

# SI FA PRESTO A DIRE



Micro, mild, full... non sono certo tutte uguali: l'importanza della componente elettrica cambia notevolmente. E gli schemi tecnici dei modelli in grado di viaggiare con la sola batteria sono i più svariati

**Toyota e Lexus**  
Le capostipiti: niente cambio, ma due potenti motori elettrici

**Audi Q5 e Infiniti M**  
Motore elettrico, frizione, cambio automatico. Però senza convertitore

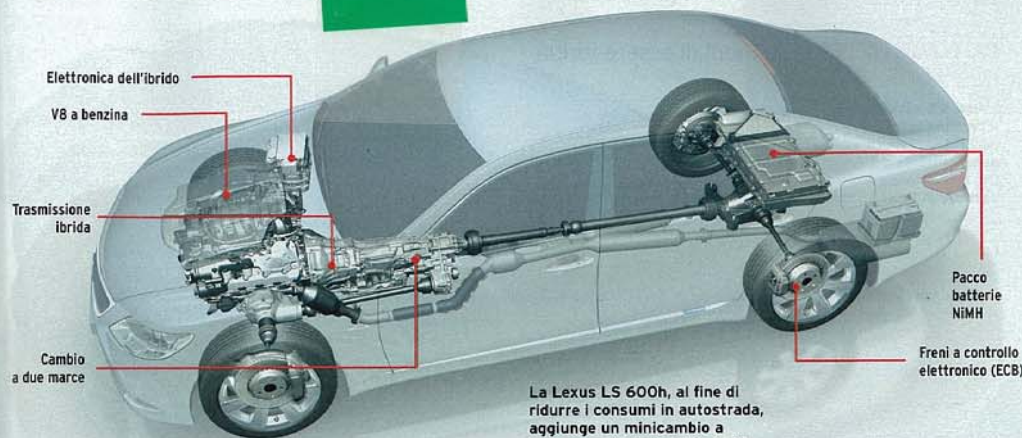
**Peugeot diesel e 4x4**  
Davanti c'è il solito HDi. Dietro, il propulsore elettrico la trasforma in 4x4

**Cadillac Two Mode**  
Dai bus alle Suv. Quattro le marce, ma tra i due motori elettrici

di Emilio Brambilla

**N**on c'è domani per i marchi che non avranno modelli elettrici e ibridi. L'affermazione è di un top manager Audi, ma discorsi simili si possono ascoltare presso tutti i costruttori che intendono ritagliarsi ruoli di primo piano a livello mondiale. Le top car a batteria serviranno prevalentemente a darsi un'immagine nuova (con modelli come AMG SLS E-Cell o Audi R8 e-tron) presso i clienti che non chiedono «...quanto costa?», mentre le citycar elettriche si rivolgeranno agli abitanti e ai pendolari delle metropoli. Non sono previsti grandi numeri, anche se in Asia potrebbe verificarsi un boom. I costruttori, però, puntano soprattutto

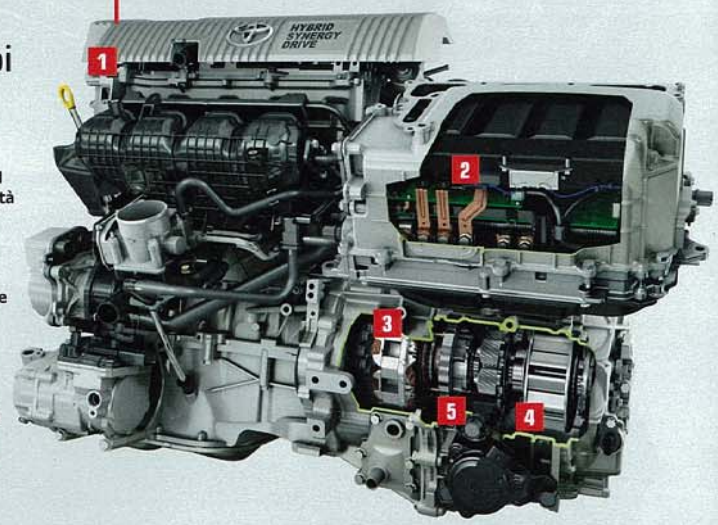
a vendere le ibride. Tante o poche? Ancora non si sa, ma l'importante sarà esserci. Perché giudicare la rilevanza di questo genere di vetture basandosi esclusivamente sui dati delle vendite del presente e del passato è riduttivo e fuorviante. Certo, il traguardo dei due milioni di Prius vendute nell'arco di 14 anni, dal 1997 a oggi, può apparire modesto. Però, più del valore medio (che sarebbe di 140.000 vetture all'anno), appare interessante la progressione: 3.000 Prius nel 1997, 400.000 nel 2009, 500.000 nel 2010. Una crescita rapida e costante. E il discorso si può estendere a tutte le altre marche. Dei 70 milioni di veicoli venduti nel mondo nel 2010, solo uno (750.000 nel 2009) ha



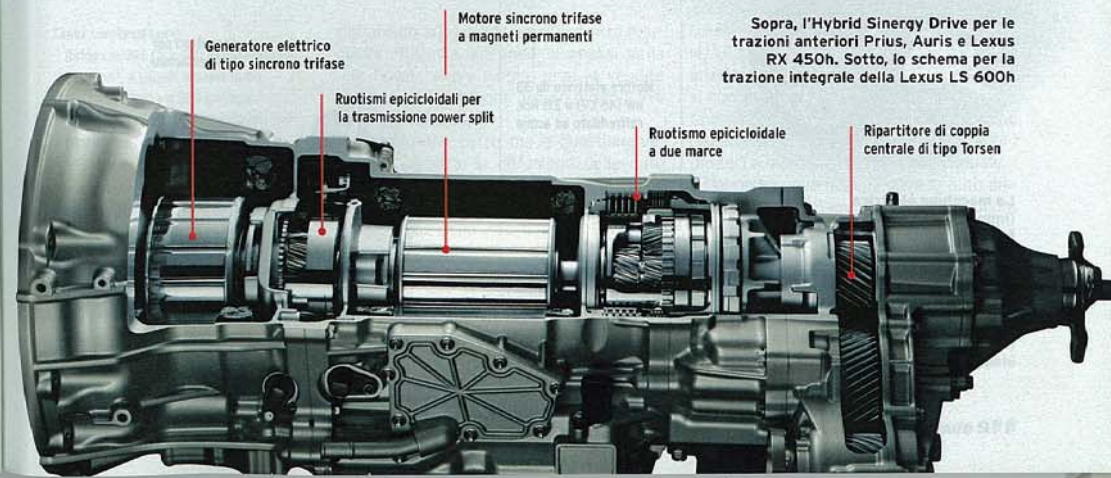
La Lexus LS 600h, al fine di ridurre i consumi in autostrada, aggiunge un minicambio a due marce a un sistema ibrido simile a quello delle Prius

## Toyota e Lexus confort senza cambi

• Capostipiti delle full hybrid, Toyota e Lexus hanno un sistema di trazione che è un esempio di efficacia e semplicità costruttiva, essendo privo di un vero e proprio cambio. Proprio per questo, però, il loro rendimento sotto il profilo della velocità risulta penalizzato ed è nata la necessità di utilizzare due macchine elettriche, che crescono di potenza di pari passo a quella del motore. Ecco perché sulla LS 600h è stato aggiunto un epicicloide a due marce (sotto). A lato, il sistema di Prius e Auris: 1 Propulsore 1.800 a benzina da 73 kW e 142 Nm. 2 Elettronica di potenza, per la gestione delle due macchine elettriche: 3 motore/generatore elettrico secondario e 4 motore/generatore elettrico principale (muove l'auto anche da solo) da 60 kW e 207 Nm. 5 Il ruotismo epicicloide, detto power split, combina i regimi dei due elettrici e del benzina, variando in modo continuo la velocità, come fosse un Cvt.



Sopra, l'Hybrid Sinergy Drive per le trazioni anteriori Prius, Auris e Lexus RX 450h. Sotto, lo schema per la trazione integrale della Lexus LS 600h



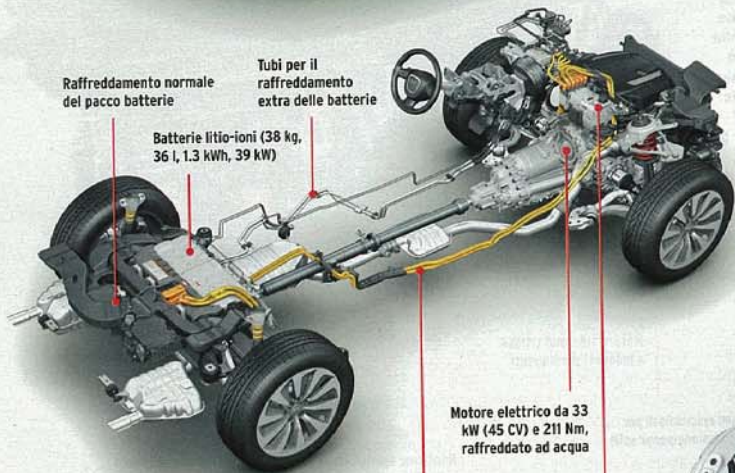
## AUTONOTIZIE | tanti modi di essere ibrida

L'Audi Q5 abbina il benzina 2.0 TFSI da 211 CV al motore/generatore da 45 CV, alimentato da batterie al litio



### Audi reinventa il raffreddamento

Un'ibrida valida non si ottiene solo aggiungendo un propulsore elettrico e delle batterie: durata, prestazioni, affidabilità e sicurezza si possono conseguire esclusivamente con un approccio integrato, come si può vedere sulla Q5. Per esempio, è fondamentale il raffreddamento, sia dell'elettronica che gestisce l'elettrico sia delle batterie (nelle frenate possono ricevere fino a 170 A). Tanto più che quelle a litio-ioni lavorano al meglio solo tra 20 °C e 45 °C. Sopra i 45 °C si degradano, sopra i 60 °C creano situazioni di pericolo. Di più: se l'energia accumulata a 25 gradi è il 100%, a 45 scende al 60%. Inoltre, il divario di temperatura che esiste tra le 72 celle non deve superare i 5 °C.



Raffreddamento normale del pacco batterie

Tubi per il raffreddamento extra delle batterie

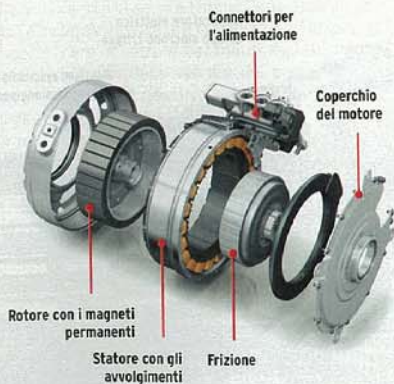
Batterie litio-ioni (38 kg, 36 l, 1,3 kWh, 39 kW)

Motore elettrico da 33 kW (45 CV) e 211 Nm, raffreddato ad acqua

La macchina elettrica (immagine a destra) funziona da motore e da generatore ed è posta tra l'automatico e il TFSI. Tra quest'ultimo e il cambio c'è una frizione, così il benzina non gira quando l'auto viaggia solo a batteria

Cablaggio tra le batterie e l'elettronica che alimenta a 266 V il motore

Elettronica (raffreddata ad acqua) che modula la potenza del motore



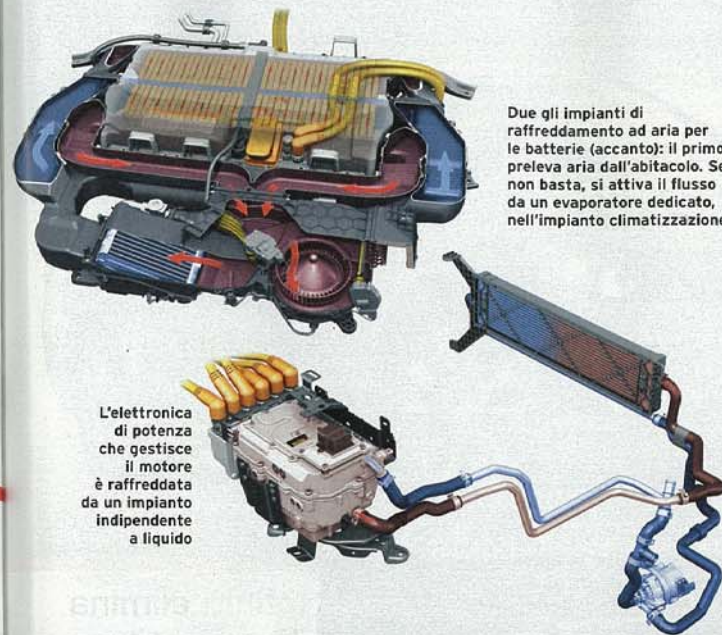
Connettori per l'alimentazione

Coperchio del motore

Rotore con i magneti permanenti

Statore con gli avvolgimenti

Frizione



Due gli impianti di raffreddamento ad aria per le batterie (accanto): il primo preleva aria dall'abitacolo. Se non basta, si attiva il flusso da un evaporatore dedicato, nell'impianto climatizzazione

L'elettronica di potenza che gestisce il motore è raffreddata da un impianto indipendente a liquido



### Al volante L'elettrico rende la Q5 quasi sportiva

Lo schema ibrido della Q5, con il motore elettrico posto tra il TFSI e l'automatico a otto marce, è simile a quello delle Porsche Cayenne e VW Touareg Hybrid. Con la differenza che sull'Audi non c'è il convertitore di coppia del cambio. A volte l'attacco e stacco della frizione collocata tra il motore a benzina e il cambio rende avvertibile il passaggio dall'elettrico all'altro propulsore, se si viaggia con un filo di gas a regimi ridotti o se si parte con decisione. Come in tutte le full hybrid, anche qui il pedale del freno ha un feeling artificiale e poco modulabile, conseguenza del fatto che il rallentamento è dovuto a un mix (che varia con la velocità dell'auto) di azione dei dischi e recupero di energia del generatore elettrico. Se si sfiora l'acceleratore, la Q5 Hybrid può viaggiare fino a 100 km/h col solo elettrico; accelerando di più assume un volto quasi sportivo, grazie alla coppia aggiuntiva dell'elettrico. Nelle soste il TFSI si spegne, a eccezione della fase di riscaldamento, o se la batteria è scarica oltre il 70%. Ed è proprio pensando a questa eventualità (che impedirebbe di partire con l'elettrico da 33 kW) che si è deciso di conservare il classico motorino di avviamento a 12V.

#### Dati costruttore

- Ibrido con 245 CV e 480 Nm complessivi
- 1.984 cm<sup>3</sup>, 4 cilindri benzina turbo
- 155 kW (211 CV) a 4.300 giri/min
- 350 Nm tra 1.500 e 4.200 giri/min
- Elettrico: 33 kW (45 CV) e 211 Nm
- Cambio automatico a 8 marce
- Trazione integrale permanente
- Vel. max a batteria: 100 km/h
- Autonomia a batteria (a 60 km/h): 3 km
- Vel. max: 222 km/h
- Accel. 0-100 km/h: 7,1 s
- Consumo: circa 7 l/100 km (160 g/km CO<sub>2</sub>)
- Prezzo da definire (in vendita a partire da settembre 2011)

riguardato auto ibride: una presenza marginale. Tuttavia, secondo le analisi della J.D. Power, entro cinque anni le vendite saliranno a tre milioni, grosso modo il 5% del mercato globale.

Ancora poco, certo, ma la questione vera sarà un'altra: la diffusione delle auto bimotores avverrà a macchia di leopardo e il successo sarà molto più marcato nei mercati più ricchi (Stati Uniti, Europa e Giappone) e in quelli con crescita più rapida (Cina in testa, ovviamente). Proprio quelli che, per motivi differenti, saranno determinanti per i destini dei costruttori. Già oggi in alcune aree geografiche, come la California e il Giappone, le bimotores non

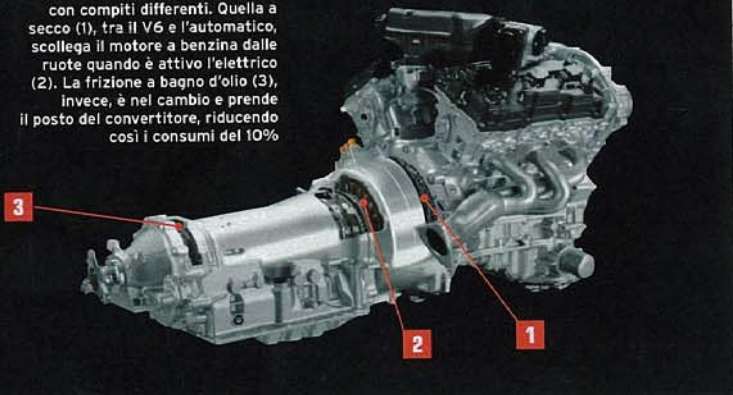
costituiscono più una presenza marginale, tutt'altro. Nel Paese del Sol Levante, infatti, l'Honda Insight e la Toyota Prius si contendono il titolo di auto più venduta in assoluto e hanno già battuto (anche grazie agli incentivi, conviene ricordarlo) i modelli a motorizzazione convenzionale.

Del resto, nelle nazioni dove le auto diesel e quelle a metano non riescono ancora a sfondare commercialmente, le ibride rappresentano l'unica soluzione tecnologica fattibile da subito che consenta di tagliare di molto i valori di consumo dichiarati, ossia le famigerate emissioni di CO<sub>2</sub>.

Il futuro delle ibride negli Stati Uniti, comunque, dipenderà molto dall'andamento



L'Infiniti M35h ha due frizioni con compiti differenti. Quella a secco (1), tra il V6 e l'automatico, scollega il motore a benzina dalle ruote quando è attivo l'elettrico (2). La frizione a bagno d'olio (3), invece, è nel cambio e prende il posto del convertitore, riducendo così i consumi del 10%



## Infiniti elimina il convertitore

• Prima dell'estate sarà in vendita l'Infiniti M35h, una trazione posteriore che abbinata al 3.5 V6 benzina (foto in basso) da 225 kW (306 CV) con 350 Nm a 5.000 giri/min un elettrico da 50 kW (68 CV) e ben 270 Nm già a 1.000 giri/min. Lo schema dell'Infiniti consente (per brevi tratti) di viaggiare elettricamente addirittura fino a 120 km/h, in virtù del pacco batterie a litio-ioni, che ha potenza e capacità di energia superiori rispetto alle NiMH. Interessante la trasmissione ibrida, col motore/generatore inserito nell'automatico a sette marce privo di convertitore di coppia (vedere il disegno a lato), sostituito da una frizione a bagno d'olio.



del prezzo del petrolio, in quanto gli americani corrono ad acquistarle soprattutto quando la benzina rincarà in modo deciso. Se tutto andrà secondo le previsioni degli esperti, rispetto alle 300.000 unità del 2009 le vendite negli Usa arriveranno nel 2015 a quota 1,5 milioni. Non così lontano dal 10% del mercato e, grosso modo, il doppio di quanto si prevede per le diesel.

### DENTRO LE MICRO, MILD E FULL

Se dal punto di vista commerciale la situazione è articolata, da quello tecnico risulta ancora più variegata. Dire ibrida, infatti, non basta a definire il tipo di auto di cui si parla, perché si può andare dal mi-

nimo al massimo della sofisticazione e dei costi. Per esempio, se si vanno a catalogare tre dei modelli più noti, la Smart mhd, l'Insight e la Prius, si può vedere come la prima rientri tra le micro hybrid, la Honda sia una mild e la Toyota appartenga alla famiglia delle full hybrid.

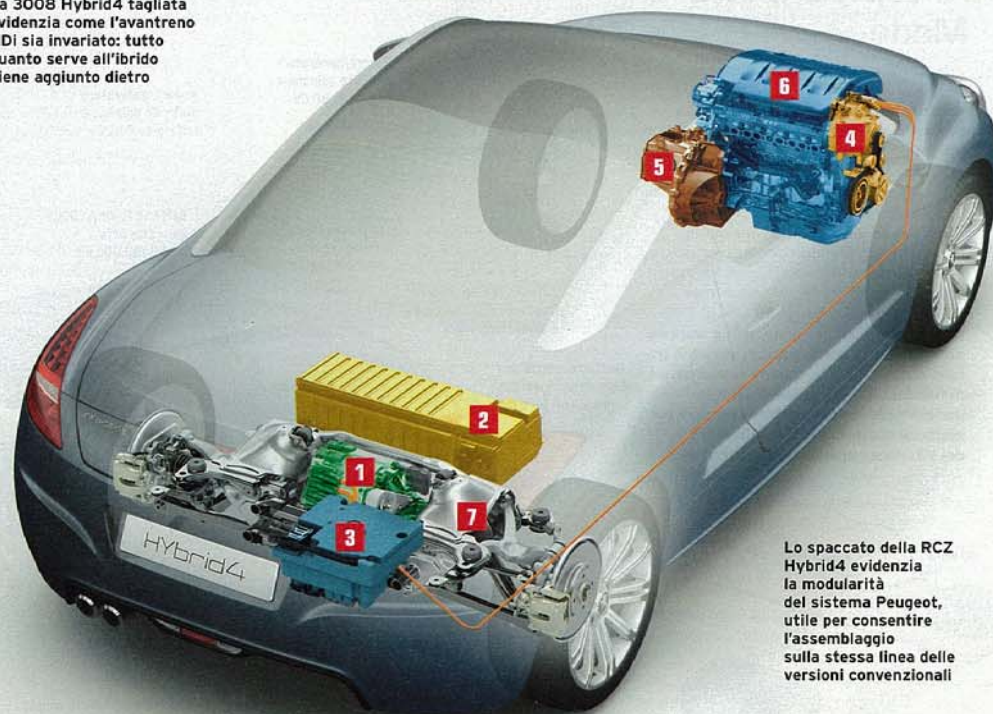
In tutte le micro, la parte elettrica (con potenza di appena 2-3 kW) provvede esclusivamente alla funzione Start&Stop del motore a scoppio e alla ricarica «intelligente» della batteria di avviamento da 12 Volt (l'unico accumulatore a bordo) durante le decelerazioni e le frenate. Nulla di più. Tanto che, denominazioni commerciali a parte, non si considerano vere e proprie



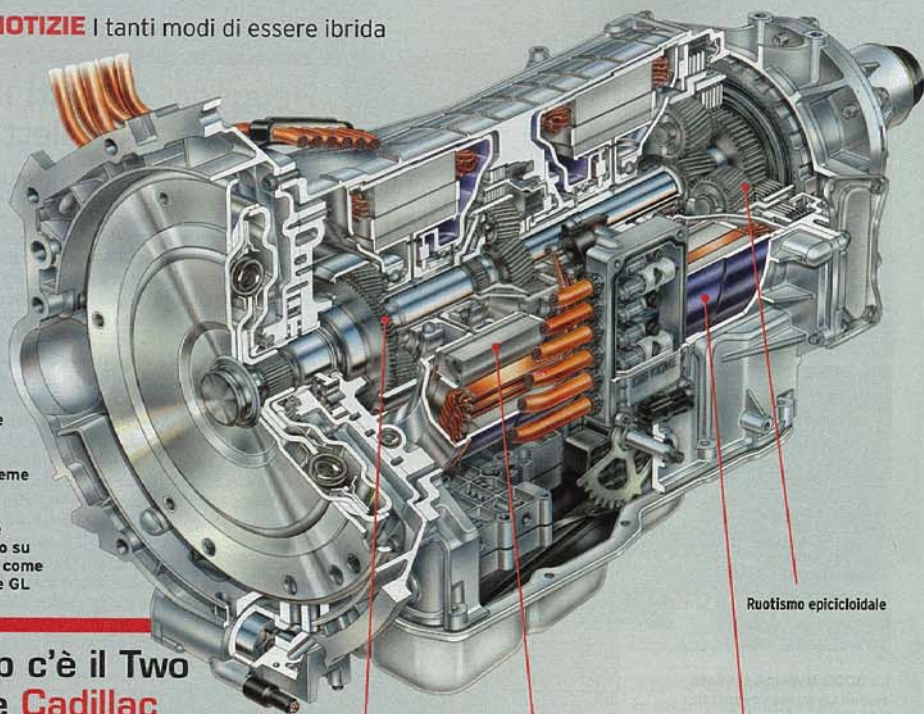
La 3008 Hybrid4 tagliata evidenzia come l'avantreno HDi sia invariato: tutto quanto serve all'ibrido viene aggiunto dietro

## Peugeot: davanti l'HDi dietro la 4x4 elettrica

• Ibrizzare un motore a gasolio non ha controindicazioni, costo più elevato del propulsore a parte. Il diesel è ideale per abbinare il risparmio in città (grazie alla parte elettrica che accumula energia nelle decelerazioni per restituirla nelle accelerazioni) al basso consumo in autostrada, tipico di questa motorizzazione. La Peugeot è intervenuta sia per ridurre i costi delle sue ibride (tutta la parte meccanica anteriore è identica a quella delle versioni diesel convenzionali) sia per offrire di più ai clienti, sotto forma di presenza della trazione integrale e di una potenza maggiore, data dalla somma dell'HDi e del motore elettrico. Lo schema (sotto) può essere applicato a qualsiasi modello della Casa, dalla 3008 (presto in vendita) alla RCZ Hybrid4: 1 Motore/generatore elettrico che aziona le ruote posteriori. 2 Batterie NiMH per la trazione. 3 Elettronica di potenza per il motore/generatore. 4 Sistema eHDi di Start&Stop alimentato ad alta tensione. 5 Cambio robotizzato a sei marce. 6 Diesel 2.0 HDi con Fap, che aziona solo le ruote anteriori. 7 Sospensione posteriore a ruote indipendenti, specifica per le versioni Hybrid4.



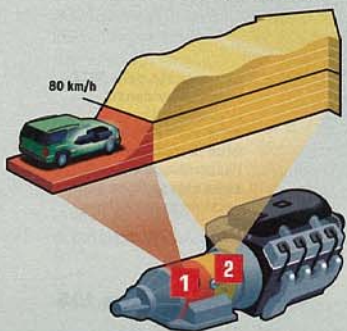
Lo spaccato della RCZ Hybrid4 evidenzia la modularità del sistema Peugeot, utile per consentire l'assemblaggio sulla stessa linea delle versioni convenzionali



Il Two Mode è stato sviluppato da GM assieme a Chrysler, Mercedes e BMW, che lo utilizzano su grosse Suv come X6 e Classe GL

## Al top c'è il Two Mode Cadillac

• Il Two Mode è ispirato ai sistemi GM Allison per i bus e offre una delle soluzioni ibride più raffinate. Ha due motori/generatori elettrici e tre ruotismi epicicloidali, che consentono di realizzare quattro rapporti interni (sono quindi diversi dalle solite marce). Due, appunto, le modalità previste. **Mode 1:** sotto gli 80 km/h una delle due macchine elettriche funziona da generatore per tenere cariche le batterie, mentre l'altra opera da motore (da sola o assieme al V8). **Mode 2:** oltre gli 80 km/h, il V8 (che può funzionare come V4) è sempre attivo, mentre combinazioni variabili tra cambiate degli epicicloidali e alternanze di funzionamento, come motore o generatore, di una e dell'altra macchina elettrica ottimizzano il rendimento del V8, senza scaricare mai le batterie.



Motore/generatore elettrico asincrono trifase da 80 CV

Motore/generatore elettrico asincrono trifase da 80 CV

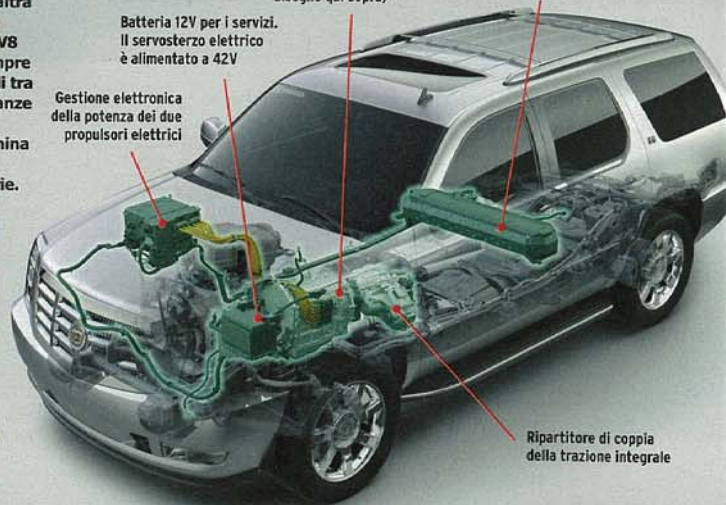
Ruotismo epicicloidale

Trasmissione ibrida Two Mode (vedere disegno qui sopra)

Batterie NiMH da 300V garantite otto anni o 160.000 km

Batteria 12V per i servizi. Il servosterzo elettrico è alimentato a 42V

Gestione elettronica della potenza dei due propulsori elettrici



Ripartitore di coppia della trazione integrale



Motore generatore

Ruotismo epicicloidale centrale

Motore generatore

I componenti della trasmissione ibrida Two Mode, relativamente compatti considerate le coppie e le potenze in gioco. Può essere abbinata alla trazione posteriore o integrale

Agli estremi vi sono due ruotismi epicicloidali

### Dati costruttore

- 5.967 cm<sup>3</sup>, V8 a benzina
- 248 kW (337 CV) a 5.100 giri/min
- 498 Nm a 4.100 giri/min
- Trasmissione ibrida Two Mode
- Trazione posteriore o gestione automatica dell'integrale
- Pneumatici Bridgestone 285/45R22
- 0-100 km/h: 8,4 s - Vel. max: 170 km/h
- Lungh. 514 cm - Largh. 201 cm
- Altezza 189 cm - Passo 295 cm
- Massa a vuoto: 2.776 kg
- Consumo medio: 11,1 l/100 km
- Prezzo: € 85.695

### CONSUMI RILEVATI - Cambio in Drive

Velocità in km/h	Consumo in km/litro
90 (il V8 funziona come un V4)	11,6
110	9,5
130	7,4
140	6,4
150	5,4
160	4,6

### MEDIE D'USO - Percorrenze (autonomia)

Tipo di percorso	Consumo in km/litro (km)
Città	6,8 (666)
Statale	7,2 (706)
Autostrada	6,5 (637)
Media generale	6,8 (666)

## Al volante

### Cadillac Escalade: esagerata in tutto, ma non nei consumi del V8

Le pedane sono azionate in modo automatico: escono quando si apre una delle porte, rientrano elettricamente se la si chiude



• Larga oltre due metri, alta uno e 90, 2.800 kg a vuoto: l'Escalade 6.0 Hybrid è esagerata in tutto, anche nel V8 benzina da 6 litri (della famiglia Vortec, quindi diverso dal 6.2 V8 delle Escalade non ibride). Da una Suv con questi numeri ci si potrebbe aspettare un consumo di 20-25 l/100 km, ma la trasmissione ibrida Two Mode svolge così bene la sua funzione che quello medio effettivo su strada è di 15 l/100 km quasi indipendentemente dal tipo di percorso. Accarezzando l'acceleratore, su strada piana il V8 funziona come V4 (l'iniezione viene disattivata a turno in quattro dei cilindri) sotto i 100 km/h, e così sul trip computer appare un consumo istantaneo sorprendente: 9 l/100 km. Lo stile degli interni è elegante e di gusto europeo, però i comandi, poco intuitivi e sparsi qua e là, sono tipicamente yankee. E anche lo sterzo, leggero e poco diretto, è all'americana. L'assale posteriore compromette un po' l'assorbimento delle asperità, mentre sono straordinarie sia la silenziosità di gomme e propulsori sia la fluidità di marcia (non si si sentono cambiate, come se ci fosse un Cvt). Si avverte soltanto un tremore quando il V8 si avvia. Per il resto, nella guida normale o resta spento (quando spingono gli elettrici) o lavora tra 1.000 e 2.500 giri.



ibride e tanto meno rientrano nelle classifiche di vendita di queste ultime.

Maggiori sono le potenzialità delle mild (come l'Honda Insight): qui il motore elettrico trasmette coppia alle ruote, quindi affianca il propulsore a combustione interna, che può essere più piccolo. L'elettrico (che finora ha avuto potenze inferiori a 15 kW) non provvede da solo alla propulsione, non accelera da fermo l'auto. Come nelle micro, anche nelle mild la parte elettrica provvede alla funzione Start&Stop e al recupero di energia durante le decelerazioni e le frenate, al fine di ricaricare la batteria. Che, però, non è più il solito accumulatore a 12V, bensì un gruppo capace di erogare

e ricevere potenze notevoli (la tensione è elevata, ma finora non superiore ai 110V).

Le sole ibride capaci di viaggiare - finora per 3 km al massimo - in modalità elettrica sono le full (come la famosa Prius). Qui la tensione del pacco batterie aumenta ancora, fino a 200-270V, e cresce pure la potenza del motore/generatore elettrico (di solito per le vetture è compresa tra 20 e 50 kW). Le full costituiscono l'espressione più completa, complessa e costosa delle ibride e i progettisti le hanno realizzate nei modi più disparati, abbinando in modo spesso originale motore elettrico, propulsore termico e trasmissione. In queste pagine ne presentiamo alcuni schemi. ♦♦♦