Motopulsore ECODRIVER con motore a metano

Una particolare declinazione del concetto ECODRIVER è stata realizzata da CRF ibridizzando una vettura Multipla a metano con motore Torque 1580 cc Step B. Il prototipo denominato **GASDRIVER** (Fig.6) grazie alle funzioni ibride e alla gestione integrata del gruppo motopulsore ECODRIVER (Fig. 7) ha consentito di raggiungere, rispetto alla vettura a metano origine, livelli di consumi, e quindi di emissione di CO<sub>2</sub>, inferiori di circa il 35% (50% rispetto alla versione a benzina) su ciclo omologativo urbano e livelli di emissioni di gas inquinanti minori di un ordine di grandezza (Tab.1), garantendo al contempo prestazioni superiori (Tab.2).

<b>Emissioni CO<sub>2</sub> [g/km]</b>	<b>Multipla</b>		
	<b>Torque 1580 cc Benzina</b>	<b>Torque 1580 cc Metano</b>	<b>Torque 1580 cc GASDRIVER</b>
Ciclo NEDC	<b>200</b> (-20%) →	<b>160</b> → (-16%) →	<b>135</b>
Ciclo ECE caldo	<b>223</b> (-19%) →	<b>180</b> → (-33%) →	<b>120</b>
Ciclo Urbano Cliente	<b>245</b> (-17%) →	<b>203</b> → (-19%) →	<b>164</b>

Tab. 1 – Consumi /emissioni anidride carbonica

<b>Allestimenti Multipla</b>	<b>1580 Torque Benzina</b>	<b>1580 Torque Blupower</b>	<b>1580 GASDRIVER</b>
<b>Indice di Prestazione [s]</b>	<b>62.1</b>	<b>73.9</b>	<b>67.2</b>

Tab. 2 - Indice di prestazioni

Inoltre, grazie al motore a combustione interna a metano, le emissioni di benzene e di polveri sottili risultano essere nulle rendendo di conseguenza questa vettura a tutti gli effetti un Equivalent Zero Emission Vehicle (Figg. 8 e 9), obiettivo ad oggi diversamente conseguibile solo con

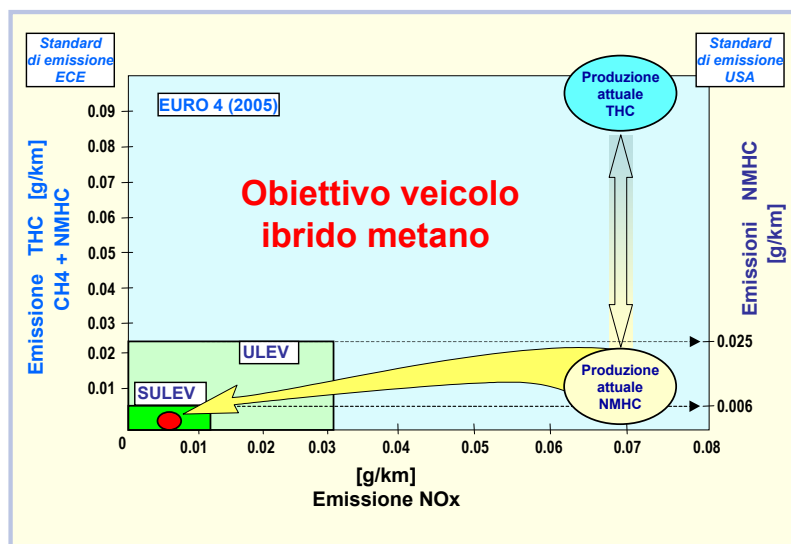


Fig. 8 - Riduzione emissioni

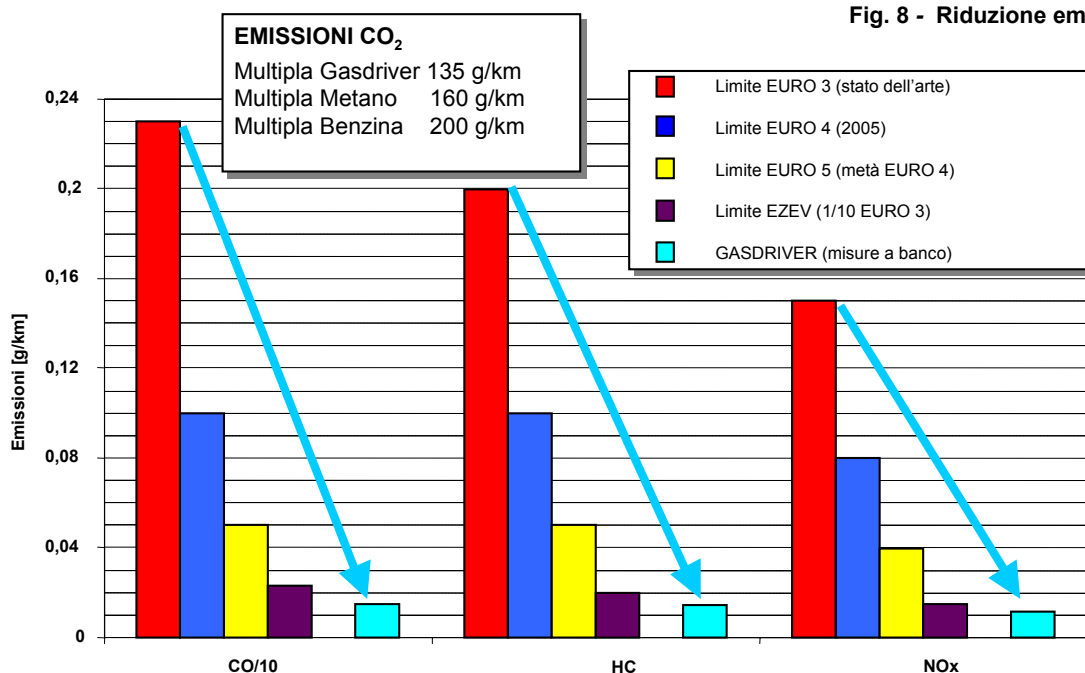


Fig. 9. - Limiti normativi ed emissioni GASDRIVER

veicoli a propulsione elettrica a batteria e quindi, di fatto, con ridotte prestazioni a velocità medio-alte, limitata autonomia, lunghi tempi di ricarica, extrapeso e riduzione dello spazio utile.

# Nuovi Prodotti, Nuovi Processi e Nuove Metodologie per la competitività dei nostri Clienti



**"Ferrari Technology Award"**  
CRF il miglior partner tecnico dell'anno 2002



UNIAR- Premio EUCAR 2001 per il miglior risultato nei Progetti Europei del 5° Programma Quadro



**MOTORE IBRIDO ECODRIVER LEGAMBIENTE 2002** ha premiato il CRF per la tecnologia più promettente per ridurre consumi ed emissioni



**"THE ECONOMIST INNOVATION AWARD – 2002"**  
Nella categoria "Energy and Environment" per il lavoro svolto nello sviluppo della tecnologia del motore diesel Common rail

