

POLITECNICO DI TORINO

**Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Meccanica**

Tesi di Laurea Magistrale

**SVILUPPO DI UN SISTEMA
TELEMATICO DI MONITORAGGIO
GUASTI NEI VEICOLI PESANTI**



Relatore

Prof. Aurelio Somà

Candidato

Nicola Rao

Aprile 2018

A Massimo Lomaestro

INDICE

INTRODUZIONE	1
---------------------------	----------

CAPITOLO 1 – I VEICOLI CONNESSI	3
--	----------

1.1 Overview dei Veicoli Connessi	3
--	----------

1.1.1 Contesto di riferimento	3
-------------------------------------	---

1.1.2 Analisi dello scenario competitivo.....	4
---	---

1.2 Smart Mobility e Veicoli Connessi: Tecnologie coinvolte.....	5
---	----------

1.2.1 Hype Cycle.....	14
-----------------------	----

1.2.2 Priority Matrix.....	15
----------------------------	----

1.3 Previsione della domanda globale dei Veicoli Connessi	16
--	-----------

1.4 Focus sui Connected Truck	16
--	-----------

CAPITOLO 2 - L'ELETTRONICA DEL VEICOLO E L'AUTODIAGNOSI	21
--	-----------

2.1 L'evoluzione dell'elettronica nell'Automotive.....	21
---	-----------

2.2 Sistema Multiplex e CAN BUS	22
--	-----------

2.3 Protocollo ISO 11898.....	23
--------------------------------------	-----------

2.4 Tecniche di base dell'Autodiagnosi.....	26
--	-----------

2.5 L'evoluzione dell'Autodiagnosi.....	26
--	-----------

2.6 Protocollo OBD II.....	28
-----------------------------------	-----------

2.7 Protocollo SAE J1939.....	29
--------------------------------------	-----------

2.8 Lettura guasti in memoria delle E.C.U.....	30
---	-----------

CAPITOLO 3 – IL SISTEMA MULTIPLEX DELLO STRALIS EVO IVECO.....	32
---	-----------

3.1 Linee CAN del sistema Hi-Mux	33
---	-----------

3.2 Centraline collegate tramite la linea CAN BCB.....	36
---	-----------

3.2.1 Body Computer Module (BCM).....	36
---------------------------------------	----

3.2.2 Frame Control Module (FCM).....	37
---------------------------------------	----

3.2.3 Centralina interfaccia volante/devioguidera (SWI)	37
3.2.4 Bed Module E.a.sy. (BME).....	37
3.2.5 Riscaldatore ad aria (AHT_A)	38
3.2.6 Riscaldatore ad acqua (AHT_W).....	39
3.2.7 Climatizzatore Automatico (AC).....	39
3.2.8 Climatizzatore Manuale (AC).....	40
3.3 Centraline collegate tramite la linea CAN VDB.....	40
3.3.1 Tachigrafo digitale (DTCO).....	41
3.3.2 Instrument Cluster (IC)	41
3.3.3 Electronically Controlled Air Suspension (ECAS).....	43
3.3.4 Tyre Pressure Monitoring System (TPMS)	44
3.3.5 Lane Departure Warning System (LDWS).....	44
3.3.6 ACC-AEBS Radar	45
3.3.7 Electronic Brake System (EBS).....	46
3.3.8 TRAXON (HiTronix)	47
3.3.9 Intarder	52
3.3.10 Expansion Module PTO (EM)	54
3.3.11 E-Horizon.....	54
3.3.12 Vehicle Control Module (VCM).....	54
3.4 Centraline collegate tramite la linea CAN FMB	55
3.5 Centraline e linee CAN adibite alla gestione motore	56

CAPITOLO 4: LA GESTIONE ELETTRONICA E MECCANICA DEI MOTORI CURSOR EURO VI.....59

4.1 Caratteristiche principali dei Motori Cursor 11 e 13	59
4.2 Principali strategie di funzionamento della centralina ECM.....	60
4.2.1 Calcolo della portata d'aria in ingresso e dosatura del combustibile.....	60
4.2.2 Calcolo portata mandata di gas di scarico.....	61
4.2.3 Controllo a ciclo chiuso della pressione di iniezione e controllo elettronico dell'anticipo della fase di iniezione	61
4.2.4 Regolatore di velocità e avviamento motore.....	61
4.2.5 After run e Run up.....	62
4.3 De-rating del motore	62

4.4 Emissioni inquinanti nei motori Diesel.....	64
4.5 Inducement.....	68
4.6 Strategie di abbattimento emissione inquinanti	69
4.6.1 Sistema di post trattamento dei gas di scarico SCRT	70
4.6.2 Sistema di ricircolo dei gas di scarico E.G.R.....	72
4.7 Il Sistema di alimentazione Diesel Common Rail.....	75
4.7.1 Pompa ad alta pressione	76
4.7.2 Accumulatore di pressione Rail	77
4.7.3 Elettroiniettori	78
4.7.4 Valvola limitatrice di pressione	79
4.8 Sistema di sovralimentazione	79
4.8.1 Turbocompressore E-VGT.....	80
4.8.2 Attuatore turbina	81
4.9 Exhaust flap (freno motore a farfalla).....	82

CAPITOLO 5 - IL SISTEMA IVECONNECT E IL MONITORAGGIO GUASTI VIA TELEMATICA85

5.1 Le funzionalità di Iveconnect e la struttura Telematica Iveco.....	85
5.1.1 Iveconnect Drive	86
5.1.2 Iveconnect Fleet	89
5.1.3 La struttura telematica Iveco.....	90
5.2 Funzione ANS	90
5.2.1 Modalità di trasmissione dati	91
5.2.2 Contenuto del messaggio	91
5.2.3 Tell tale management	92
5.3 Introduzione alla Telediagnosi dei guasti e al monitoraggio Real Time dei Truck.....	94
5.4 Esempi di algoritmi	94
5.4.1 Sistema di Alimentazione Diesel Common Rail	96
5.4.2 Sistema di post trattamento dei gas di scarico SCRT	97
5.5 Peculiarità della Telediagnosi Real Time da remoto	98
5.6 La gestione degli Alert attraverso una Control Room.....	99
5.7 Benefici della Control Room.....	100

5.7.1 Approccio metodologico per la stima dei benefici	100
5.8 Sviluppi futuri.....	102
5.8.1 Introduzione alla manutenzione predittiva.....	102
CONCLUSIONI.....	105
BIBLIOGRAFIA	107
APPENDICE A - SAE J1939-73 Failure Mode Identifier (FMI): Assignment description and guideline.....	109

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni il mercato dei veicoli pesanti sta viaggiando a ritmi sostenuti ma, insieme ad esso, sta crescendo in modo molto più rapido la competitività tra le aziende del settore. Competitività che si gioca sui prezzi, sulla varietà di offerta di modelli e sulla disponibilità di nuovi contenuti di prodotto.

Per rispondere alle diverse esigenze, non solo del mercato ma anche delle normative, tutte le case produttrici di camion assieme agli O.E.M. (Original Equipment Manufacturer) stanno investendo nello sviluppo di nuove tecnologie, in gran parte basate sull'elettronica.

L'elettronica dell'autoveicolo, talvolta denominata autronica, è ormai divenuta uno standard nel settore avendo reso possibile lo sviluppo di molteplici funzionalità indispensabili, tra cui quelle relative a: impianto frenante, gestione motore, cambio automatizzato, sospensioni automatiche, telematica, ecc.

Una delle innovazioni principali apportate da questa evoluzione si è avuta nel campo della diagnostica. Infatti l'aumento della percentuale di problemi di natura elettrica/elettronica unita alla sempre più articolata struttura delle architetture autroniche, ha reso necessario lo sviluppo di strumenti di diagnosi dotati di software sempre più sofisticati e multifunzionali. Di fronte a questo scenario, il vecchio meccanico autoriparatore, per poter identificare la causa di un problema, si è dovuto reinventare mecatronico. Tuttavia, nell'adeguarsi ai continui mutamenti, nel campo della diagnostica si sono generate diverse inefficienze di gestione. Per questo motivo tale settore presenta grossi margini di miglioramento sui quali le aziende stanno investendo molto per migliorare la qualità dei servizi.

Allo stesso tempo, un altro effetto della crescente complessità dei sistemi elettronici, si è registrato nella difficoltà che hanno i conducenti dei mezzi nell'interpretare correttamente le informazioni digitali con cui si interfacciano attraverso il Cluster. Questo, unito alla necessità di portare a termine le consegne di merci nei tempi prestabiliti, può portare a trascurare importanti informazioni diagnostiche OBD (On Board Diagnostics) che potrebbero preavvisare un imminente breakdown.

Nel mercato dei veicoli pesanti le problematiche di gestione flotta e spese di manutenzione sono all'ordine del giorno, pertanto risulta essere un mercato ancora più esigente e complesso: emerge dunque la necessità di trovare una soluzione per colmare le inefficienze di questo sistema.

Nel seguente lavoro di tesi, volto ad affrontare una tematica oggi più attuale che mai, si è proposta una soluzione a tali problematiche mediante lo sviluppo di un sistema telematico di monitoraggio guasti. È doveroso precisare che questa soluzione, di recente sviluppo, è quella attualmente adottata dall'azienda Iveco S.p.A., presso la quale, durante l'attività di Stage, ho dato il mio contributo personale.

Tra le apparecchiature elettroniche con cui sono equipaggiati tutti i veicoli di nuova generazione è incluso come standard un dispositivo telematico che permette la trasmissione di dati wireless: per questo motivo in seguito si parlerà di Veicoli Connessi. Questo argomento, assieme alla Smart Mobility, rappresenta uno dei trend più importanti nel settore Automotive ed è stato trattato in dettaglio nel Capitolo 1, con un approfondimento particolare per il settore dei veicoli pesanti, oggetto di tesi.

Il protagonista assoluto che ha reso possibile questo percorso è lo Stralis EVO, il Truck Model Year 2016, del quale si sono analizzati i dati telediagnostici utilizzati nella realizzazione del sistema di monitoraggio. Per una corretta interpretazione di queste informazioni è stato necessario approfondire lo studio dell'impianto Multiplex del camion (Capitolo 3) e della gestione mecatronica del motore diesel Cursor Euro IV C con cui questo viene equipaggiato (Capitolo 4).

Infine, nel Capitolo 5, è stato trattato il sistema telematico Iveconnect e sono stati descritti funzionamento, strategie e vantaggi del sistema e dell'attività di monitoraggio guasti.

CAPITOLO 1 – I VEICOLI CONNESSI

1.1 Overview dei Veicoli Connessi

Per “veicolo connesso” si intende un veicolo in grado di scambiare dati wireless in modo bidirezionale con la rete Internet. Le sue principali funzioni sono:

- fornire contenuti e servizi digitali;
- trasmettere dati telemetrici dal veicolo;
- consentire il monitoraggio e il controllo a distanza o la gestione dei sistemi di bordo.

In questa definizione rientrano i veicoli provvisti modem cellulari incorporati, sistemi di infotainment a bordo dei veicoli che si collegano tramite collegamento tethering a uno smartphone/tablet e dispositivi collegati alla porta OBD, come le Black Box per i programmi assicurativi.

In futuro, alcune automobili potrebbero essere dotate di ricetrasmittitori: questi ultimi sono dei dispositivi dotati di un trasmettitore e di un ricevitore, mediante i quali è possibile comunicare informazioni bidirezionalmente tra due veicoli (V2V) o tra un veicolo e un’infrastruttura (V2I). Per questo motivo, le automobili saranno denominate Vehicle-to-Everything (V2X), formando dunque un network di veicoli connessi.

1.1.1 Contesto di riferimento

La produzione di veicoli connessi sta crescendo rapidamente sia nei mercati automobilistici, già consolidati, che in quelli emergenti. È importante illustrare in primis le ipotesi che sono state assunte per supportare lo sviluppo della connettività nel settore automobilistico ^[1]:

- **Nell’Unione Europea, il mandato eCall sarà attuato senza proroghe**
Le normative sono un fattore chiave per l’adozione della connessione nelle automobili. Infatti, ad esempio, nell’Aprile 2015, il Parlamento europeo ha approvato il regolamento eCall, secondo il quale è previsto che, a partire dall’Aprile 2018, tutte le nuove auto siano dotate di un modulo di comunicazione cellulare che supporti la capacità di eCall. Questo, in caso di incidente grave, compone automaticamente un numero di emergenza e trasmette la posizione del veicolo ai servizi di emergenza, l’ora dell’incidente e la direzione del viaggio.
- **Per rispondere all’esigenza di sviluppare le applicazioni future, la domanda di classificazione degli oggetti basata sul “contextual images”, aumenterà del 150% dal 2016 al 2020**
Le auto, con il passare del tempo, stanno diventando sempre più automatizzate: infatti sono dotate di dispositivi tecnologici sempre più evoluti (telecamere, radar e sistemi lidar). Molte automobili useranno il rilevamento delle immagini come mezzo principale per identificare e classificare gli oggetti nelle vicinanze del veicolo in modo che possano ricevere feedback più precisi, nonché aprire le porte al controllo autonomo. Le immagini acquisite possono essere correlate con il tempo, la geolocalizzazione e altre informazioni del sensore possono essere connesse per l’analisi contestuale. Quanto detto serve per migliorare la precisione predittiva e per arricchire l’esperienza dell’utente. Questa capacità potrebbe essere applicata alle idee di Smart city e Smart Mobility: ad esempio, l’elaborazione di contextual images dei veicoli su strada, di cui si parlerà anche in seguito, può essere utilizzata per individuare gli spazi di parcheggio disponibili, per identificare i pericoli della strada e per fornire informazioni sul flusso del traffico.
- **Affinché possano diventare sempre più automatiche ed eco-sostenibili, le automobili richiedono una crescita di funzioni di elaborazione incorporate sempre più sostenuta**

Le funzioni di guida automatizzate, come i sistemi di cruise control, di prevenzione delle collisioni e di deviazione della corsia (LDWS), richiedono l'elaborazione dei dati della telecamera e del sensore radar, finalizzate al riconoscimento dei modelli, in tempo reale. Inoltre, il miglioramento dell'efficienza del carburante e la riduzione delle emissioni richiedono sofisticati sistemi di controllo del motore e della trasmissione. Molte di queste funzioni consistono in attività di basso livello che sono adatte a un'unità di microcontroller (MCU). La complessità dello stack middleware, nel quale vengono eseguite le tecnologie di interazione uomo-macchina (come il controllo tattile, il controllo gestuale, il controllo visivo e il riconoscimento vocale), deve aumentare per supportare richieste di infotainment. Lo stack di comunicazione, anch'esso parte del middleware, sta diventando sempre più complesso per supportare i servizi telematici dei consumatori che consentono al veicolo di comunicare sia le informazioni diagnostiche e di manutenzione, sia le richieste di driver e passeggeri.

- **Per ridurre i costi operativi, attraverso l'ottimizzazione di gestione della flotta, entro il 2020, il 45% dei camion avrà radio e GPS cellulare integrati**

La gestione della flotta e la tecnologia telematica saranno fattori chiave del veicolo connesso nel segmento dei trasporti. Le flotte di veicoli pesanti, stanno perseguendo un monitoraggio attivo per ottimizzare l'utilizzo delle risorse. I vari competitor del settore truck, hanno installato moduli di comunicazione telematica per consentire la gestione della flotta in tempo reale e permettere l'aggiornamento del software via etere per i sistemi di bordo. Le capacità dei veicoli connessi svolgeranno un ruolo importante nel guidare i conducenti verso i parcheggi, pagando il carburante, ricaricando veicoli elettrici e, infine, consentendo livelli sempre maggiori di guida automatizzata.

1.1.2 Analisi dello scenario competitivo

Il veicolo connesso rappresenta la base per le opportunità e per le trasformazioni nell'industria automobilistica ed in quelle verticali, che contribuiranno a:

- generare nuove innovazioni di prodotti e servizi;
- creare nuove società;
- fornire nuove proposte di valore e modelli di business;
- introdurre la nuova era della mobilità intelligente, in cui l'attenzione dell'industria automobilistica è quella di spostare l'idea dell'auto intesa come un mezzo di proprietà privata a quella intesa come servizio.

Come si evince dalla Figura 1.1, è possibile suddividere la vita di un veicolo connesso in quattro fasi principali. Queste fasi si sovrappongono nella loro progressione ma, ognuna di esse è caratterizzata da diverse scadenze di progressione, aree di interesse, livelli di maturità e potenziali di innovazioni future.

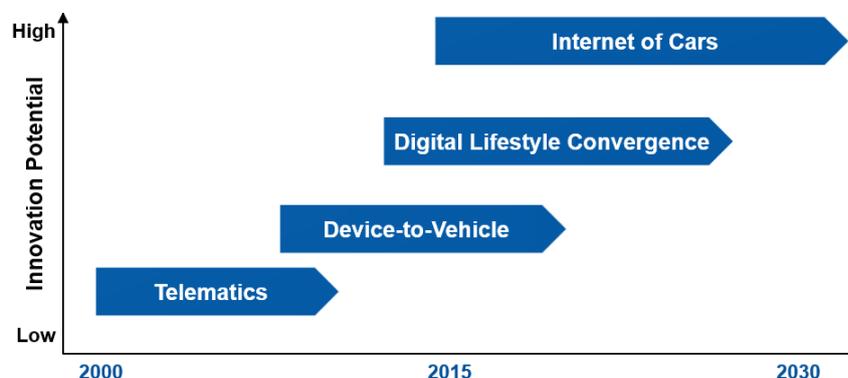


Figura 1.1: Fasi fondamentali di un veicolo connesso [1]

La tecnologia dei veicoli connessi è funzionale alla fornitura di contenuti e servizi digitali, come streaming di musica e video, navigazione e alcuni servizi basati sulla posizione. Alcuni concept sui quali si basa la mobilità intelligente, sono rappresentati nella Figura 1.2. Da quest'ultima si può osservare come i veicoli connessi interagiranno con altri sistemi connessi come casa, smart city, reti di trasporto e altri veicoli.

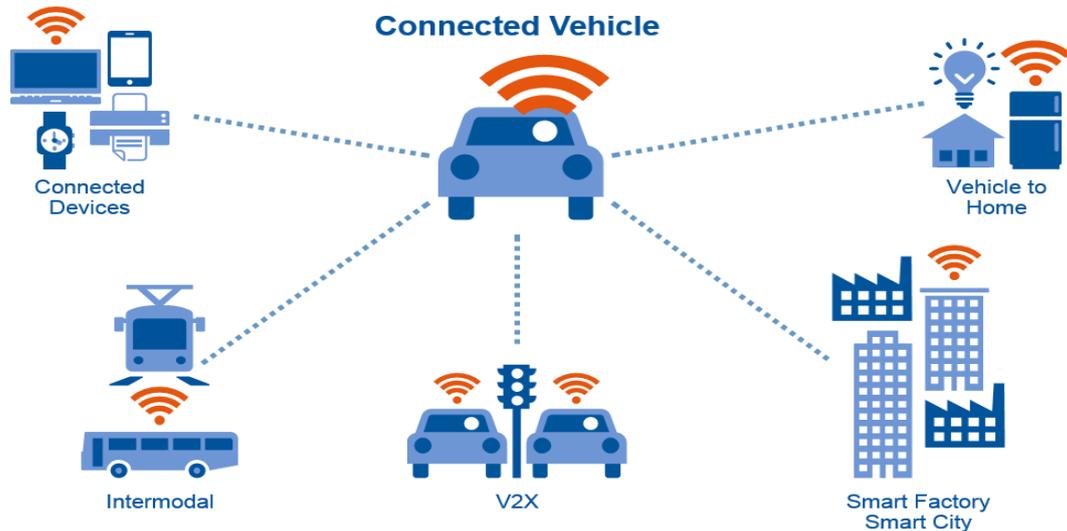


Figura 1.2: Interazione dei veicoli connessi con altri sistemi [1]

La tecnologia dei veicoli connessi permetterà di generare profitti post-vendita attraverso la distribuzione di servizi aggiuntivi e aggiornamenti di funzionalità. Oltre a ciò, essa consentirà di migliorare la customer loyalty attraverso un'esperienza più personalizzata ed aprirà le porte alle innovazioni nelle imprese verticali (come assicurazioni, noleggio auto, servizi di car sharing e ricarica di veicoli elettrici).

1.2 Smart Mobility e Veicoli Connessi: Tecnologie coinvolte

Per comprendere a pieno le modalità ed i tempi con cui la mobilità intelligente ed i veicoli connessi si stanno ampliando, è fondamentale capire come le tecnologie specifiche si stanno sviluppando e come gli OEM (Original Equipment Manufacturer) si stanno mobilitando per offrire nuovi servizi. Per questo motivo può essere molto utile un'analisi approfondita dell'Hype Cycle.

Per Hype Cycle si intende una rappresentazione grafica, sviluppata dalla società di consulenza Gartner, nella quale vengono messe a confronto la maturità, l'adozione e l'applicazione sociale di tecnologie specifiche ^[2]. Queste, durante il loro processo di vita, attraversano le cinque fasi sotto elencate:

1. **Technology Trigger:** una potenziale innovazione tecnologica entra nel ciclo e dà il via al processo. Le prime notizie di proof-of-concept e l'interesse dei media generano una pubblicità di rilievo. Spesso non esistono prodotti utilizzabili e la redditività commerciale non è dimostrata;
2. **Peak of Inflated Expectations:** la pubblicità iniziale produce una serie di notizie di successo, spesso accompagnate da numerosi fallimenti. Alcune aziende investono in tali idee, ma la maggior parte decidono di non correre rischi;
3. **Trough of Disillusionment:** l'interesse diminuisce man mano che gli esperimenti e le implementazioni falliscono. I produttori della tecnologia falliscono e gli investimenti continuano solo se i fornitori "sopravvissuti" migliorano i loro prodotti in modo soddisfacente;

4. **Slope of Enlightenment:** ulteriori esempi di benefici della tecnologia a favore dell'impresa iniziano a cristallizzarsi e a diventare più ampiamente compresi. I prodotti di seconda e terza generazione vengono visualizzati dai fornitori di tecnologia.
5. **Plateau of Productivity:** l'adozione inizia a decollare fino a diventare mainstream. I criteri per valutare la redditività del fornitore sono definiti più chiaramente. L'ampia applicabilità e diffusione della tecnologia nel mercato stanno chiaramente dando i suoi frutti.

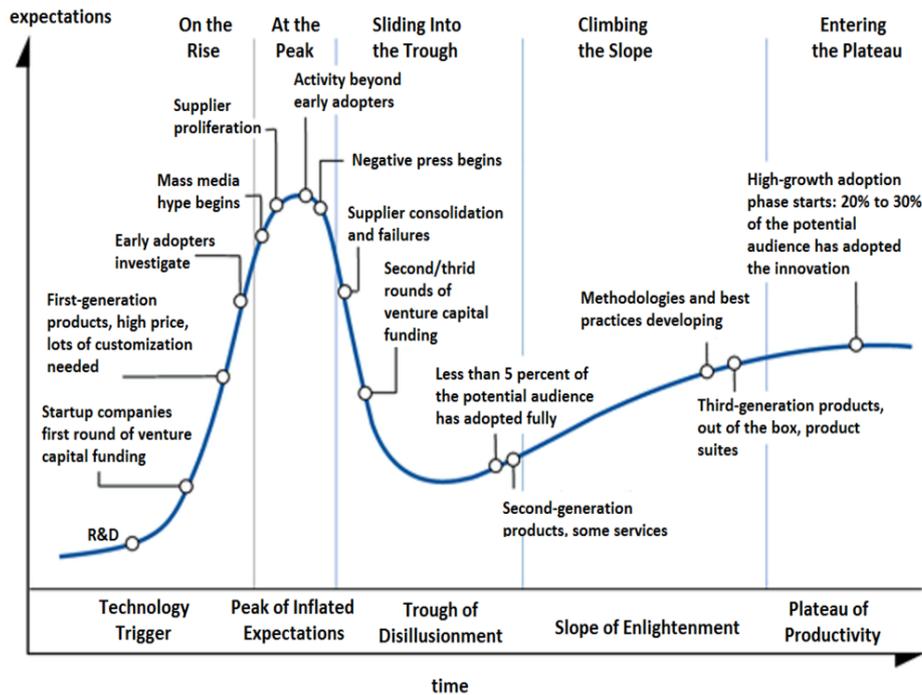


Figura 1.3: Hype Cycle [2]

In seguito, verranno esposte tutte le tecnologie specifiche coinvolte nei veicoli connessi e nella Smart Mobility^[3] che successivamente verranno opportunamente collocati nel ciclo Hype.

- **Veicoli modulari**

Si intende un veicolo in cui i componenti indispensabili dello stesso sono intercambiabili. Questa modularità ha lo scopo di facilitare le riparazioni e la manutenzione o di consentire una riconfigurazione del veicolo in base alle diverse funzioni. Per questo motivo spesso si fa riferimento al termine “piattaforma di veicoli modulari”.

Un'altra applicazione della progettazione modulare del veicolo è quella di consentire lo scambio di batterie in un veicolo elettrico: questa tecnologia consentirebbe alle aziende automobilistiche di costruire rapidamente diversi tipi di veicoli a un costo inferiore rispetto a quello che tradizionale.

- **Iper-personalizzazione**

L'iper-personalizzazione è un concetto molto diffuso nel settore automobilistico. Gli OEM, adottando la tecnologia dei veicoli connessi, saranno in grado di soddisfare sempre più le esigenze dei clienti in modo sempre più coerente, personalizzato e dinamico.

- **Algoritmi Marketplaces**

Per Algoritmi Marketplaces si intende un'infrastruttura tecnica che facilita la pubblicazione e l'utilizzo di algoritmi riutilizzabili; essa viene adoperata per supportare la condivisione interna di algoritmi presenti tra i Data Scientist. La maggior parte, tuttavia, viene implementata esternamente come infrastruttura sulla quale vengono promossi algoritmi gratuiti o a pagamento, a volte includendo la condivisione e la monetizzazione dei set di dati.

- **5G (5th Generation)**

Il 5G rappresenta il nuovo standard per la comunicazione mobile per la prossima generazione, dopo il 4G. Si prevede che entro il 2020 circa il 3% dei fornitori di servizi di comunicazione mobile basati su rete lancerà la rete 5G commercialmente. Un fattore trainante per l'adozione di questa tecnologia è il panorama competitivo globale dell'accesso a banda larga.

- **Open Source (Focus Android)**

L'Open Source è un software che utilizza il codice sorgente libero e lo mette a disposizione degli sviluppatori per la crescita rapida di piattaforme software; tali piattaforme includono funzionalità di telematica, gateway di comunicazione e cluster digitali avanzati dotati di funzionalità e connettività inoltrate in un ambiente sicuro. Fino a poco tempo fa, l'industria automobilistica è stata in disaccordo con tale strategia perché la mancanza di controllo sembrava contraddire la feroce natura competitiva e la forte attenzione alla qualità del settore automobilistico. Oggi, dal momento che i benefici dell'adozione di Android come architettura di sistema di base per le esperienze di bordo sembrano superare i fili competitivi, si è scelto di seguire questa strada.

- **Interfacce utente conversazionali**

La Conversational User Interface (CUI) è un modello di progettazione di alto livello in cui le interazioni utente e macchina si verificano principalmente nel linguaggio naturale parlato o scritto dell'utente. Tipicamente, informale e bidirezionale, queste interazioni vanno da semplici enunciati (come "Stop", "OK" o "Che ore sono?") fino a interazioni altamente complesse.

- **Servizi a bordo del veicolo**

I servizi a bordo sono servizi abilitati da una connessione digitale dalle automobili al cloud, tra cui internet wireless, prevenzione dei furti, manutenzione predittiva, posizione di parcheggio e servizi di pagamento, monitoraggio della salute dei conducenti, aggiornamenti di mappe, ecc. Mentre la connessione digitale nel veicolo è in uso da un po' di tempo, la maturità dei servizi digitali nel veicolo presenta ancora grossi margini di miglioramento. I produttori di autoveicoli stanno costruendo piattaforme cloud che consentiranno il computing back-end e collegheranno gli utenti a una serie di nuovi servizi, contribuendo in modo significativo alla creazione di nuove opportunità di business. I servizi digitali possono essere un elemento chiave di differenziazione per le case automobilistiche, ma potrebbe essere necessario del tempo per creare un ecosistema che consenta a terze parti di integrarsi facilmente con questi sistemi. Tuttavia, i consumatori sono ancora ambivalenti riguardo al pagamento di canoni mensili aggiuntivi per accedere a nuovi servizi sui veicoli. Ciononostante, vi è una grande aspettativa in questi servizi, sia per quanto riguarda la personalizzazione dei veicoli che per la potenziale monetizzazione della vendita dei dati raccolti.

- **Digital security**

Per sicurezza digitale si intende un insieme di mezzi e tecnologie tesi a garantire protezione, sicurezza e affidabilità agli ecosistemi digitali. I sistemi affrontati includono la tecnologia operativa (OT), la sicurezza dei sistemi cibernetici (CPSS) e l'Internet of Things (IoT). Questi sistemi includono dispositivi, reti, comunicazioni, applicazioni e dati nel mondo degli affari, del governo e della società che fanno parte delle iniziative di business digitale. I rischi per la sicurezza digitale in tutte le discipline di sicurezza sono aumentati. Gli attacchi informatici di alto profilo possono creare compromessi nei settori verticali, quali automobili connesse, dispositivi medici, automazione degli edifici e altre industrie asset-centric. Sebbene rari fino ad oggi, questi attacchi hanno spinto molto gli investimenti per la sicurezza digitale, inoltre la crescente attenzione da parte del governo può portare a un'ulteriore potenziale regolamentazione.

- **UX e UI nei veicoli avanzati**

La connettività del veicolo, le nuove tecnologie e la digitalizzazione consentono l'implementazione di nuove tecnologie di esperienza utente (UX) e interfaccia utente (UI). Questi includono il controllo, l'interfaccia di conversazione, la visualizzazione della realtà aumentata, l'interfaccia utente dell'auto adattiva, gli schermi tattili o le funzionalità di tracciamento degli occhi. Il principale motore per aumentare la penetrazione della tecnologia UX / UI di bordo deriva dal mondo degli smartphone, che ridefinisce continuamente il modo in cui i consumatori possono interagire con i dispositivi digitali. I consumatori si aspettano sempre più che una UX / UI del veicolo mostri la stessa semplicità, le reazioni e l'intuitività a cui sono abituati dai dispositivi digitali.

- **Piattaforme di esperienze digitali DXP**

DXP è una categoria emergente di software aziendale che cerca di soddisfare le esigenze delle aziende sottoposte a trasformazione digitale e a fornire esperienze migliori ai clienti. I DXP possono essere un singolo prodotto, ma spesso sono una suite di prodotti che funzionano insieme. Inoltre tali piattaforme forniscono un'architettura per le aziende per digitalizzare le operazioni aziendali, offrire esperienze cliente connesse e raccogliere informazioni dettagliate sui clienti.

- **Piattaforma IoT (Internet of Things)**

Una piattaforma Internet of Things (IoT) è un software che facilita le operazioni che coinvolgono gli endpoint IoT e le risorse aziendali come analisi e servizi cloud. L'aumento della distribuzione di progetti IoT su moltissimi settori collegati all'Automotive, rende questa tecnologia una delle più interessanti per lo sviluppo della Smart Mobility.

- **Analisi dei dati in tempo reale per il settore automobilistico**

L'analisi dei dati in tempo reale per il settore automobilistico abilita i servizi di veicoli, autisti e passeggeri. Essa include:

- elaborazione dei dati;
- architetture cloud;
- apprendimento automatico;
- analisi basate su elaborazioni parallele back-end dei Data Scientist.

I casi d'uso includono pianificazione predittiva del percorso, monitoraggio delle condizioni del veicolo, prevenzione delle collisioni, prevenzione degli attacchi informatici, marketing, gestione dei dati delle auto connesse e iper-personalizzazione dei servizi.

Le fonti di dati per la soluzione del caso d'uso sono in genere una combinazione di dati strutturati (ad esempio, dati comportamentali dei conducenti o dei veicoli che comprendono campi come

anno, marca, modello, parti di garanzia, ecc.) e fonti di dati non strutturati (ad es. parametri quali lettura del contachilometri, rottura, ecc.).

Esistono numerosi test che verificano come utilizzare al meglio i dati in modo standardizzato, per fornire servizi di elaborazione back-end unificati, correlare i dati, creare modelli di apprendimento macchina necessari e, infine, attivare la giusta azione. Gestire i dati dinamici strutturati e non strutturati su intere flotte e consumatori è un nuovo elemento per l'industria automobilistica dei consumatori e, a parte la valutazione/implementazione della tecnologia, occorre risolvere i problemi principali come organizzazione, proprietà dei dati, privacy e sicurezza, mercati e veicoli. D'altro canto, i servizi pienamente funzionanti offrono anche notevoli vantaggi per il consumatore, come personalizzazione, guida sicura.

La maggior parte dei principali OEM oggi si è già impegnata in prove e progetti per aggiornare le capacità di elaborazione back-end e il servizio di erogazione di analisi analitiche ai propri veicoli e clienti.

Le analisi automobilistiche in tempo reale sono potenzialmente una soluzione a quelle sfide che aiutano a identificare i problemi prima o addirittura a evitare l'incidente, riducendo così i dati di richiamo e rendendo il veicolo molto più sicuro.

I servizi predittivi si evolveranno anche in servizi di miglioramento e monitoraggio continuo dei veicoli, non solo per prevedere, ad esempio, il verificarsi di guasti e avviare i relativi processi di servizio, ma anche per gestire il veicolo in modo da evitare o ritardare completamente la movimentazione, incidenti dovuti a usura e lacerazione.

La capacità di sintetizzare dinamicamente i dati da più punti di contatto del viaggio di un cliente (compresi l'utilizzo dell'automobile, i dati di viaggio, i dati contestuali, ecc.) sarà fondamentale per fornire servizi di mobilità iper-personalizzata ai consumatori, migliorando la fidelizzazione dei clienti.

- **Aggiornamenti software Over The Air**

Gli aggiornamenti software Over the air (OTA) si riferiscono ai metodi di distribuzione di nuovi aggiornamenti software e firmware e/o impostazioni di configurazione ai vari sistemi informatici delle automobili. In genere sfruttano ubicazioni server dedicate per inviare e gestire gli aggiornamenti a tutte le automobili in una data regione, o per modello e data di produzione. I produttori di automobili stanno pianificando di adottare la tecnologia e stanno studiando le strategie con ottimali con cui deve essere adottata. Le OTA trarranno vantaggio da una più ampia adozione della connettività integrata e, infine, dalla connettività 5G. Gli Over the air offrono la possibilità di riparare e aggiornare i veicoli a un costo basso e alto tasso di diffusione.

- **Cognitive Computing**

Il calcolo cognitivo è una classe di tecnologia che riguarda i consulenti esperti e l'intelligenza artificiale (AI). In realtà non si ha molta fiducia che questi sistemi siano veramente capaci di cognizione. Il calcolo cognitivo è rapidamente salito al picco delle aspettative a causa della pervasiva promozione del termine da parte dei principali fornitori che cercano la differenziazione nell'ultima generazione del mercato AI. Mentre alcune classi di intelligenza artificiale come veicoli autonomi e assistenti virtuali possono sostituire il lavoro umano, l'informatica cognitiva li valorizza.

- **Piattaforme di veicoli connessi**

Le piattaforme di auto connesse mettono a disposizione una serie di servizi e strumenti basati su cloud (ad es. Big data, machine learning) che consentono all'industria automobilistica di sviluppare rapidamente servizi lungo l'intero percorso del cliente. I servizi abilitati includono riconoscimento vocale, comunicazioni, servizi di telematica e di gestione dei veicoli, ADAS

connesso, navigazione avanzata, approfondimenti sui clienti per lo sviluppo di prodotti di marketing e scopi di progettazione continua. Numerosi OEM attualmente stanno lavorando su trial con grandi operatori IT e operatori di telecomunicazioni per implementare piattaforme di veicoli connessi al cloud. Ad esempio, diversi produttori di automobili studiano come sviluppare nuovi servizi per creare un'esperienza cliente integrata basata su dati di veicoli connessi, per ottenere una crescente personalizzazione nel veicolo digitale o per fornire informazioni sul funzionamento del veicolo analizzando i dati all'interno di esso. L'impatto aziendale della tecnologia è potenzialmente elevato in quanto la disponibilità di piattaforme di veicoli standardizzate collegate al cloud consentirà agli OEM di concentrarsi sulla creazione di esperienze di guida e di veicoli anziché costruire soluzioni proprietarie per la connettività, progettazione e fornitura di esperienza, gestione dei contenuti, gestione dei servizi e integrazione/sviluppo nella fatturazione e assistenza ai clienti per i servizi di veicoli connessi. Inoltre, il funzionamento delle singole piattaforme globali di veicoli connessi consentirà ulteriormente il ruolo di gestione degli OEM che integrano servizi di consumatori, concessionari, riparazioni e assistenza e aftermarket nonché la creazione di mercati di dati automobilistici per la vendita di dati a terzi.

- **Smart City Framework**

L'idea di città intelligente è stata lanciata dai governi locali e dalle giurisdizioni regionali per sviluppare un approccio al ciclo di vita della gestione urbana teso all'innovazione dei servizi pubblici. Questo viene fatto per mettere in relazione le infrastrutture materiali delle città con il capitale umano, intellettuale e sociale grazie all'impiego diffuso delle nuove tecnologie, come la comunicazione, la mobilità, l'ambiente e l'efficienza energetica. Lo scopo è di migliorare la qualità della vita e soddisfare le esigenze di cittadini, imprese e istituzioni.

- **Autonomia del veicolo di livello 4**

L'autonomia di livello 4 è una definizione che si riferisce ai veicoli a guida autonoma che possono operare senza l'intervento umano nella maggior parte delle situazioni. Può escludere infatti alcune località o condizioni di guida, ad esempio durante la neve o la pioggia battente, o in aree che non sono state precedentemente mappate elettronicamente. Questa tecnologia potrebbe anche essere riferita a un "veicolo a guida autonoma", ossia un mezzo che potrebbe non avere nemmeno un volante o altri mezzi di controllo umano. Questo la differenzia da un veicolo di livello 3, che offre automazione in alcune circostanze, ma fa affidamento su un driver umano in altre situazioni. A causa del costo e della complessità della tecnologia, nonché del tempo necessario per arginare la flotta di veicoli esistenti, ci vorrà del tempo prima che la tecnologia raggiunga la maturità del mercato.

- **Vehicle Sensing and Environmental Model**

La tecnologia comprende livelli hardware e software all'interno del veicolo che creano una rappresentazione in tempo reale dei dintorni del veicolo per veicoli autonomi. Il livello hardware include lidar, radar, telecamera e altri sensori, mentre il livello software include l'intelligenza artificiale e un modello ambientale per rilevare e dare un senso all'ambiente circostante in tempo reale e avviare le manovre di guida. Tale tecnologia individua la posizione esatta su un modello di geometria stradale estremamente preciso e, identifica e localizza con precisione anche la presenza di cartelli, blocchi stradali.

La combinazione della tecnologia in questione e della tecnologia dei sensori sta facendo buoni progressi. Per questo, sono necessari molti più dati del caso (situazioni di traffico) per la validazione funzionale e l'approvazione regolativa. Questi dati saranno inoltre necessari per addestrare ulteriormente l'intelligenza artificiale (AI) e per una maggiore precisione nella costruzione del modello ambientale in tempo reale. L'applicazione principale di questa

tecnologia è costituita dai sistemi avanzati di assistenza alla guida (ADAS) e dallo spazio in evoluzione della guida autonoma (dal livello 3 al livello 5).

- **Servizi di Car-Sharing**

I servizi di car sharing sono una versione avanzata dei servizi di noleggio auto, dove le persone noleggiano auto per brevi periodi di tempo. Attraverso un portale web o mobile, il richiedente del servizio può individuare un veicolo disponibile in tempo reale e controllare le statistiche su di esso. Le aziende automobilistiche e le start-up continuano a entrare in questo spazio o ad espandere rapidamente le loro offerte in risposta all'interesse dei consumatori, in alternativa alle tradizionali esigenze di trasporto o di proprietà dei veicoli. I produttori di automobili, in particolare, considerano i servizi di car sharing come un modo per proteggere i propri investimenti in un mondo sempre più globalizzato e con interessi mutevoli dei consumatori. L'espansione crescente delle tecnologie mobili e wireless, nonché delle tecnologie smartphone e di bordo, sta consentendo un'infrastruttura tecnologica che semplifica la prenotazione, il noleggio e l'elaborazione delle offerte di car-sharing. Il noleggio di veicoli per un breve periodo è interessante per i clienti che utilizzano solo occasionalmente un veicolo o hanno esigenze per tipi di veicoli specifici. I servizi di car sharing sono in genere offerti nelle grandi città e nelle aree metropolitane, ma sono sempre più alla ricerca di "momenti di bisogni di mobilità".

- **Infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici**

Per infrastruttura di ricarica per veicoli elettrici si intende un componente del sistema generale che fornisce energia elettrica per la ricarica di veicoli elettrici e di veicoli elettrici ibridi plug-in (PHEV). Esistono diversi mezzi per fornire veicoli con batterie cariche, come stazioni di ricarica convenzionali, ricarica wireless e stazioni di switch per batterie molto limitate. Sebbene la maggior parte dei veicoli elettrici possano essere ricaricati da una presa a muro domestica, vi è un'ulteriore necessità di opzioni di ricarica accessibili pubblicamente, alcune delle quali supportano una ricarica più rapida a tensioni e correnti superiori rispetto a quelle disponibili per le forniture domestiche.

I tre tipi di infrastrutture di ricarica sono:

- Stazioni di ricarica domestiche;
- Caricamento in corso mentre parcheggiato;
- Ricarica rapida presso le stazioni di ricarica pubbliche.

- **Comunicazioni da veicolo a veicolo**

La comunicazione da veicolo a veicolo (V2V) è la trasmissione wireless di dati tramite DSRC (comunicazione dedicata a corto raggio) o LTE (Long Term Evolution) tra veicoli. Il suo obiettivo è prevenire gli incidenti, consentendo ai veicoli in transito di inviare dati di posizione e di velocità tra loro su una rete mesh creata ad hoc.

- **Veicoli elettrici**

Nella definizione di veicoli elettrici, rientrano i veicoli che utilizzano la carica accumulata nelle apposite batterie di trazione per alimentare uno o più motori elettrici. I continui sforzi di R&S nello sviluppo della tecnologia delle batterie per ottenere gamme di guida più lunghe sono cruciali per rendere i veicoli elettrici una valida alternativa alle tecnologie powertrain già assodate. I veicoli elettrici, potenzialmente rappresentano la tecnologia più efficace per combattere il problema delle emissioni degli inquinanti e per tale motivo le politiche stanno spingendo molto sul promuoverla. Tuttavia, la domanda dei consumatori continua a rimanere indietro rispetto alle aspettative dei governi. Nonostante ciò, negli ultimi tre anni, l'aumento

della domanda e il miglioramento della tecnologia delle batterie hanno permesso di utilizzare delle economie di scala, che hanno comportato una riduzione del 50% dei costi delle batterie.

- **Applicazioni della telematica destinate al consumatore**

Per consumer telematic si intende l'insieme dei servizi rivolti ai consumatori mediante l'utilizzo di applicazioni tethering mobile o dispositivi incorporati, in genere dispositivi diagnostici di bordo (OBD-II). Questi servizi includono l'assicurazione basata sull'utilizzo del mezzo, sul punteggio delle prestazioni del conducente e di quello sul risparmio di carburante, sul geofencing, sul monitoraggio della manutenzione e dell'usura.

Elementi di telematica dei consumatori, come l'assicurazione basata sull'uso, sono in vigore da un decennio, ma in regioni limitate e con un assorbimento limitato. Di solito, utilizzando un dongle OBD-II, i conducenti possono ottenere un premio assicurativo ridotto fornendo un comportamento di guida preciso a un assicuratore. Più di recente, le compagnie di assicurazione hanno utilizzato i telefoni cellulari per fornire i dati per l'assicurazione basata sull'utilizzo. Altri servizi offerti ai consumatori rispecchiano quelli forniti alle flotte commerciali, tra cui il punteggio dei conducenti, il monitoraggio della manutenzione e la chiamata di emergenza a seguito di un incidente. Le applicazioni basate su dongle in genere richiedono un costo aggiuntivo per fornire connettività e il servizio. Le applicazioni basate sul telefono utilizzano la connessione dati sul telefono per trasmettere dati GPS e accelerometrici semplici e sono più limitate nelle loro capacità perché non sono collegate ai sistemi del veicolo.

- **Integrazione di dispositivi mobili nei veicoli**

Questi dispositivi non sono nient'altro che smartphone e tablet concepiti per consentire l'interfaccia uomo-macchina per funzioni di infotainment (ad esempio: attivazione vocale, display centrale e comandi al volante) o per funzioni come DSE (Driving Style Evaluation) e DAS (Driver Assistance System) di cui si parlerà nel dettaglio in seguito. Questa tecnologia è nata come una semplice connessione per consentire al conducente di effettuare telefonate durante la guida senza dover utilizzare le mani o per consentire la lettura musicale attraverso la connessione con altri dispositivi mobili. Oggi è la base per lo sviluppo di tutte le tecnologie a venire. I sistemi di navigazione basati su dispositivi mobile sono facili da usare e familiari per i consumatori e offrono un vantaggio significativo. A breve termine, le case automobilistiche dovrebbero impiegare varie soluzioni di mirroring come mezzo per soddisfare le richieste dei consumatori e sviluppare una roadmap per una piattaforma che consentirà una suite più completa di servizi di veicoli connessi, inclusa l'acquisizione di dati di aggiornamento over-the-air nel futuro.

- **Cloud Computing**

Questa tecnologia consente di usufruire, tramite un server remoto, delle risorse software e hardware (come l'archiviazione, l'elaborazione o la trasmissione di dati), ed è caratterizzata dalla disponibilità on demand attraverso Internet a partire da un insieme di risorse preesistenti e configurabili.

- **Radar automobilistico**

Il radar automobilistico è una tecnologia di rilevamento a bordo che emette impulsi radio a 24 GHz o 77 GHz e misura lo spostamento di frequenza del segnale riflesso per determinare la velocità del veicolo e le relative posizioni e velocità degli oggetti vicini. Il radar automobilistico è stato utilizzato per la prima volta nei sistemi adattivi di controllo della velocità di crociera per rilevare la prossimità e la velocità rispetto agli altri veicoli nella corsia di sorpasso. Questa funzionalità ha cominciato ad apparire nei modelli di produzione alla fine degli anni '90. Inizialmente, il cruise control adattivo era efficace solo al di sopra di una certa velocità; tuttavia, il miglioramento delle prestazioni dei sistemi radar per autoveicoli ha consentito il monitoraggio

dei dintorni di un'auto nelle condizioni di stop-and-go tipiche della guida in città. Altre applicazioni per il radar automobilistico comprendono il monitoraggio dei punti ciechi, il rilevamento dei veicoli posteriori, l'avvertimento di collisione e la riduzione del precrash. Il cruise control adattivo non è più limitato ai modelli di lusso.

L'uso del radar nei sistemi avanzati di assistenza alla guida (ADAS) si diffonderà sempre di più. Diversi produttori stanno utilizzando sistemi radar per il controllo adattivo della velocità di crociera e l'avviso di collisione anteriore in alcuni dei loro modelli. La tecnologia radar per il settore automobilistico è ancora nella fase di maturità dell'adolescenza, sebbene la penetrazione del mercato sia accelerata dal momento che più modelli di automobili sono dotati delle funzionalità ADAS.

Per quanto riguarda il rilevamento della posizione, basato sul GNSS, esso viene impiegato nello sviluppo di sistemi avanzati di prevenzione delle collisioni. Una varietà di tecnologie di rilevamento può essere utilizzata per monitorare la parte interna dell'auto e la parte circostante ad essa. La tecnologia radar è utile per il rilevamento sia a corto che a lungo raggio, a seconda della frequenza e, a differenza del rilevamento ottico, come i sistemi basati su laser e fotocamera, funziona in condizioni di scarsa visibilità e di notte.

I sistemi radar per autoveicoli, oltre a telecamere e altre tecnologie di rilevamento, consentiranno il monitoraggio a 360 gradi dell'area circostante all'auto, aumentando la sicurezza e abilitando funzioni avanzate di assistenza al guidatore che non solo avvertiranno i conducenti di pericoli, ma interverranno anche nel controllo del veicolo per evitare una collisione o per mitigare gli effetti. Il radar automobilistico e altre tecnologie di sensori saranno importanti nello sviluppo di veicoli autonomi.

- **ADAS**

I sistemi avanzati di assistenza alla guida (ADAS) facilitano la guida sicura, l'interruzione automatizzata e avvisano il conducente se il sistema rileva i rischi dagli oggetti circostanti. Le caratteristiche includono il sistema di controllo automatico della velocità adattivo, l'assistenza al parcheggio, il rilevamento dei punti ciechi, l'avviso di deviazione della corsia e altri. Gli sviluppi nell'industria automobilistica non si limitano solo al miglioramento del design o del motore, ma coprono anche la sicurezza di un veicolo, di un passeggero e di un pedone. La sicurezza e la guida confortevole costituiscono due fattori importanti nel campo automobilistico. Infatti si fa in modo che tali fattori vengano tenuti in conto. Ciò è ulteriormente amplificato dalla pressione della normativa per aumentare la sicurezza stradale e ridurre ulteriormente il numero delle vittime del traffico.

- **Servizi di Connettività M2M**

M2M è l'acronimo di Machine to Machine e indica le tecnologie e i servizi che permettono il trasferimento automatico delle informazioni da macchina a macchina con limitata o nessuna interazione umana.

I servizi di connettività gestita per i veicoli includono la connettività globale dei veicoli cellulari con una singola SIM, un portale di gestione SIM basato su cloud per attivazione, modifiche, fatturazione, diagnostica, sicurezza dei dati, gestione delle applicazioni e dei dispositivi. Entro il 2020 circa il 60% dei nuovi veicoli sarà connesso e la capacità degli OEM di gestire in modo efficiente la connettività tra i mercati sarà decisiva. La diffusione di modem cellulari incorporati sarà sempre più mainstream nei veicoli, in quanto anche la regolamentazione imporrà la connettività all'interno del veicolo come obbligatoria per ragioni di sicurezza dei veicoli e dei passeggeri e un migliore flusso di traffico (ad es. Regolamento e-call EU). La connettività è anche un prerequisito per realizzare i guadagni di efficienza e nuovi modelli di business del veicolo sempre più autonomo.

1.2.1 Hype Cycle

Focalizzando, dunque, l'attenzione sull'Hype Cycle per Smart Mobility e Veicoli Connessi (Figura 1.4), è evidente come la connettività diventa parte integrante del valore di un veicolo in diverse aree, quali:

- Utilizzo dell'ingegneria basata sui dati di componenti, veicoli ed esperienze di guida;
- Download on-demand di funzionalità di guida tramite l'utilizzo di applicazioni globali scalabili su piattaforme di richiesta per veicoli;
- Navigazione connessa e gestione della mobilità, tra cui traffico dinamico e informazioni sui parcheggi o servizi di concierge;
- Gestione del veicolo e assistenza post-vendita (sono inclusi modelli assicurativi basati sull'utilizzo o operazioni da remoto);
- Funzioni di sicurezza, intrattenimento e utilità (incluse funzioni come hot spot LAN wireless, musica, video, internet, social media);
- Funzioni di assistenza alla guida e veicoli parzialmente o completamente autonomi (ad esempio guida autonoma condizionale, assistenza alla circolazione e del traffico);
- Applicazioni intermodali e Smart City (ad esempio, il veicolo entra a far parte del sistema di trasporto intermodale, integrandosi completamente con le infrastrutture del traffico e l'ecosistema personale dei consumatori);
- Funzioni che comportano il comfort, le prestazioni guida e la sicurezza del guidatore.

Come si può evincere dalla Figura 1.4, l'Hype Cycle si trova in una fase critica: in effetti, circa il 40% dei profili tecnologici ha raggiunto o superato la fase *Peak of Inflated Expectations* e circa il 20% è già dentro o oltre la fase *Trough of Disillusionment*. Le tecnologie stanno diventando disponibili in cicli sempre più brevi. Inoltre, la "connessione" del veicolo non è un elemento di differenziazione in quanto tale, ma lo diviene da come vengono utilizzati i dati e l'analisi per creare esperienze di veicoli connessi.

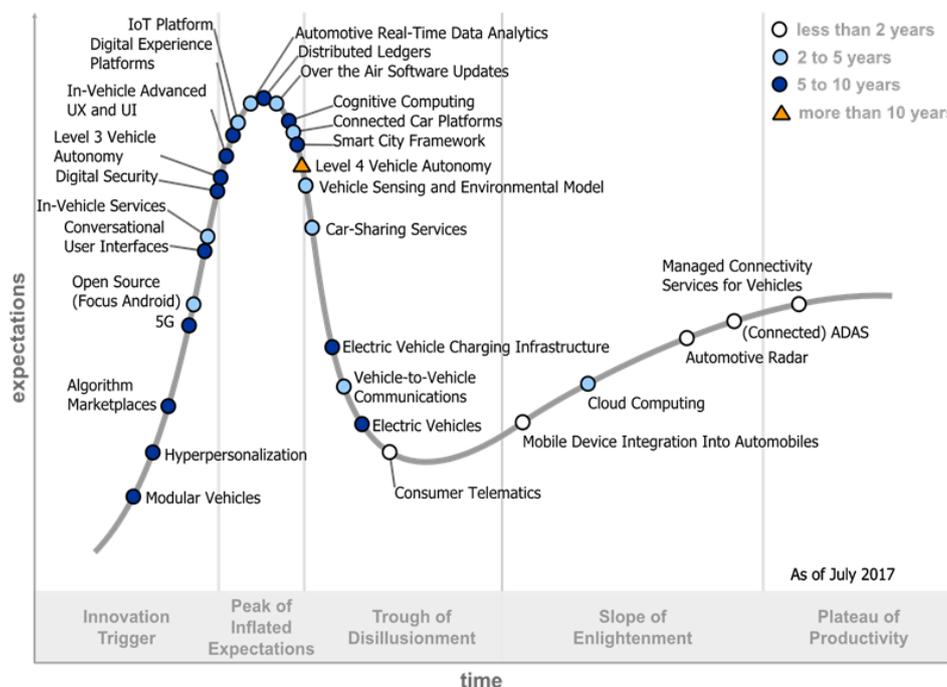


Figura 1.4: Hype Cycle dei veicoli connessi e Smart Mobility [3]

Per seguire questo sviluppo, i produttori e gli OEM (Original Equipment Manufacturer) del settore automobilistico devono adottare rapidamente la tecnologia dei veicoli connessi, sviluppare nuovi modelli di business e diventare aziende tecnologiche orientate all'analisi dati.

1.2.2 Priority Matrix

Una Priority Matrix è una rappresentazione matriciale in cui vengono messe a confronto le tecnologie coinvolte in un processo, classificate sia per rango del beneficio che per tempo necessario affinché la tecnologia in questione divenga matura.

Le definizioni di benefits rating con cui le tecnologie vengono classificate sono le seguenti:

- **Transformational:** apre la strada a nuove strategie di business che possono stravolgere la dinamica dell'azienda;
- **High:** consente nuove modalità di esecuzione dei processi orizzontali o verticali che si tradurranno in un aumento significativo dei ricavi o in risparmi sui costi per un'impresa;
- **Moderate:** fornisce miglioramenti incrementali ai processi già consolidati che si tradurranno in un aumento dei ricavi o in risparmi sui costi per un'impresa;
- **Low:** migliora i processi solo in modo lieve, il che sarà difficile tradurre in un aumento dei ricavi o in risparmi sui costi.

Come emerge dalla Priority Matrix presente in Figura 1.5, nell'arco di 2-5 anni, l'impatto delle tecnologie trasformazionali che raggiungeranno la maturità, sarà già numeroso: la Real Time Data Analytics, le piattaforme per veicoli connessi, l'open source, Vehicle Sensing and Environmental Model e le comunicazioni V2V. Bisognerà attendere più tempo, invece, per cominciare a beneficiare di altre tecnologie che trasformeranno radicalmente il settore come: le interfacce utente conversazionali, i veicoli modulari, hyperpersonalization e l'autonomia dei veicoli di livello 4.

Per quanto riguarda, invece, i Benefits Rating High, ADAS e Managed Connectivity Services for Vehicles essi sono disponibili da subito. Di minore impatto (ma non meno importante) a breve termine sarà adottata la Consumer Telematics e l'integrazione dei dispositivi mobili nelle automobili.

benefit	years to mainstream adoption			
	less than 2 years	2 to 5 years	5 to 10 years	more than 10 years
transformational		Automotive Real-Time Data Analytics Cloud Computing Connected Car Platforms IoT Platform Open Source (Focus Android) Vehicle Sensing and Environmental Model Vehicle-to-Vehicle Communications	Algorithm Marketplaces Cognitive Computing Conversational User Interfaces Digital Security Distributed Ledgers Hyperpersonalization Modular Vehicles Smart City Framework	Level 4 Vehicle Autonomy
high	(Connected) ADAS Managed Connectivity Services for Vehicles	Car-Sharing Services In-Vehicle Services Over the Air Software Updates	5G Digital Experience Platforms Electric Vehicles In-Vehicle Advanced UX and UI Level 3 Vehicle Autonomy	
moderate	Automotive Radar Consumer Telematics Mobile Device Integration Into Automobiles		Electric Vehicle Charging Infrastructure	
low				

Figura 1.5: Priority Matrix per veicoli connessi e Smart Mobility [3]

1.3 Previsione della domanda globale dei Veicoli Connessi

Da un'analisi fatta da Gartner ^[1], è possibile stimare quale sarà la produzione globale prevista di veicoli connessi annuale nella Tabella 1.1 e cumulativa nella Tabella 1.2.

Tabella 1.1: Produzione di veicoli connessi per ogni anno [1]

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Embedded	2,174	4,914	11,097	21,394	33,928	42,949
Tethered	4,681	7,519	9,971	12,374	14,995	17,994
Total	6,855	12,433	21,068	33,768	48,923	60,943

Tabella 1.2: Produzione di veicoli connessi cumulativa [1]

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Embedded	3,908	8,822	19,919	41,314	75,242	118,191
Tethered	10,284	17,803	27,774	40,148	55,143	73,137
Aftermarket	8,704	13,192	17,442	21,426	25,116	28,316
Total	22,897	39,818	65,136	102,888	155,502	219,644

I risultati chiave di queste analisi sono i seguenti:

- il numero di veicoli prodotti dotati di connettività dati, tramite un modulo di comunicazione integrato o da un cavo a un dispositivo mobile, passerà da 6,9 milioni all'anno nel 2015 a 61 milioni all'anno nel 2020;
- il parco circolante totale veicoli dotati di connettività, incluse quelle con dispositivi collegati tramite interfaccia diagnostica di bordo (OBD), raggiungerà i 220 milioni nel 2020;
- i moduli di comunicazione integrati supereranno quelli che utilizzano il tethering dei dispositivi mobili come modalità dominante di connettività per i veicoli connessi nel 2018.

1.4 Focus sui Connected Truck

L'industria dei veicoli commerciali è al passo con Digital Transformation: telematica e connettività, come è stato evidenziato nella sezione precedente, sono nella fase cruciale dell'Hype Cycle. Infatti stanno entrando nella fase di maturità, consentendo allo stesso tempo, sia opportunità di monetizzazione dei dati per produttori che risparmi TCO (Total Cost Ownership) per gli utenti. Non si tratta di un'evoluzione senza oneri, ma i produttori si trovano costretti a garantire le tecnologie telematiche richieste per stare al passo dei competitor, senza venir meno alla sicurezza informatica.

In questa sezione dedicata al mercato dei camion connessi in Europa, sono state studiate le ultime tendenze e innovazioni tecnologiche, l'offerta di servizi dei principali fornitori e sono stati valutati i modelli organizzativi che le aziende stanno adottando per sfruttare appieno il valore dei Big Data.

Mentre l'attenzione principale si è concentrata sul segmento Heavy-Medium a causa del maggior beneficio aziendale previsto e della disponibilità di informazioni, l'analisi può essere parzialmente estesa al segmento Light. I modelli osservati nel settore Automotive, così come le strategie adottate da marchi

leader del settore come Scania e Volvo, che abbracciano la telematica come standard per l'intera gamma di veicoli, prevedono che tutti i competitor passeranno all'attuazione telematica come standard nei prossimi anni. Tuttavia, le soluzioni Aftermarket manterranno una certa rilevanza sul mercato a causa della necessità di retrofit di veicoli vecchi e il supporto di flotte multibrand con un'unica soluzione, come FleetBoard, di cui si discuterà in seguito.

I servizi di base resi possibili grazie alla telematica sono ormai diventati indispensabili; tra essi fanno parte la gestione della flotta e la logistica (monitoraggio, instradamento, messaggistica dei driver, tachimetro), l'ottimizzazione del carburante e le prestazioni dei conducenti (valutazione dello stile di guida, rapporti sui carburanti). Ogni produttore si specializza anche in servizi avanzati specifici come metodo di differenziazione: ad esempio mentre Daimler e Scania hanno puntato ai piani di manutenzione avanzata e programmata, Renault si propone come massimo esperto di riduzione del TCO, fornendo info di Fuel Advising.

Nella Figura 1.6 è mostrato in forma grafica il livello di servizi telematici offerti ad oggi dai vari competitor.

Service offer coverage 2016

	 Mercedes-Benz	 VOLVO	 SCANIA	 DAIMLER	 IVECO	 DAF
Fleet Management & Logistics	●	●	●	●	●	●
Fuel optimization & Driver performance	●	●	●	◐	◐	◐
Maintenance & Repair	◐	◐	◐	◐	◐	◐
Navigation & Location	●	●	●	◐	◐	◐
Security features	○	◐	◐	○	○	○
WEB data integration with 3rd parties	●	◐	◐	◐	◐	◐
Dealer and Workshops telematics tools	●	●	◐	◐	○	○

Figura 1.6: Livello dei servizi telematici offerti nel mercato dei truck [4]

Guardando al futuro, nonostante gli OEM sono pronti ad offrire nuovi servizi, si sta lavorando molto per includere tra questi l'aggiornamento di Telediagnosis (argomento di questa tesi) e Over-The-Air software update (Figura 1.7). Questi sono essenziali per arrivare al Predictive Maintenance e al Platooning, ovvero un gruppo di veicoli che viaggiano in convoglio a breve distanza l'uno dall'altro, in modo automatico, con un solo conducente che guida il mezzo in testa alla fila.

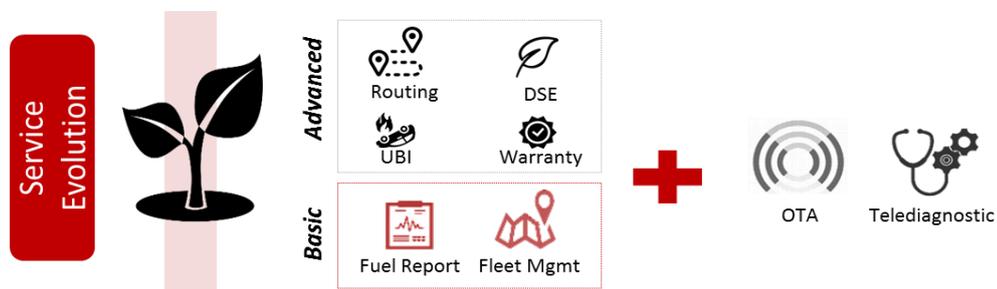


Figura 1.7: Trend evoluzione servizi telematici [4]

Pertanto, la connettività diventerà la sfida principale per i produttori, insieme alle soluzioni tecniche necessarie per consentire servizi continui e lo scambio di dati. Per competere in questo campo, ricordando quanto detto nella sezione precedente sulle tecnologie dei veicoli connessi, l'attenzione deve essere focalizzata su quattro aree principali (schematizzate nella Figura 1.8):

- **Dispositivi telematici integrati**

Le soluzioni integrate si evolvono a un ritmo più veloce rispetto ai cicli tipici di Truck engineering, con schermi più grandi, capacità di archiviazione e elaborazione dei dati. Nuovi sensori di bordo vengono installati e richiedono capacità di trasmissione, definendo le scatole telematiche come un hub per il collegamento di tutte le reti di dati del camion e le centraline elettroniche. Anche le interfacce uomo-macchina si stanno evolvendo.

- **Piattaforme aperte IoT**

I camion genereranno quantità di dati senza precedenti. Ciò che è stato considerato fino ad ora, il cosiddetto "gateway dati", non sarà più sufficiente alla crescente domanda di scambio di dati e i produttori saranno sfidati a stabilire una piattaforma IOT dedicata. Tale piattaforma deve essere perfettamente integrata con qualsiasi terza parte secondo standard tecnici e commerciali, al fine di supportare gli scenari aziendali preferiti. In questo senso, le soluzioni cloud accelereranno il percorso.

- **Analisi dati ed auto-apprendimento**

L'elaborazione dei dati e l'intelligenza artificiale devono interagire tra loro evidenziando le criticità in modo da poter aprire le strade a diverse strategie all'interno dell'azienda. Tuttavia, estrarre dati in tempo reale dal veicolo richiede una profonda conoscenza e competenze tecniche sulle piattaforme. Quindi dovrebbero essere stabilite e sviluppate "in-house" competenze specifiche e dedicate, pur facendo affidamento sull'infrastruttura esterna e sulle esecuzioni in scala.

- **Cyber-sicurezza**

I dispositivi on-board, la piattaforma aperta IOT e il Machine Learning richiedono livelli di sicurezza e l'applicazione di Platinum Cyber, in quanto vengono trattati i dati mission critici. Il viaggio verso la guida autonoma aumenterà rapidamente la domanda di sistemi di prevenzione agli attacchi lungo la catena di connettività, attraverso la protezione del software, l'hardware firewalling e l'istituzione di Security by Design.

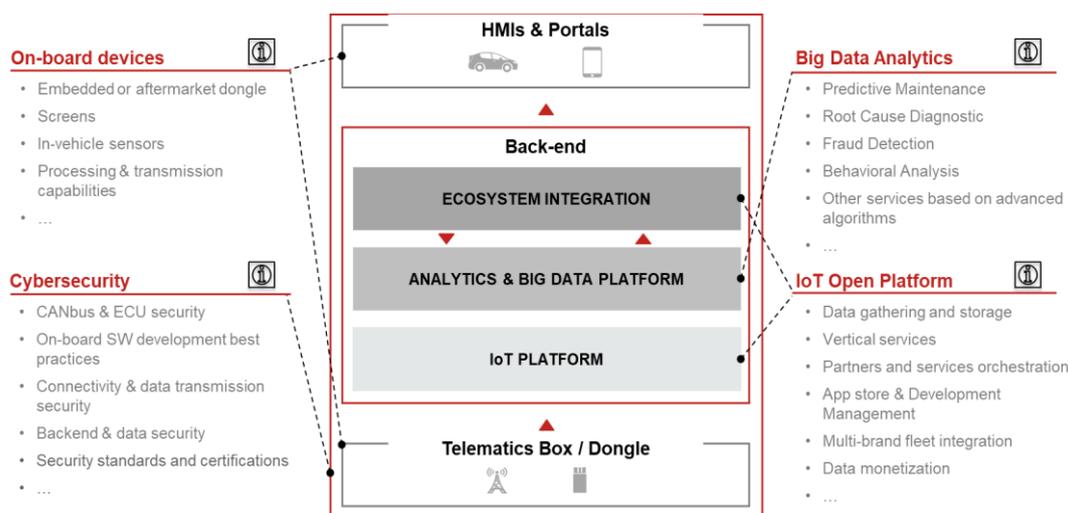


Figura 1.8: Principali aree di interesse per lo sviluppo della telematica nei veicoli pesanti [4]

La pianificazione e l'esecuzione di soluzioni di connettività richiederà un supporto organizzativo aziendale: tre modelli sono stati adottati dai produttori di veicoli commerciali e sono strettamente correlati alla maturità dell'offerta telematica. I tre modelli sono i seguenti:

- I leader del settore, come Daimler e Volvo hanno istituito un business unit che riporta direttamente al CEO; essi vendono e gestiscono funzionalità connesse alla connettività, in un modello "pervasivo" con una capacità dedicata molto ampia, con R&S, vendite e mercato, After Sales, competenze ICT;
- I costruttori meno evoluti stanno ancora definendo la propria strategia telematica. Affrontano la complessità correlata comprimendo il reparto commerciale tradizionale e si affidano a fornitori di nicchia, determinando un approccio "non mirato" che diffonde in modo inefficiente le funzionalità e conoscenza intorno all'organizzazione;
- Altre aziende, come Iveco, DAF e MAN, si trovano in diverse fasi di transizione dall'approccio "non focalizzato" a "pervasivo", con un'organizzazione "platform-driven", in cui un dipartimento leader dirige gli sforzi e le capacità per l'offerta telematica.

Nonostante gli impatti limitati dei mandati legislativi influenzeranno solo i veicoli commerciali leggeri (es. eCall), come evidenziato dalla Figura 1.9, tra il 2015 ed il 2020 l'adozione telematica nel settore Heavy raddoppierà. Essa è destinata a portare la base dei camion connessi a oltre 10 milioni di veicoli nel giro di due anni.

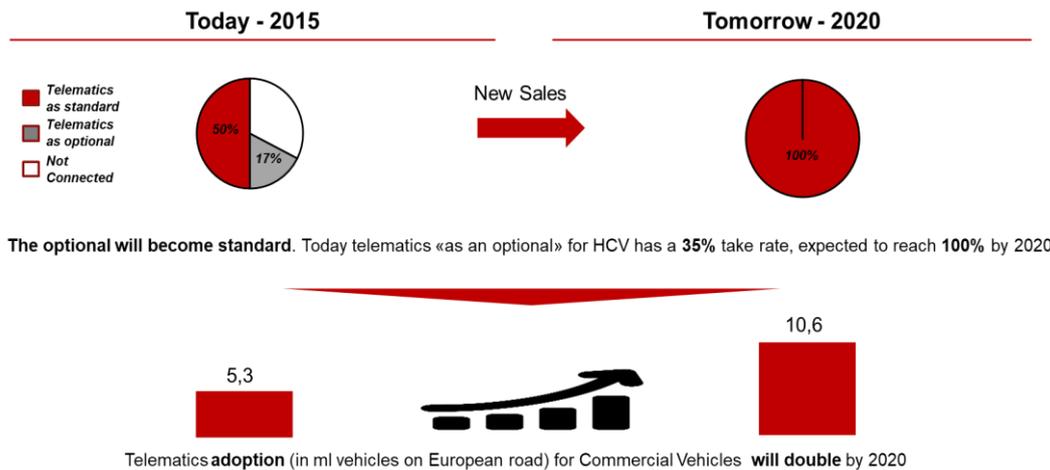


Figura 1.9: Previsioni dello sviluppo della telematica nei truck [4]

L'industria dei veicoli commerciali sta affrontando e aumentando la domanda di caratteristiche legate alla connettività. La necessità di differenziazione del prodotto e l'introduzione di nuovi modelli aziendali rientrano nella mega tendenza della "Servitization" che sta rivoluzionando l'intera industria automobilistica sulla scia della trasformazione digitale globale. Le aziende del settore si aspettano che lo scenario competitivo passi dall'ingegneria pura verso domini sempre più legati al digitale e oggi sono combattute sul capire su quali saranno le funzionalità richieste all'interno e all'esterno dei loro veicoli, quali competenze devono acquisire e quale modello organizzativo si adatta meglio alle loro esigenze attuali e di breve termine.

CAPITOLO 2 - L'ELETTRONICA DEL VEICOLO E L'AUTODIAGNOSI

2.1 L'evoluzione dell'elettronica nell'Automotive

Negli ultimi anni, i sistemi elettronici che equipaggiano i veicoli si sono sviluppati rapidamente fino a divenire uno standard, nonché, un elemento imprescindibile per il funzionamento della vettura stessa. Quando si parla di elettronica nel campo automobilistico, detta anche *autronica*, si intendono tutti quei sistemi che riguardano svariate applicazioni come: gestione motore, accensione, radio, telematica, sistemi infotainment, controllo della trasmissione, climatizzazione, immobilizer, sistemi di sicurezza, navigazione, cruise control, servosterzo e altri. I primi sistemi autronici, funzionalmente indispensabili ormai da decenni, sono stati i motori di avviamento e le batterie. Guardando già agli inizi degli anni Trenta, si possono vedere le prime applicazioni di radio a valvola termoionica. La maggior parte delle innovazioni nel settore automobilistico saranno trainate dalle innovazioni elettroniche, rese possibili dall'adozione su larga scala dei semiconduttori. Dopo la seconda guerra mondiale, lo sviluppo di questi è divenuto considerevole: infatti l'uso dell'elettronica nelle automobili, con i diodi a stato solido, hanno reso l'alternatore automobilistico uno standard dopo gli anni Sessanta. I primi sistemi di accensione a transistor apparirono già intorno alla metà degli anni Cinquanta. Tuttavia, la grande svolta si è avuta grazie alla disponibilità di microprocessori, dopo circa il 1974, che ha reso economicamente fattibile un'altra gamma di applicazioni automobilistiche. In particolare, i sistemi di accensione e iniezione di carburante controllati elettronicamente hanno consentito ai progettisti automobilistici di ottenere veicoli che rispondessero ai requisiti di risparmio di carburante e di riduzione delle emissioni, pur mantenendo elevati livelli di prestazioni e convenienza per i conducenti.

In Figura 2.1 è presente una roadmap in cui vengono elencate le funzioni che negli anni sono state possibili grazie allo sviluppo dell'elettronica nel campo automobilistico.

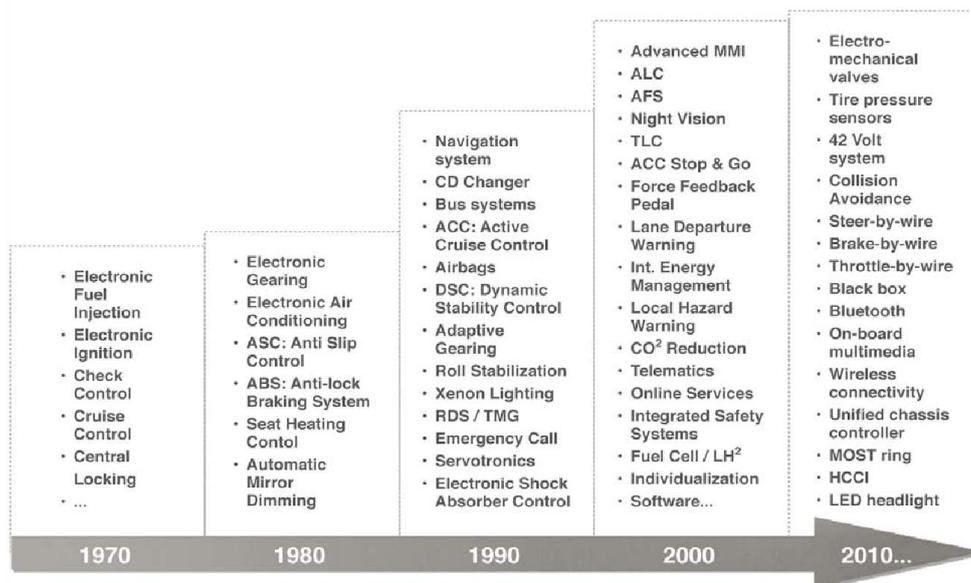


Figura 2.1: Roadmap dell'evoluzione dell'elettronica sui veicoli [8]

Poiché i conducenti esigono sempre di più dai loro veicoli in termini di prestazioni, sicurezza, comfort, comodità e intrattenimento, l'evoluzione dell'elettronica è destinata a crescere ancora. Infatti, come rappresentato in Figura 2.2, i trend stimano che, nel costo di un'automobile, circa il 30-35% è imputato alla componentistica elettronica, e che tale peso, col passare degli anni andrà ad aumentare.

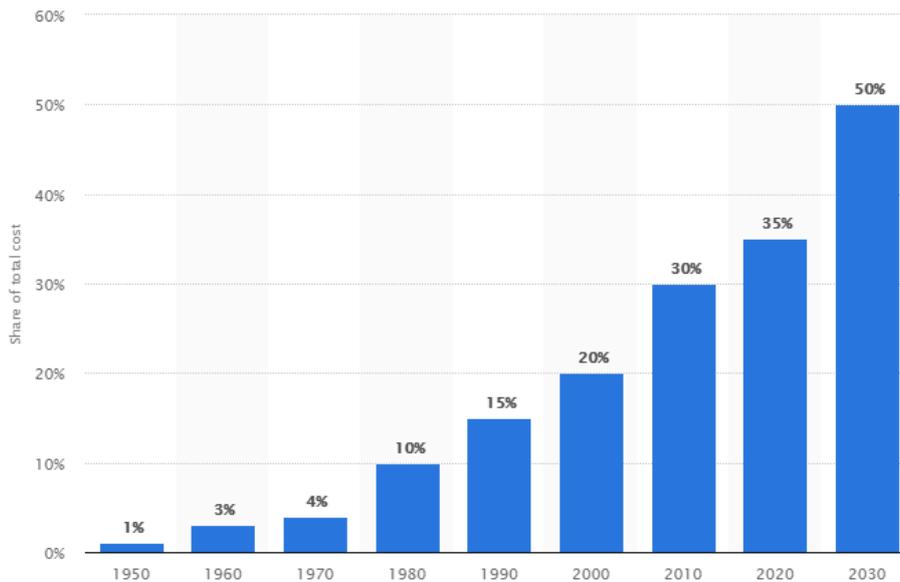


Figura 2.2: Percentuale di componentistica elettronica nel valore automobile [5]

Successivamente, si approfondiranno i principali componenti elettronici e l'architettura con la quale sono disposti all'interno del veicolo. In particolare sarà dato grande risalto alle E.C.U. (Electronic Control Unit) che rappresentano il sistema di controllo software incorporato direttamente nel componente (o sottosistema) elettrico che controlla.

2.2 Sistema Multiplex e CAN BUS

A seguito delle continue innovazioni funzionali e gestionali dei componenti del veicolo, per semplificare l'ampia complessità dell'impianto elettrico e per migliorarne la qualità e l'affidabilità, è stato realizzato il sistema Multiplex. Per sistema Multiplex si intende un impianto multifunzione, composto da tanti sistemi elettronici che interagiscono tra loro e sono in monitoraggio continuo. Lo scopo di tale impianto è l'adozione di componenti a tecnologia elettronica digitale che permettono di semplificare ed ottimizzare sensibilmente l'intero sistema. Infatti, il Multiplex è composto da una serie di centraline elettroniche collegate fra loro per mezzo di linee CAN.

La linea CAN (Control Area Network) è un protocollo di rete, lanciato dalla Robert Bosch GmbH nel 1983, progettato per effettuare lo scambio di dati (Binary Unit System) tra le E.C.U. montate sul veicolo con impianto multiplex. Oggi, sebbene la sua applicazione sia stata estesa anche in altri contesti, è uno standard in tutto il settore Automotive.

Nei veicoli tradizionali prima del multiplex, il cavo dall'interruttore attraversava il passaparete e arrivava fino all'utilizzatore, come rappresentato in Figura 2.3. Questo comportava ad avere degli impianti molto complessi e con molte possibilità di guasto.

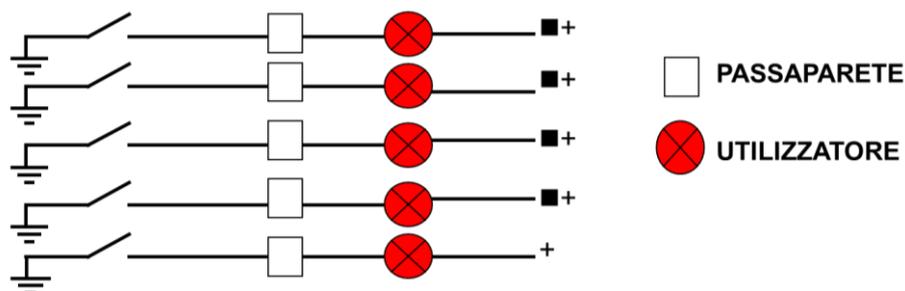


Figura 2.3: Schema impianto elettrico di tipo tradizionale [7]

Nella Figura 2.4 è rappresentato lo schema di un impianto Multiplex che vede l'impiego di due centraline: la prima riceve ed elabora i comandi degli interruttori, mentre la seconda attraverso la linea CAN riceve gli input e attiva gli utilizzatori. Utilizzando le due ECU, la linea CAN attraversa il passaparte in un solo punto riducendo così le connessioni elettriche.

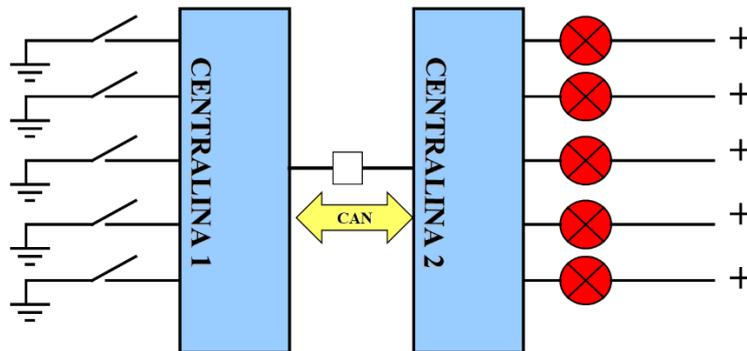


Figura 2.4: Schema impianto Multiplex [7]

Nel Capitolo successivo verrà trattato lo studio dell'impianto Multiplex dello Stralis EVO Iveco.

2.3 Protocollo ISO 11898

Nel 1993, l'Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione (ISO) ha rilasciato lo standard CAN ISO 11898 che è stato successivamente ristrutturato in due parti: ISO 11898-1 che copre il livello di collegamento dati e ISO 11898-2 che copre il livello fisico CAN per la CAN ad alta velocità. La ISO 11898-3 è stata rilasciata più tardi e copre lo strato fisico CAN per CAN a bassa velocità e tolleranza ai guasti [9].

Il protocollo ISO 11898-1 descrive principalmente lo strato (layer) di scambio dati (data link layer), composto dallo strato sottostante (sublayer) "logico" (Logical Link Control, LLC) e dallo strato sottostante del Media Access Control, (MAC) e da alcuni aspetti dello strato "fisico" (physical layer) descritto dal modello ISO/OSI (ISO/OSI Reference Model). I protocolli di tutti gli altri layer sono lasciati alla libera scelta del progettista della rete [9].

Per comunicare sulla rete CAN è necessario avere due o più nodi, dove per nodo si intende un elemento dalla complessità che può variare da un semplice dispositivo Input/Output fino a un computer integrato con interfaccia CAN e software sofisticato. Il nodo può anche essere un gateway che permette ad un computer standard di comunicare attraverso una porta USB o Ethernet con i dispositivi su una rete CAN. Tutti i nodi sono collegati tra loro tramite un BUS (Binary Unit System) costituito da un cablaggio di cavi twistati (Figura 2.5), così chiamati poiché sono composti da due cavi intrecciati che formano un doppino. Tali cavi intrecciati sono denominati linee e si dividono in High e Low. Affinché si possano limitare i disturbi provocati da campi elettromagnetici, il bus viene spesso schermato con una guaina o calza.

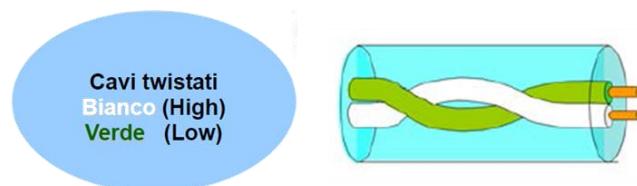


Figura 2.5: Configurazione cavi linea CAN su Stralis Iveco [12]

Il CAN trasmette dati secondo un modello basato su bit "dominanti" e "recessivi": i bit dominanti sono gli 0 logici e i bit recessivi sono gli 1 logici. Se un nodo trasmette un bit dominante e un altro un bit recessivo, allora il bit dominante "vince" fra i due realizzando una combinazione AND logico.

La norma ISO 11898-2, relativa al CAN ad alta velocità, utilizza un bus lineare terminato ad ogni estremità con resistenze da 120 Ω. Esso è presente in Figura 2.6.

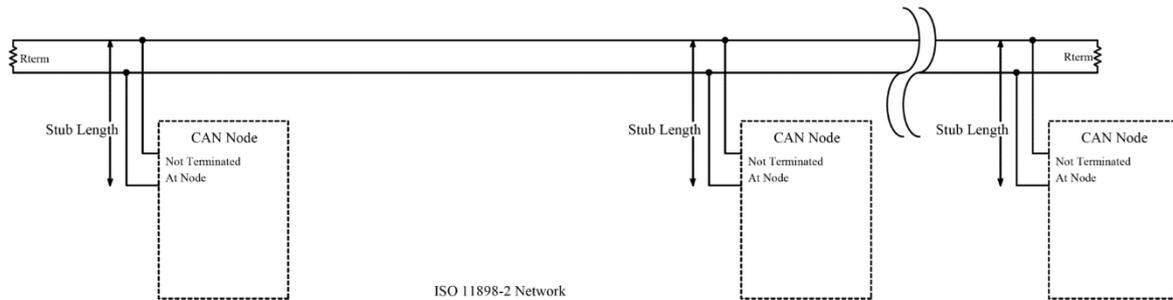


Figura 2.6: ISO 11898-2, CAN ad alta velocità, Network [9]

La segnalazione CAN ad alta velocità aziona il cavo High verso 5 V e il filo Low verso 0 V quando si trasmette un dominante (0), e non comanda nessuno dei due cavi quando si trasmette un recessivo (1). La tensione differenziale dominante nominale è pari a 2 V. La resistenza di terminazione restituisce passivamente i due fili ad una tensione differenziale nominale di 0 V. La tensione di modo comune dominante deve essere compresa tra 1,5 e 3,5 V comune e la tensione di modo comune recessivo deve essere compresa tra più o meno 12 comune. I segnali del can ad alta velocità secondo la normativa ISO 11898-2, sono presenti in Figura 2.7.

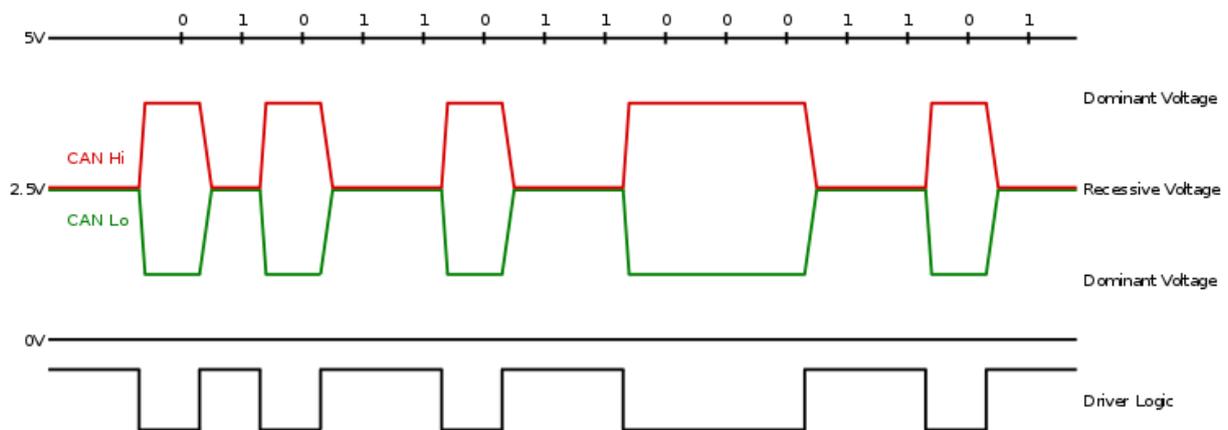


Figura 2.7: ISO 11898-2, CAN ad alta velocità, segnali [9]

ISO 11898-3, chiamata anche a bassa velocità o CAN tollerante ai guasti, utilizza un bus lineare, star bus o bus a stella multipla collegati da un bus lineare ed è terminato in ogni nodo da una frazione della resistenza di terminazione complessiva (Figura 2.8). La resistenza di terminazione complessiva dovrebbe essere di circa 100 Ω, ma non inferiore a tale valore.

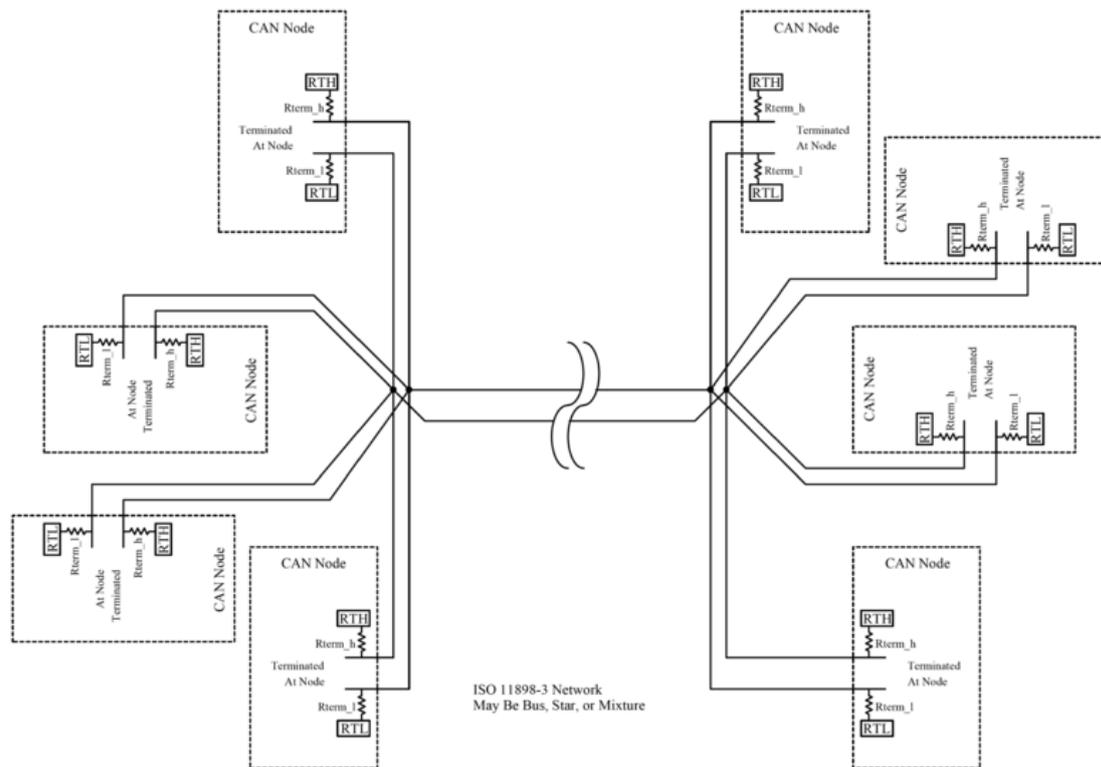


Figura 2.8: ISO 11898-3, CAN a bassa velocità, Network [9]

La segnalazione CAN tollerante a bassa velocità/guasto porta il cavo CAN alto verso 5 V e il filo CAN basso verso 0 V quando si trasmette una posizione dominante (0) e non comanda nessuno dei due cavi quando si trasmette un segnale recessivo (1). La tensione differenziale dominante deve essere superiore a 2,3 V (con 5 Vcc) e la tensione differenziale recessiva deve essere inferiore a 0,6 V. Le resistenze di terminazione riportano passivamente il filo basso CAN a RTH dove RTH è un minimo di 4,7 V ($V_{cc} - 0,3$ V dove V_{cc} è 5 V nominale) e il filo alto CAN a RTL dove RTL è un massimo di 0,3 V. Entrambi i fili devono essere in grado di RTL. I segnali del Can a bassa velocità secondo la normativa ISO 11898-3 sono rappresentati in Figura 2.9.

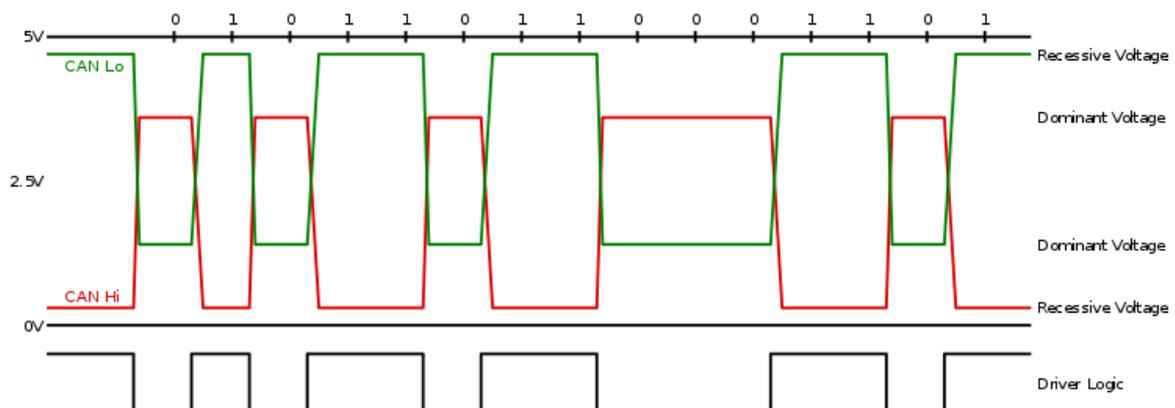


Figura 2.9: ISO 11898-3, CAN a bassa velocità, segnali [9]

I frame del CAN (detti anche "messaggi") possono essere di quattro tipi:

- Data frame: frame contenente i dati che il nodo trasmette;
- Remote frame: frame che richiede la trasmissione di un determinato identificatore;
- Error frame: frame trasmesso da un qualsiasi nodo che ha rilevato un errore;
- Overload frame: frame che introduce un ritardo fra data frame e/o remote frame.

2.4 Tecniche di base dell'Autodiagnosi

Oramai da decenni, il tecnico autoriparatore è abituato a confrontarsi con l'Autodiagnosi. Per Autodiagnosi si intende la capacità da parte di una centralina di valutare il corretto funzionamento di tutti i componenti ad essa collegati, monitorandone i parametri e registrando eventuali problemi in un'apposita area di memoria.

In particolare una centralina elettronica monitora:

- alimentazioni;
- segnali in ingresso (sensori/rete);
- segnali di uscita (attuatori/rete).

Su tali segnali la centralina esegue due diverse tipologie di analisi:

- **Analisi e controllo elettrico** (Corto Circuito – Circuito Aperto – Fuori Range)
Questo tipo di controllo identifica le anomalie elettriche, laddove il segnale si trovi fuori dal range prestabilito. Il controllo elettrico è una verifica individuale, fatta cioè indipendentemente per ciascun dispositivo;
- **Analisi e controllo funzionale** (Plausibilità delle informazioni – Autoadattatività)
Questo secondo tipo di controllo, invece, prevede l'analisi di più segnali contemporaneamente, al fine di capire quando il segnale di un componente si trovi all'interno del range prefissato o la mancanza di plausibilità.

Per quanto riguarda il controllo elettronico, a titolo di esempio, per testare l'integrità della linea CAN è possibile effettuare dei test di resistenza, dei quali i risultati sono sintetizzati nella Tabella 2.1.

Tabella 2.1: Test di resistenza [6]

Valore misurato	Risultato
0 Ω	Corto circuito
120 Ω	Resistenza interrotta
O.L.	Linea CAN interrotta
60 Ω	Valore corretto

2.5 L'evoluzione dell'Autodiagnosi

Con la crescente evoluzione dell'elettronica nei veicoli, è nata la necessità di avere a disposizione degli strumenti hardware/software sempre più sofisticati per poter effettuare correttamente la diagnosi dei guasti. Oggi, i tool a disposizione permettono di effettuare una moltitudine di controlli avanzati, pensati per far fronte all'esigenza dell'autoriparatore di risalire nel più breve tempo possibile all'evento che ha dato vita al guasto.

L'aerogramma in Figura 2.10, rappresenta un'analisi condotta dal Centro Esperto per il supporto tecnico di Iveco, nel periodo di Aprile-Luglio 2016, fatta su un campione di 4018 tipologie di breakdown relative a 6401 veicoli per la gamma Heavy (63% del totale dei volumi tra tutte le gamme) in 12 paesi (Europa e Est Europa), dalla quale si stima che i problemi elettronici/elettrici rappresentano il 77% dei guasti del veicolo. Questi, oltre ad essere i più lunghi da diagnosticare, in percentuale sono destinati a crescere.

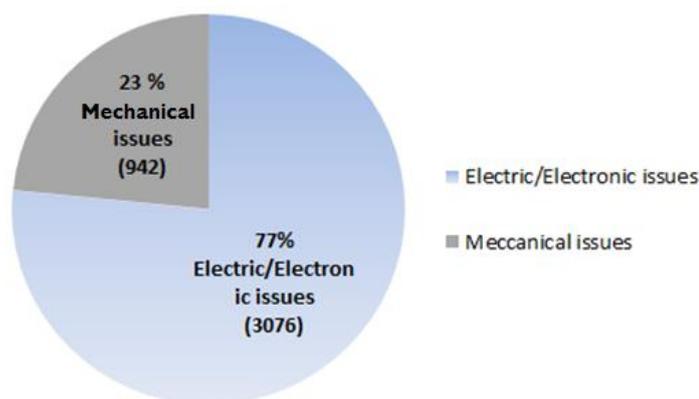


Figura 2.10: Percentuali di problematiche di natura elettrica/elettronica e meccanica sugli Stralis [7]

Fino agli anni Settanta, però, quando l'elettronica era soltanto agli albori, le cause dei guasti venivano identificate soltanto grazie all'esperienza del meccanico o alle segnalazioni dell'autista. I primi sistemi di Autodiagnosi permettevano la visualizzazione dei soli codici errore attraverso una lampada spia (blink code). Il particolare numero di lampeggi definiva un codice errore, che era da confrontare con una tabella cartacea per la decodifica e la spiegazione dell'errore, come nella Tabella 2.2:

Tabella 2.2: Codice errore blink code centralina EDC M7 di MAN (1986) [6]

N°lampeggi	Descrizione errore
1	Trasduttore pedale difettoso
2	Sensore temperatura carburante
3	Sensore temperatura aria di sovralimentazione
4	Sensore regime
5	Sensore pressione sovralimentazione
6	Trasduttore corsa nell'attuatore
7	Sensore temperatura liquido di raffreddamento
8	Segnale velocità manca oppure irregolare
9	Interruttore pos. minimo in trasduttore pedale anomalo
10	Discostamento attuatore portata
11	Non utilizzato
12	Non utilizzato
13	Centralina difettosa
14	Sensore regime morsetto W
15	Centralina difettosa

Gli sviluppi successivi, uniti alla capacità di calcolo sempre maggiore delle nuove centraline elettroniche, hanno portato l'Autodiagnosi a svilupparsi sempre di più, permettendo nel tempo non solo la visualizzazione degli errori memorizzati (tramite uno strumento di interfaccia), ma anche la possibilità di visualizzare i parametri, di testare i componenti e di riprogrammare (quando necessario) la centralina stessa. Nella Figura 2.11 è presente l'evoluzione degli strumenti di diagnosi utilizzati da Iveco S.p.A. nel corso degli anni.



Figura 2.11: Evoluzione strumenti di diagnosi Iveco

Fino agli anni '70, quando l'elettronica era quasi totalmente assente, tutte le riparazioni/diagnosi venivano effettuate senza nessun ausilio particolare che non fosse di tipo meccanico. Negli anni '80, invece, sono nati dei primi strumenti diagnostici, detti tester, per far fronte al sempre più crescente peso occupato dall'elettronica nell'Automotive. Un grosso passo avanti per lo sviluppo di tali attrezzature è stato fatto negli anni '90, con Iveco Modus e Iveco Wiring Test (IWT). Questi due sistemi molto ingombranti e all'epoca molto costosi, seppur concepiti per svolgere funzioni diverse, sono stati pensati per parlare anche tra loro: mentre l'IWT individuava le anomalie nel sistema elettrico e ne indicava, tramite gli schemi, la localizzazione, il Modus traduceva i sintomi delle anomalie in messaggi di errore utili per la diagnosi. L'IT 2000, invece, è stato l'antenato dello strumento di diagnosi così come concepito ai giorni nostri: capace di inglobare più funzionalità possibili su un unico PC facilmente maneggevole.

Oggi la strumentazione di diagnosi di Iveco è costituita da E.A.SY. (Electronic Advanced System), ovvero un PC Panasonic abbinato ad una ECI (interfaccia di comunicazione con il CAN BUS del veicolo tramite OBD). Questo permette la diagnosi semplice delle varie unità di controllo elettronico e consente l'accesso ad altre funzioni e procedure diagnostiche adatte a diverse esigenze tra cui: programmazione/aggiornamenti SW centraline, prove di motore, visualizzazione diagrammi di cablaggio. Occorre ricordare che l'hardware di E.A.S.Y., così come per tutti quelli che oggi si trovano in mercato, è progettato per resistere alle cadute che potrebbe subire durante il suo utilizzo in officina; inoltre risulta essere molto ergonomico. Altri strumenti di diagnosi più avanzata utilizzati nelle officine Iveco sono E.A.SY. SKITE ed E.A.SY SCOPE. Il primo consiste in un sistema di analisi endoscopica sofisticata che, attraverso una sonda di dimensioni ridotte (5,5 mm di diametro), può ispezionare anche le parti più inaccessibili del veicolo, riprendendo immagini che possono essere condivise in tempo reale e in collegamento remoto con esperti specializzati (Technical Help Desk) della casa madre. Dispone come opzioni anche un microscopio che ingrandisce fino a 200 volte e una telecamera wireless a infrarossi. E.A.SY. SCOPE, invece, non è altro che un potente oscilloscopio digitale di ultima generazione che visualizza in maniera grafica grandezze elettriche variabili nel tempo, come corrente e tensione.

2.6 Protocollo OBD II

Così come il CAN, anche OBD-II (On Board Diagnostics) è un protocollo di comunicazione. La differenza risiede nel fatto che mentre il CAN rappresenta un generico standard di comunicazione tramite bus, ovvero permette a due o più dispositivi elettronici di scambiare dei dati inviandoli e ricevendoli sotto forma di messaggi, l'OBD-II definisce una sorta di linguaggio comune con cui le varie centraline possono finalmente comunicare. Il protocollo CAN è molto generico: definisce solo il metodo e le regole per l'invio e la ricezione di dati usando il bus, ma non dice nulla in merito ai dati che devono essere scambiati o al loro formato. Per questo motivo il CAN non viene impiegato esclusivamente nei mezzi di trasporto ma, per esempio, anche in macchinari industriali. L'OBD-II, invece, è un protocollo più specifico del CAN ed è diventato obbligatorio sulle automobili in America a partire dal 1996. La sua versione europea si chiama EOBD: esso è sostanzialmente identico all'OBD-II ed è obbligatorio dal 2001. Per di più, non è solo uno standard di comunicazione, ma definisce anche il connettore che deve essere presente nell'abitacolo del veicolo per il collegamento degli strumenti OBD-II compatibili. In Figura 2.12 è rappresentato lo schema del connettore con i 16 pin.

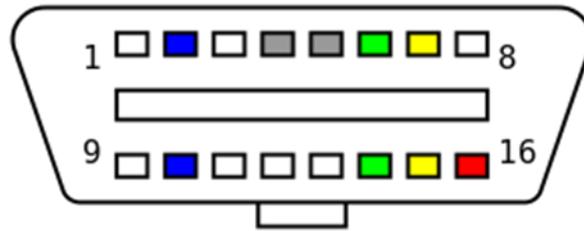


Figura 2.12: Interfaccia OBD: Pin 2 - J1850 Bus+; Pin 4 - Chassis Ground; Pin 5 - Signal Ground; Pin 6 - CAN High (J-2284); Pin 7 - ISO 9141-2 K Line; Pin 10 - J1850 Bus; Pin 14 - CAN Low (J-2284); Pin 15 - ISO 9141-2 L Line; Pin 16 - Battery Power [9]

Quando a questo connettore viene collegato uno strumento con interfaccia OBD-II esso viene praticamente collegato al bus CAN, così come tutte le altre centraline. In tal modo è possibile:

- "ascoltare" in maniera passiva tutti i messaggi che le centraline inviano sul bus e trasmetterli al dispositivo diagnostico;
- dialogare attivamente con le centraline, richiedendo dei dati e trasmettendo al dispositivo di diagnosi le risposte ricevute.

Per quanto riguarda il secondo punto occorre fare una precisazione per comprendere il potenziale rischio della comunicazione tramite CAN bus: il dialogo con le centraline spesso ha lo scopo di richiedere informazioni ma, allo stesso modo, occorre sottolineare che è possibile inviare dei comandi che hanno l'effetto di modificare dei parametri di funzionamento. È consigliabile quindi limitarsi ad inviare i messaggi di cui si conosce l'effetto, perché messaggi diversi potrebbero alterare il funzionamento del veicolo e ciò può costituire un pericolo. Tra le varie ragioni per cui è necessario avere un linguaggio comune tra le varie centraline, si ricorda la necessità di un protocollo tra costruttore/fornitore. Il produttore di un veicolo, normalmente, non sviluppa in casa tutta la tecnologia meccanica ed elettronica presente sul mezzo, ma si appoggia a specifici fornitori, che possono realizzare il prodotto su esigenze particolari del committente, oppure possono fornire un prodotto standard che il costruttore del veicolo adatta sul suo automezzo. È possibile fare vari esempi a riguardo: il cambio AS-Tronic realizzato dal produttore tedesco ZF Friedrichshafen, è utilizzato da molti costruttori di camion, quali Iveco, Daf, Man; le sospensioni a controllo elettronico di Wabco e di Knorr (denominate rispettivamente ECAS ed ECS) sono utilizzate praticamente da tutti i costruttori di veicoli industriali [9].

2.7 Protocollo SAE J1939

È un linguaggio di comunicazione (come l'ODB II) di alto livello, specifico per i veicoli industriali, che definisce le regole e le strutture dei messaggi inviati su una linea di comunicazione. Ovvero, non definisce il tipo di hardware di comunicazione e non è specifico per la diagnosi, bensì è un tipo di protocollo generico, valido sia per l'interscambio di informazioni tra diversi apparati elettronici, sia per la gestione della messaggistica di diagnosi. Di norma è implementato su di una linea di comunicazione standard CAN (come ISO 11898) ma è possibile trovarlo applicato anche su altri standard di comunicazione. La normativa SAE, in Europa, adotta un connettore OBD, identico a quello descritto precedentemente. Il protocollo SAE J1939 definisce la struttura dati dei messaggi e ne codifica i parametri.

Per identificare il parametro fallito, nel SAE J1939-73, si utilizza un DTC (Diagnostic Trouble Code), noto anche come codice di errore. Come schematizzato nella Figura 2.13, questo è composto da 4 elementi:

- Suspect Parameter Number (SPN) 19 bits, contiene il numero del parametro sospetto per il parametro fallito (ovvero identifica su quale componente/sistema si è verificata l'anomalia);
- Failure Mode Identifier (FMI) 5 bits, indica come è fallito tale parametro (APPENDICE A);

- Occurrence Count (OC) 7 bits, conta quante volte si è verificato un guasto;
- SPN Conversion Method (CM) 1 bit, serve per convertire il codice SPN nella struttura di interesse.

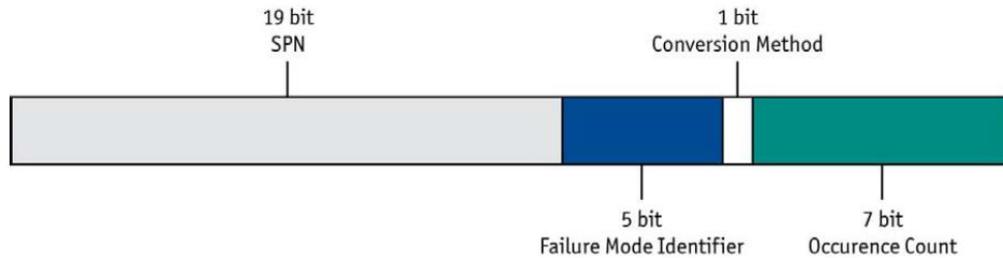


Figura 2.13: Struttura DTC [10]

In particolare, a seconda dello stato con cui il messaggio è identificato sulla linea CAN, è possibile fare classificare i DTC in: DM1 (Diagnostic Message 1) e DM2 (Diagnostic Message 2). I DTC attivi vengono trasmessi dal messaggio DM1, mentre i DTC non attivi (cioè storici) vengono trasmessi dal messaggio DM2. I messaggi DM1 e DM2 possono contenere più DTC, il che significa che il messaggio può essere trasmesso utilizzando il Transport Protocol (TP). Sia i messaggi DM1 che DM2 sono definiti dalle specifiche J1939-73.

2.8 Lettura guasti in memoria delle E.C.U.

Grazie all'Autodiagnosi è possibile consultare la memoria guasti (sotto forma di DTC) delle centraline elettroniche. La memoria guasti è la principale fonte di informazioni sullo stato presente e passato del veicolo e la sua completa conoscenza permette al moderno tecnico autoriparatore di poter ricavare molte informazioni utili. Gli errori possono assumere 3 diversi stati, ognuno riconoscibile da un'icona a fianco della descrizione del guasto:

- **Errore attivo**
Si riferisce ad un guasto rilevato dalla centralina e attivo al momento della diagnosi.
- **Errore memorizzato**
Si riferisce ad un guasto che è stato rilevato in passato ma che al momento della diagnosi non risulta attivo.
- **Errore storico**
Questo particolare stato si presenta solo dopo che un errore memorizzato è stato cancellato. Indica che in un successivo ingresso in Autodiagnosi l'errore non sarà più presente. In particolare un errore può assumere lo stato di memorizzato per 3 motivi distinti:
 1. È un errore che si è verificato tempo addietro: il guasto è stato riparato ma non è stata cancellata la memoria guasti. Il sistema tiene memorizzato l'errore solo come riferimento passato.
 2. Alcuni tipi di errori non possono essere cancellati per motivi di legge (ad es. gli errori riguardanti il superamento delle emissioni inquinanti dei veicoli da Euro IV ad Euro VI). Se il guasto è stato risolto, questo errore rimane in memoria per rendere possibili alle forze dell'ordine un controllo dello "storico".
 3. Il veicolo ha un difetto, ma questo si manifesta solo in particolari condizioni di uso. In questo caso l'errore passa allo stato attivo (ATT) solo quando le condizioni sono rispettate.

Grazie a tale analisi, il tecnico può individuare la/le causa/cause dell'errore ed accedere in modo semplice alle istruzioni riparative associate a ciascun codice guasto.

CAPITOLO 3 – IL SISTEMA MULTIPLEX DELLO STRALIS EVO IVECO

Nei paragrafi precedenti è stato introdotto il sistema Multiplex che si occupa della gestione elettronica del veicolo. I comandi provenienti dagli interruttori e dai pulsanti, così come le informazioni trasmesse dai sensori, sono raccolte da centraline elettroniche che le trasformano in segnali digitali. Questi ultimi circolano all'interno di un unico cavo, la linea CAN (Controller Area Network), verso gli apparecchi di comando e gli indicatori (spie luminose, strumenti analogici o display digitali). L'impiego delle linee CAN consente di incrementare il numero delle funzioni (ad esempio, informazioni sul funzionamento del veicolo, la velocità o i consumi), dimezzando nel contempo la quantità di cavi, fusibili e di relè. Anche le capacità diagnostiche risultano potenziate. Gli allestitori dispongono sul telaio di una centralina che accoglie i morsetti necessari per collegare le luci, i comandi delle prese di forza e l'alimentazione delle spie sul cruscotto. Da questo momento l'attenzione sarà focalizzata su come si struttura tale impianto nel caso in cui il veicolo in esame rientra nella categoria Heavy.

La Figura 3.1 descrive come il numero di funzionalità e di centraline presenti sui veicoli pesanti Iveco sia cresciuto nel corso degli anni. I primi sistemi elettronici che hanno sfruttato a pieno le potenzialità delle E.C.U. sono stati quelli relativi all'impianto frenante. A partire dagli anni '90 la maggior parte degli sforzi è stata concentrata sullo sviluppo dei sistemi di motopropulsione ed in particolare sull'ottimizzazione del controllo elettronico dell'iniezione dei motori diesel. Allo stesso tempo si sono poi sviluppate altre numerosissime funzionalità quali cambio automatizzato, sistema sospensioni pneumatiche, presa di forza e tutte quelle legate ai servizi di bordo. A partire dagli anni 2000 le innovazioni principali hanno riguardato sistema di emissioni inquinanti, telematica e sistemi per l'assistenza al driver.

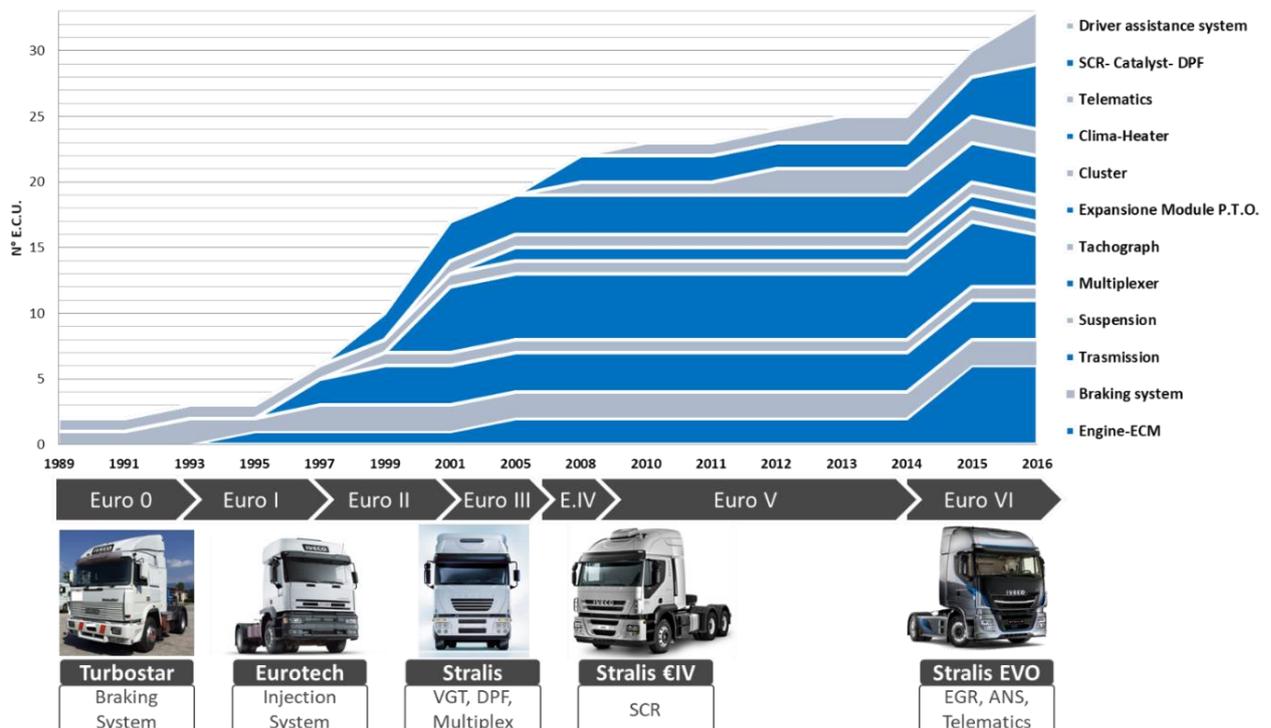


Figura 3.1 Incremento negli anni delle funzionalità gestite dalle centraline elettroniche

In questo capitolo verrà descritto il sistema Multiplex dello Stralis EVO Iveco, detto HI-MUX.

3.1 Linee CAN del sistema Hi-Mux

Il dialogo tra il sistema Hi-Mux, sistemi veicolari, centralina controllo motore, sistema SCR, radio e gli allestitori vari si realizza attraverso le seguenti linee CAN:

- BCB - Body Control Bus;
- VDB - Vehicle Data Bus;
- ECB - Engine Control Bus;
- ECC - Engine Component Control Bus;
- FMB - Fleet Management Bus.

Le principali caratteristiche delle linee CAN sopra citate sono schematizzate nella Tabella 3.1. In particolare si nota che le velocità di trasmissione dati con cui sono state progettate è uguale per tutte le linee, tranne che per la Vehicle Data Bus. Questo è dato dal fatto che su VDB, dove convergono molte centraline interconnesse tra loro, vengono trasmesse molte più informazioni rispetto alle altre linee, o meglio, vengono trasmesse informazioni codificate in molti più bit.

Tabella 3.1: Caratteristiche Linee CAN su Stralis EVO [12]

Sigla	Nome	Velocità di trasmissione dati [kBit/s]	Colore
BCB	Body Control Bus	250	Grigio
VDB	Vehicle Data Bus	500	Nero
ECB	Engine Control Bus	250	Giallo
ECC	Engine Component Control Bus	250	Giallo/Nero
FMB	Fleet Managment Bus	250	Bianco

Nella tabella 3.2 è possibile vedere su quale linea è collocata ciascuna centralina/allestitore che compone il Multiplex. Si può notare che alcune E.C.U. sono collocate su più linee CAN: alcune centraline, infatti, per poter svolgere le proprie funzionalità, necessitano di interfacciarsi con messaggi presenti su diverse linee CAN.

Successivamente, in Figura 3.3, è riportato lo schema dell'impianto Multiplex dello Stralis EVO.

Nei paragrafi seguenti, invece, verranno esaminate del dettaglio le funzionalità di ciascuna centralina, partendo dalla linea CAN sulla quale sono collocate.

Tabella 3.2: Centraline/Moduli elettronici presenti su Stralis EVO e corrispondenti line CAN

Nome abbreviato	Descrizione	BCB	VDB	ECB	ECC	FMB
BCM	Body Computer	X	X			
SWI	Centralina Steering Wheel Interface	X				
FCM	Centralina telaio (Frame Control Module)	X				
MC	Mirrors Controller	X				
BME	Bed Module	X				
AHT-W	Riscaldatore ad acqua	X				
AHT-A	Riscaldatore ad aria	X				
ACLC	AC/Climate	X				
VCM	Centralina Vehicle Control Module		X	X		X
OBD II Connector	Connettore 16 poli per OBD (on bord diagnostic)		X	X		
HEAD UNIT	Centralina per Iveconnect (modulo principale)		X			X
TRAXON	Centralina del cambio automatizzato TRAXON		X			
RADIO BT	Radio Bluetooth		X			
LDWS	Centralina / Telecamera (Lane Departure Warning System)		X			
IVTM	Centralina IVTM (Integrated Vehicle Tire Monitoring)		X			
INTARDER	Centralina Intarder		X			
IC	Cluster		X			
EM	Expansion Module		X			
E-HORIZON	Centralina E- Horizon		X			
ECAS	Centralina sospensione pneumatica		X			
EBS	Centralina EBS		X			
DTCO	Tachigrafo digitale		X			
CAN RELAY	Smart Relè (per cambio meccanico 16S Single H)		X			
AEBS/ACC	Centralina Radar AEBS / ACC		X			
ECM	Centralina controllo motore			X	X	
UQS	Sensore di qualità Urea				X	
PM	Sensore particolato				X	
NOx 2	Sensore NO x (uscita)				X	
NOx 1	Sensore NO x (ingresso)				X	
NH₃	Sensore ammoniacca				X	
ExFlp	Attuatore freno motore a farfalla				X	
EVGT	Attuatore turbina VGT				X	
UTP	Centralina Telematica UTP (Unified Telematic Platform)					X
FMS	Connector Connettore FMS					X

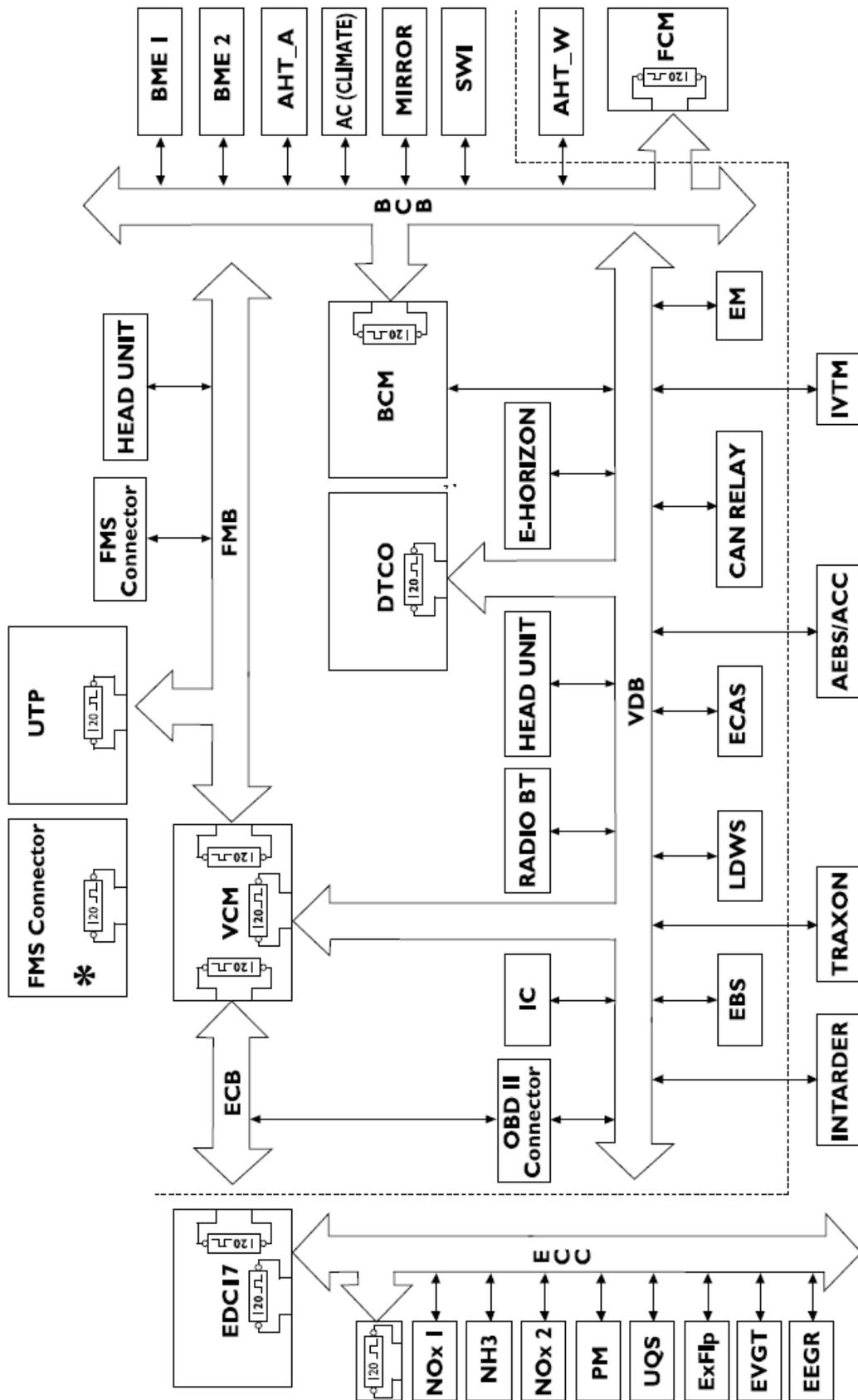


Figura 3.2: Schema impianto multiplex su Stralis EVO [12]

3.2 Centraline collegate tramite la linea CAN BCB

La linea Body Control Bus (BCB) permette la comunicazione tra i vari sistemi elettronici presenti sul veicolo rappresentati nella Figura 3.3. Tale linea interessa le centraline adibite ai servizi di bordo.

In particolare, nella BCB si trova il cuore centrale del sistema Hi-Mux, costituito da un modulo formato dalle centraline FCM e BCM. Queste costituiscono un nodo principale che mette in comunicazione il resto del veicolo con le E.C.U. Inoltre esse sono adibite ai servizi di bordo che, a loro volta, sono pilotate proprio dal sistema FCM-BCM

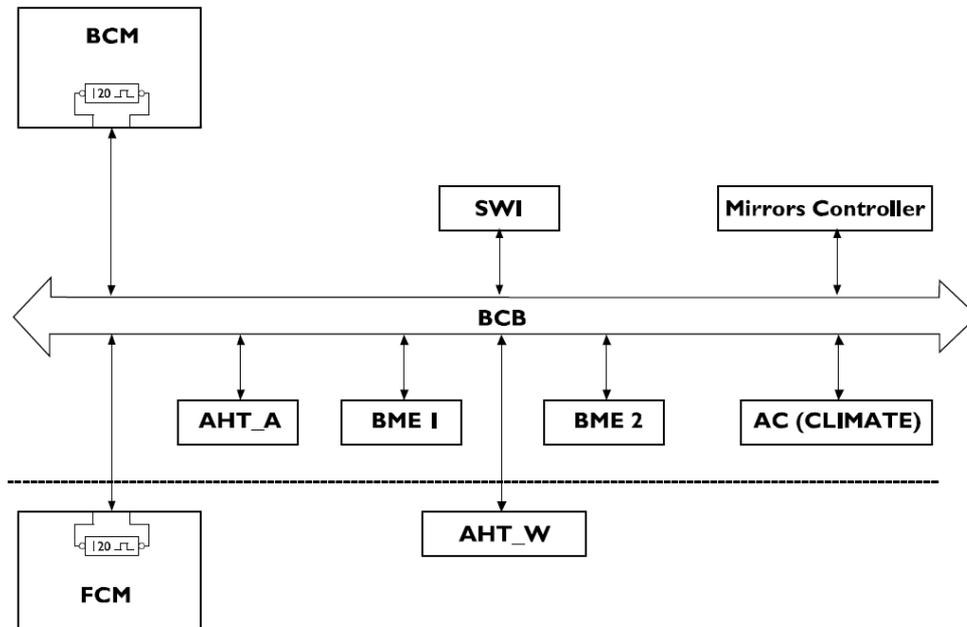


Figura 3.3: Architettura Linea Body Control Bus [12]

3.2.1 Body Computer Module (BCM)

Le principali funzionalità della centralina Body Computer Module (BCM), presente in Figura 3.4, sono quelle di gestire e controllare vari accessori elettronici nel corpo di un veicolo. Tali funzionalità risultano essere:

- controllo dei vari dispositivi cabina come attivazione luci interne, gestione funzionalità plancia, gestione apertura/chiusura porte e attivazione del tergicristallo;
- azionamento delle luci anteriori esterne (anabbagliante, abbagliante, fendinebbia);
- attivazione delle luci di direzione in caso di cambio di corsia.

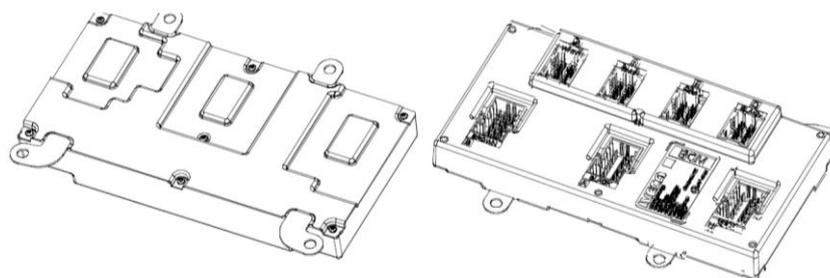


Figura 3.4: Centralina Body Computer Module [12]

Tale centralina, dovendo raccogliere le diverse informazioni provenienti dal resto del veicolo, è collegata anche al VDB.

3.2.2 Frame Control Module (FCM)

La ECU Frame Control Module, illustrata in Figura 3.5, si diagnostica attraverso il BCM. Esso è un modulo che si occupa di altre funzionalità interconnesse al telaio. Tali funzionalità riguardano:

- gestione dei componenti elettrici/elettronici del telaio tra cui attivazioni luci posteriori, gestione compressore aria e serbatoio carburante posteriore;
- acquisizione dei segnali della sensoristica: usura freni, pressione olio motore, livello e flusso olio idroguida, bloccaggio differenziale, pressione aria freni, livello combustibile.

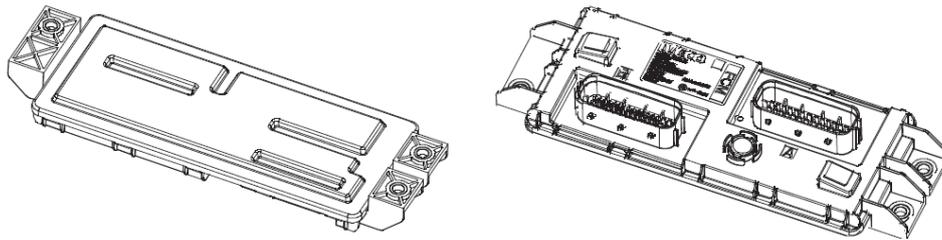


Figura 3.5: Centralina Frame Control Module [12]

3.2.3 Centralina interfaccia volante/devioguista (SWI)

La Steering Wheel Interface, rappresentata in Figura 3.6, è posizionata sul piantone guida e ricopre la funzione di raggruppare al suo interno tutti i comandi provenienti dal volante e dalle due leve del devio guida (ovvero i sistemi di interfaccia multifunzione tra il conducente e il veicolo come indicatori di direzione, fari o tergicristalli).

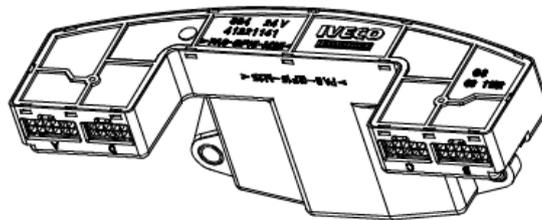


Figura 3.6: Centralina Steering Wheel Interface [12]

3.2.4 Bed Module E.a.sy. (BME)

Il BME, illustrato in Figura 3.7, è posizionato nella parte posteriore della cabina e può svolgere le seguenti funzioni:

- Indicazione ora e minuti;
- Accensione / spegnimento luci interne cabina (selezione luci bianche/notturne);
- Apertura / chiusura porte;
- Apertura / chiusura vetri elettrici;
- Apertura / chiusura botola elettrica;
- Abbassamento / innalzamento tendine parasole;
- Accensione /spegnimento radio;
- Regolazione volume radio;
- Sintonia radio;

- Funzione sveglia;
- Accensione / spegnimento riscaldatore supplementare;
- Regolazione temperatura;
- Regolazione durata accensione riscaldatore.



Figura 3.7: Centralina Bed Module E.a.s.y [12]

3.2.5 Riscaldatore ad aria (AHT_A)

Il riscaldatore ad aria, presente in Figura 3.8, è inserito con la propria logica di comando nel sistema di climatizzazione ed è quindi munito di una centralina elettronica con relativo connettore di diagnosi per la ricerca guasti. La centralina è montata direttamente sul riscaldatore che può essere pilotato direttamente dal sistema di climatizzazione automatica o tramite la centralina BME.

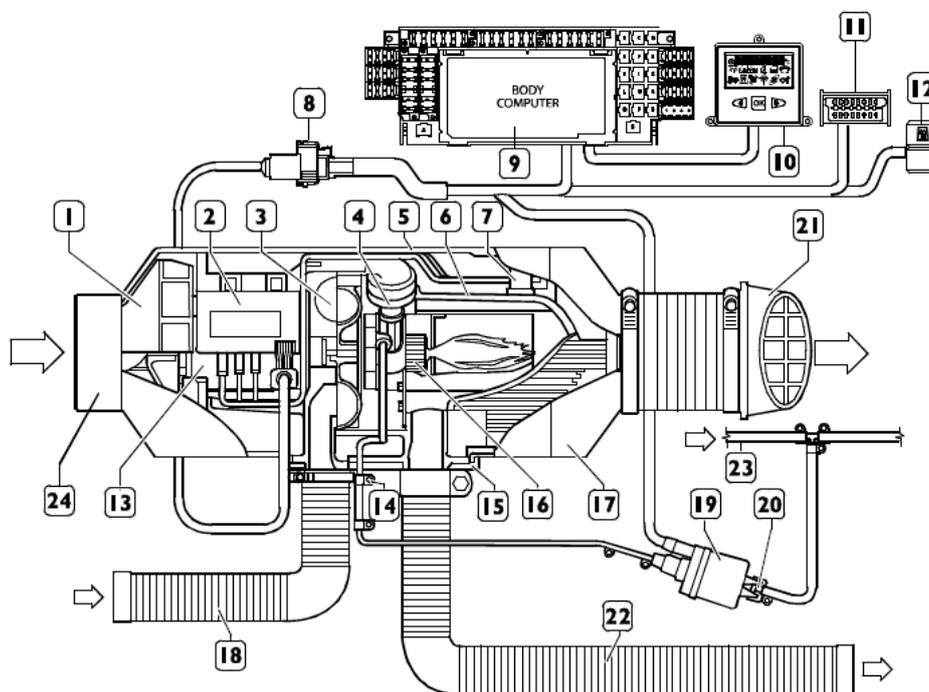


Figura 3.8: Riscaldatore ad aria: 1. Girante aria aspirata; 2. Centralina elettronica; 3. Girante aria combustione; 4. Candeletta; 5. Coperchio superiore; 6. Scambiatore di calore; 7. Sensore Combinato; 8. Connettore centralina riscaldatore; 9. Centralina Body Computer; 10. Centralina Bed Module; 11. Connettore per diagnosi; 12. Interruttore inserzione riscaldatore supplementare; 13. Motore comando soffiante; 14. Alimentazione combustibile; 15. Guarnizione flangia; 16. Camera di combustione; 17. Coperchio esterno; 18. Tubo aria di combustione; 19. Pompa di dosaggio; 20. Filtro; 21. Uscita aria caldo; 22. Tubo di scarico; 23. Alimentazione combustibile; 24. Entrata aria da scaldare. [12]

3.2.6 Riscaldatore ad acqua (AHT_W)

Il principio di funzionamento del riscaldatore ad acqua, presente in Figura 3.9, è molto simile a quello ad aria. Inserendo il bruciatore, la centralina elettronica comanda la pompa dell'acqua, la pompa dosatrice di combustibile, il motore del bruciatore e la candele d'accensione. La centralina è montata direttamente sul riscaldatore. Questo può essere pilotato direttamente dal sistema di climatizzazione automatica, dalla versione a comando manuale o tramite la centralina BME.

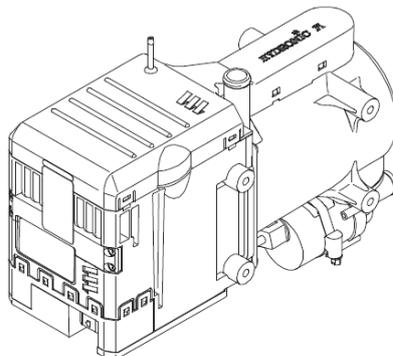


Figura 3.9: Riscaldatore ad acqua [12]

3.2.7 Climatizzatore Automatico (AC)

Nella versione automatica il sistema di climatizzazione, in Figura 3.10, è gestito da una centralina elettronica posizionata nella parte inferiore della plancia centrale ed integra le manopole di comando. La centralina elettronica, che è munita di un proprio sistema di diagnosi, ha come obiettivo principale quello di regolare la temperatura interna della cabina (impostata dal conducente) in funzione della temperatura esterna rilevata dall'apposito sensore. Il sistema offre la possibilità di una gestione completamente automatica ma comunque per l'utente è sempre possibile, qualora lo si desidera, modificare i principali parametri di funzionamento dell'impianto.

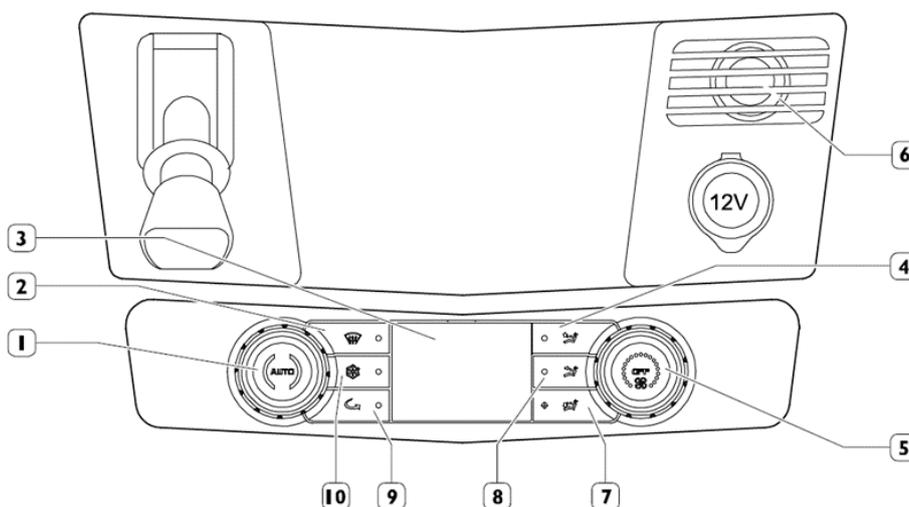


Figura 3.10: Climatizzatore automatico: 1. Manopola per regolazione temperatura richiesta; 2. Pulsante comando immissione aria (zona parabrezza); 3. Display; 4. Pulsante comando immissione aria (zona viso); 5. Manopola per regolazione velocità ventole; 6. Sensore temperatura interna; 7. Pulsante comando immissione aria (zona viso e zona piedi); 8. Pulsante comando immissione aria (zona piedi); 9. Pulsante per funzione ricircolo; 10. Pulsante per comando compressore. [12]

3.2.8 Climatizzatore Manuale (AC)

Nella versione manuale il controllo del circuito frigorifero e del riscaldatore avviene per mezzo di un dispositivo a leveraggi e manopole ubicate nella parte inferiore della plancia centrale. Il sistema non è controllato da una centralina elettronica ma per mezzo di comandi a manopola, come si può vedere dalla Figura 3.11.

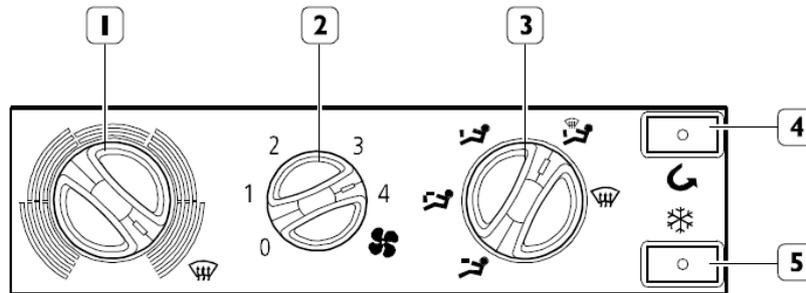


Figura 3.11: Climatizzatore Manuale: 1. Comando rubinetto acqua; 2. Velocità ventole interne; 3. Distribuzioni flussi aria; 4. Interruttore per funzione ricircolo; 5. Interruttore comando compressore. [12]

3.3 Centraline collegate tramite la linea CAN VDB

La linea CAN VDB, mostrata in Figura 3.12, permettere il dialogo tra i vari sistemi elettronici correlati alla movimentazione ed alla dinamica del veicolo. Le centraline ad essa collegate sono: Cambio Traxon, Retarder, EBS, ECAS, Connettore di diagnosi, VCM, Tachigrafo, AEBS/ACC. Questa linea dialoga anche con il Cluster e il Body Computer.

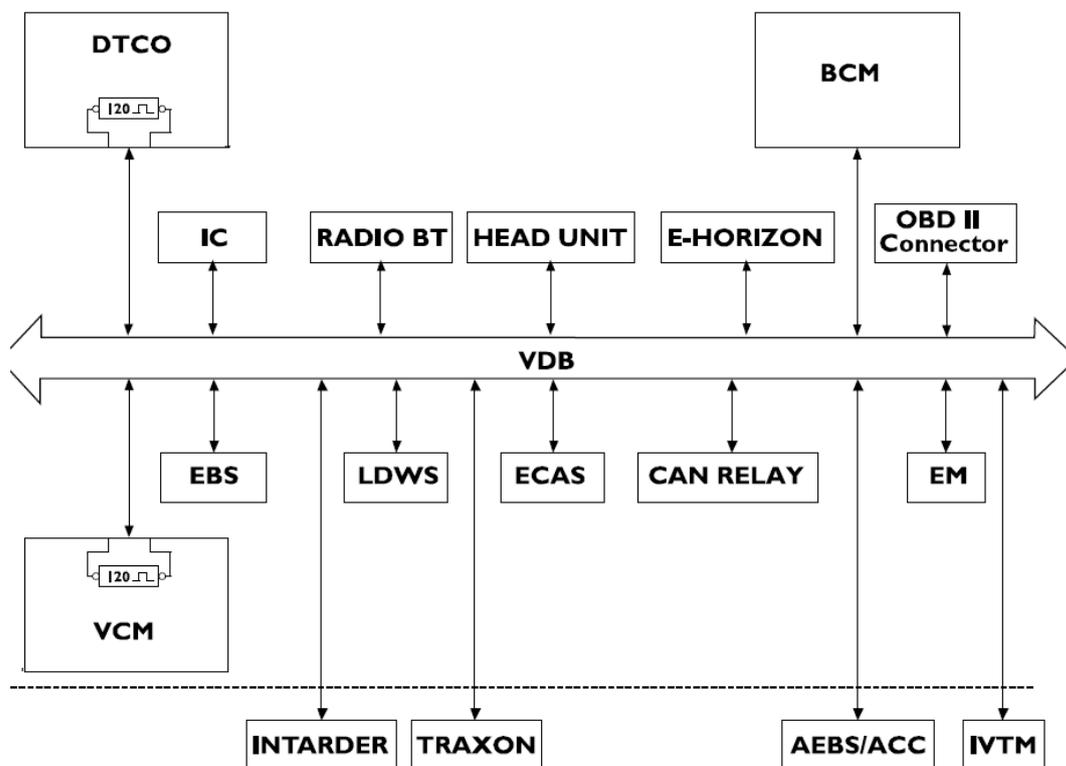


Figura 3.12: Linea Vehicle Data Bus [12]

3.3.1 Tachigrafo digitale (DTCO)

Il tachigrafo digitale, rappresentato in Figura 3.13, è un dispositivo il cui montaggio è obbligatorio sui veicoli pesanti immatricolati dopo il 2006; esso è nato per sostituire il vecchio tachigrafo analogico. Per tutti i viaggi eseguiti, l'apparecchiatura memorizza i dati relativi al tempo di guida, al tempo di lavoro, al tempo di riposo, alla velocità, ai guasti, agli errori, ai controlli della polizia e ai dati del conducente. Inoltre, il tachigrafo prevede il funzionamento attraverso una serie di smart card, definite carte tachigrafiche. Ognuna di esse ha un determinato uso, infatti si hanno: la carta del conducente, la carta dell'azienda, la carta dell'officina e la carta dell'autorità di controllo.

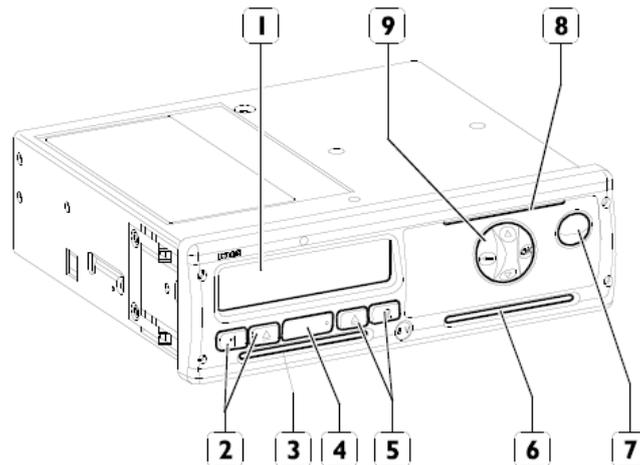


Figura 3.13: Tachigrafo digitale: 1. Display; 2. Tastierino (conducente -1); 3. Fessura d'introduzione carta -1; 4. Interfaccia download / interfaccia di calibrazione; 5. Tastierino conducente -2; 6. Fessura d'introduzione carta -2; 7. Tasto di sblocco, cassetto della stampante; 8. Bordo di strappo; 9. Tasti di menu Display. [12]

3.3.2 Instrument Cluster (IC)

Il cruscotto è l'interfaccia a bordo veicolo dotata di un set di strumenti che permette al driver di interfacciarsi con il mezzo.

Nella Figura 3.14, è rappresentato il cluster dello Stralis EVO. Oltre ai dati analogici come giri motore, velocità o livello combustibile, sono presenti le informazioni provenienti dalle spie di segnalazione. Queste spie sono mostrate in dettaglio in Figura 3.15. Qualora qualcuna di queste dovesse rappresentare un'anomalia, l'attivazione delle stesse deve essere conforme alla normativa OBD di cui si è parlato nel Capitolo 2.

Le spie, assieme alle informazioni contenute nel display, sono argomento chiave nello sviluppo della tesi. Le informazioni mostrate dal display possono essere relative al Cruise Control, alla batteria, al cambio, al livello AdBlue e segnalazioni di anomalie e avarie. In particolare, al verificarsi di un'anomalia, apparirà sul display l'ideogramma corrispondente. Il conducente può, quindi, riconoscere i dettagli dell'errore che si è verificato sul mezzo accedendo in una sezione apposita del menù. Tuttavia, è molto importante sottolineare quali sono le istruzioni (dal Libretto Uso e Manutenzioni del mezzo ^[13]) che devono essere eseguite dal conducente a seconda della tipologia di icona che compare sul display. Le icone possono essere:

- **colore giallo (anomalia/avarìa leggera):**
proseguire con cautela e recarsi al più presto presso una Officina della Rete Assistenziale.
- **colore rosso (anomalia/avarìa grave):**
posteggiare il veicolo lato strada in zona non pericolosa, contattare il concessionario o, se in orario inconsueto o località decentrata, il numero verde del Client Center (servizio 24 ore).

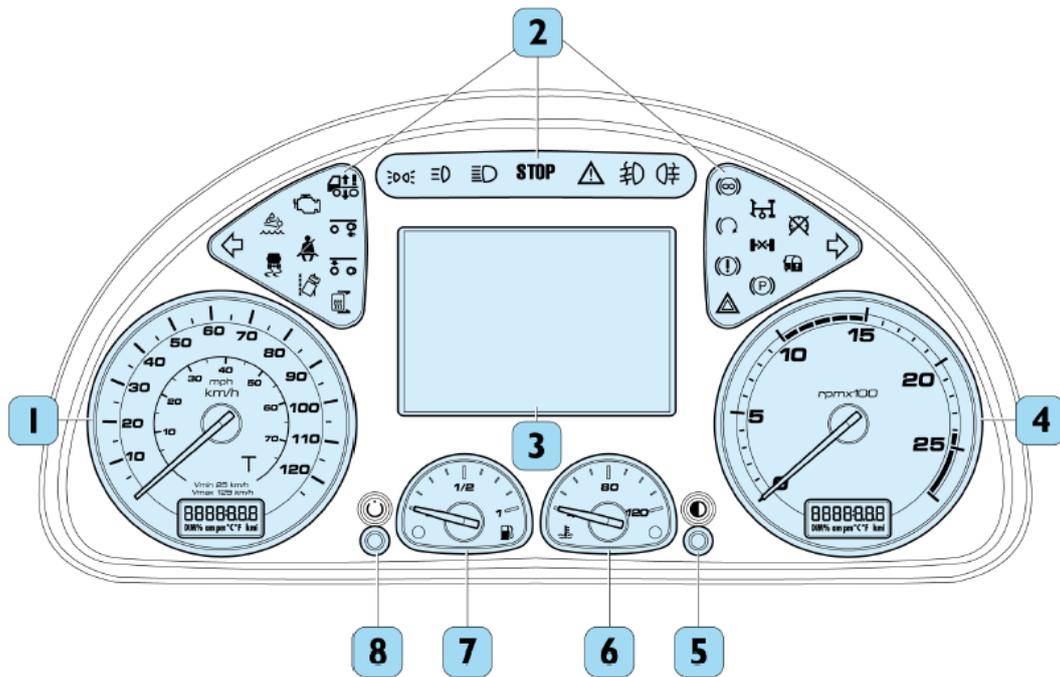


Figura 3.14: Instrument Cluster: 1. Tachimetro con display LCD; 2. Spie di segnalazione; 3. Display LCD; 4. Contagiri con display LCD; 5. Pulsante multifunzione; 6. Temperatura del liquido di raffreddamento motore; 7. Indicatore del livello combustibile; 8. Pulsante multifunzione. [13]

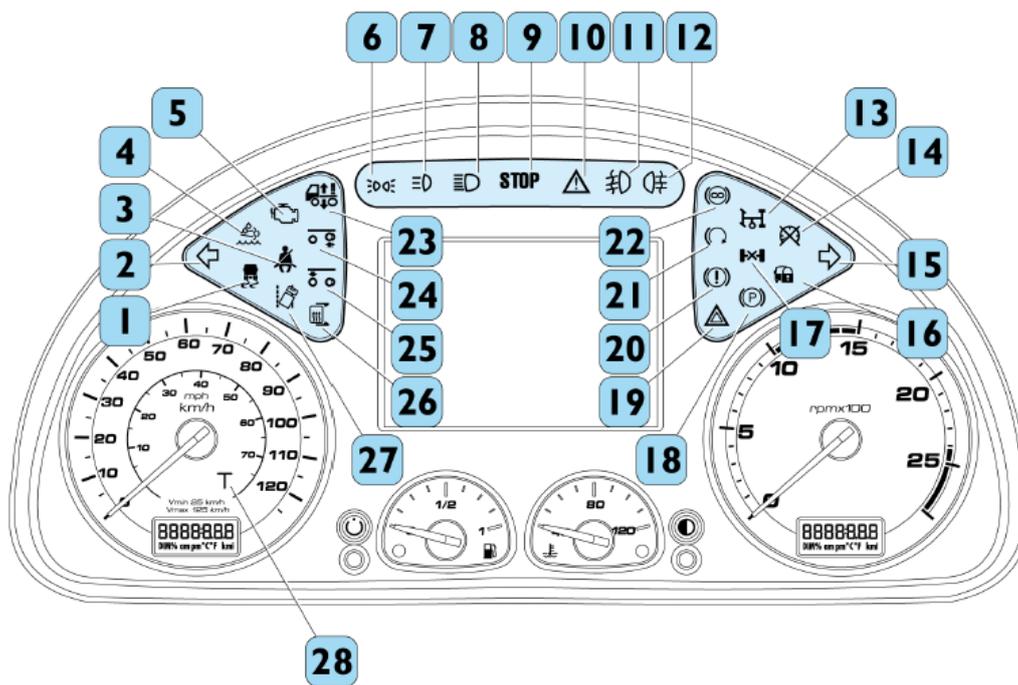


Figura 3.15: Spie di segnalazione: 1 ESC (attivo in caso di attivazione la spia lampeggia, in caso di guasto è fissa); 2 Indicatore di direzione sinistro; 3 Cinture di sicurezza; 4 Inducement; 5 Spia emissioni EOBD II (European On Board Diagnostic)/MIL (Malfunction Indicator Lamp); 6 Luci esterne; 7 Proiettori supplementari; 8 Proiettori abbaglianti; 9 Segnalazione generica di anomalia/avarìa; 10 Allarme generico; 11 Proiettori fendinebbia; 12 Luci retronebbia; 13 Presa di forza inserita; 14 Avaria pannello strumenti; 15 Indicatore di direzione destro; 16 Immobilizer inserito; 17 Bloccaggio differenziale; 18 Freno di stazionamento inserito; 19 Luce d'emergenza; 20 Avaria impianto freni; 21 Freno motore attivato; 22 Retarder Spia lampeggiante con funzione richiesta dal conducente e a luce fissa con la funzione attivata; 23 Avaria sospensioni pneumatiche; 24 Sollevamento terzo asse; 25 Ausilio in fase di spunto; 26 Riscaldamento specchi; 27 LDWS - Lane Departure Warning System: Avvisatore cambio di corsia, continuamente acceso con anomalia del sistema o a sistema spento, lampeggia per avvisare della linea superata; 28 Avaria tachigrafo o avvertenza. [13]

3.3.3 Electronically Controlled Air Suspension (ECAS)

Il sistema sospensioni pneumatiche, rappresentato in Figura 3.16, presenta notevoli vantaggi sia in termini di sicurezza che di comfort rispetto alle vecchie sospensioni meccaniche. Per questo motivo nel tempo è diventato il sistema predominante sui veicoli di utilizzo stradale. L'evoluzione tecnologica, infine, ha portato a sviluppare la gestione elettronica dell'impianto stesso che si è diffusa ed ora è presente su tutti i veicoli industriali. I vantaggi di questo sistema sono:

- mantenimento della distanza “telaio-piano stradale” costante mediante la variazione della pressione all'interno delle molle ad aria;
- aumento del comfort dei passeggeri poiché vengono ridotte le oscillazioni del telaio grazie alla capacità di smorzamento delle vibrazioni;
- aumento della sicurezza poiché il carico sul mezzo in frenata viene correttamente distribuito ed il veicolo mantiene la manovrabilità dello sterzo;
- la possibilità di modificare il livello del telaio durante le fasi di manovra e carico-scarico.

Il sistema ECAS, oltre ai conosciuti vantaggi offerti dalla sospensione pneumatica, consente:

- una notevole riduzione del consumo d'aria;
- pronta risposta nei vari processi di regolazione;
- semplicità negli impianti;
- ampia concezione di sicurezza;
- possibilità di una completa diagnosi del sistema.

Tutte le operazioni suddette sono comunque vincolate da determinate condizioni di funzionamento e dalle relative sicurezze degli impianti ad esse collegate.

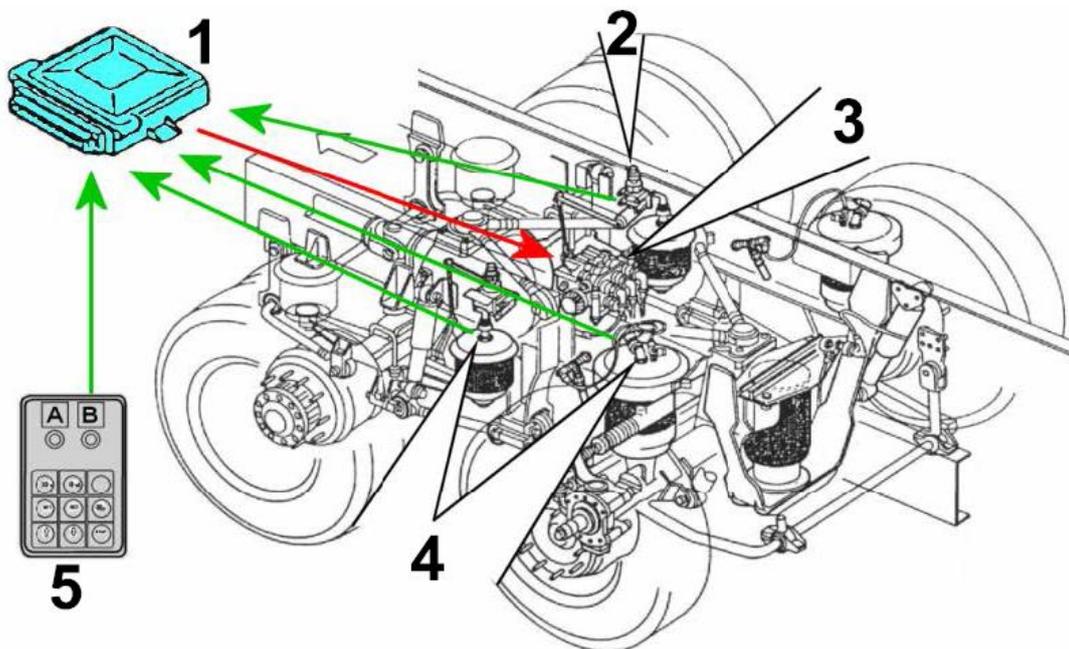


Figura 3.16: Schema logico impianto sospensioni: 1. Centralina; 2. Sensori di livello; 3. Gruppo elettrodistributore; 4. Sensori di pressione; 5. Telecomando. [6]

Il sistema appena descritto, negli Stralis, è gestito dalla centralina elettronica ECAS, in Figura 3.17, che controlla automaticamente il livello (distanza dal piano stradale) del telaio, attraverso i valori reali forniti dai sensori, comparandoli con i valori nominali registrati in memoria.

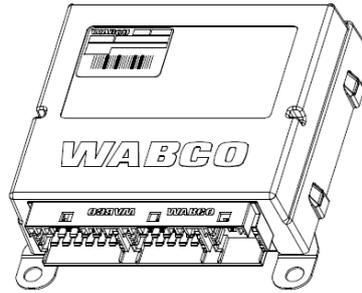


Figura 3.17: Centralina ECAS [12]

In caso di allontanamento o variazione di assetto, la centralina elettronica pilota i gruppi elettropneumatici, tramite i quali viene corretto il livello reale rispetto a quello nominale impostato o memorizzato in precedenza dal conducente. Il sistema dispone di un telecomando per le operazioni di sollevamento/abbassamento e livellamento telaio ed è possibile operare sia a veicolo fermo che in movimento. Il telecomando, oltre alle operazioni di sollevamento, abbassamento e autolivellamento, permette di memorizzare altri livelli di assetto telaio e quando le esigenze di esercizio lo richiedono, richiamarli.

3.3.4 Tyre Pressure Monitoring System (TPMS)

Il TPMS, presente in Figura 3.18, anche denominato IVTM (Integrated Vehicle Tyre Pressure Monitoring) è un sistema di monitoraggio degli pneumatici per i veicoli commerciali che contribuisce a controllare in tempo reale la pressione dell'aria.

Su ogni ruota viene montato un modulo il quale misura la pressione dell'aria e la trasmette via radio. Ogni modulo trasmette ininterrottamente la pressione delle gomme ad un'apposita centralina elettronica. Questa elabora i segnali di tutte le ruote e le informazioni vengono trasmesse tramite linea CAN VDB al Cluster. I moduli disposti sulle ruote misurano circa ogni 15 minuti la pressione pneumatica. Se la pressione varia in maniera significativa, il modulo invia i valori a intervalli più brevi. Sul display vengono segnalate la ruota interessata e le eventuali anomalie. Tuttavia il sistema IVTM non è progettato a segnalare improvvisi e gravi danni delle gomme.

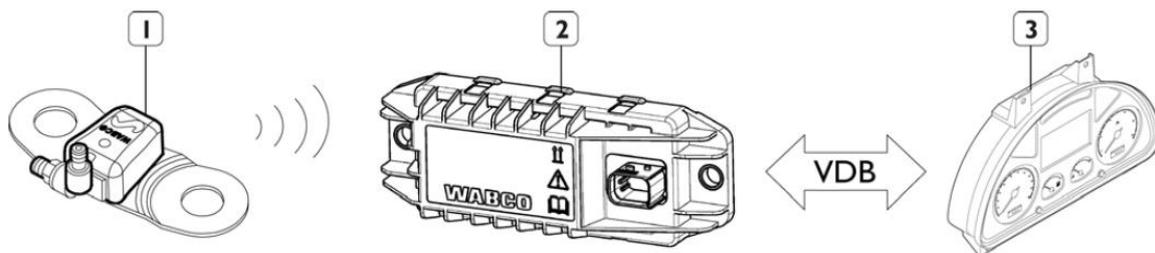


Figura 3.18: TPMS: 1. Modulo ruota; 2. Centralina elettronica IVTM; 3. Cluster (IC). [12]

3.3.5 Lane Departure Warning System (LDWS)

Il sistema Lane Departure Warning è progettato per avvisare il conducente disattento o affaticato di un'imminente invasione involontaria di corsia da parte del veicolo, segnalando il superamento delle strisce che delimitano la corsia di marcia stessa. Il Lane Departure Warning System utilizza la telecamera ubicata al centro della plancia dietro il parabrezza per calcolare la posizione del veicolo in relazione alla segnaletica orizzontale. In caso di invasione di corsia sul lato sinistro o destro della strada, il volume dell'autoradio viene annullato e, dall'altoparlante corrispondente al lato del superamento di

corsia, viene emesso un segnale sonoro (che simula, amplificandolo, il rumore dell'attrito tra le ruote e l'asfalto). In Figura 3.19 è raffigurato il modulo LDWS.

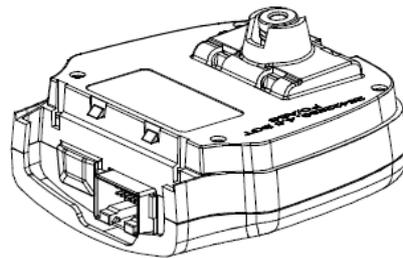


Figura 3.19: LDWS [12]

3.3.6 ACC-AEBS Radar

L' Adaptive Cruise Control (ACC) e l'Advanced Emergency Braking System (AEBS), rappresentati in Figura 3.20, sono dei sistemi elettronici, introdotti per migliorare la sicurezza stradale dei veicoli industriali. Il componente principale è una centralina radar in grado di misurare la distanza dal veicolo che precede e di avvisare con un segnale acustico il conducente in caso di eccessivo avvicinamento (rischio collisione). La centralina radar viene posizionata nel paraurti, ed essendo collegata alla linea CAN veicolare, è in grado di interagire con i sistemi di rallentamento del veicolo.

- **ACC (ADAPTIVE CRUISE CONTROL)**

L' ACC funziona al di sopra della velocità di 15 km/h e con Cruise Control inserito. L'autista premendo un pulsante su plancia, attiverà il sistema che sarà in grado di rilevare la velocità relativa dei due veicoli e calcolerà la distanza in metri. Inoltre, è possibile impostare da Cluster con i tasti freccia, cinque diverse distanze per ogni tipo di guida (sportiva, autostrada, ecc.). Quando il radar posizionato davanti al paraurti rileva un eccessivo avvicinamento al veicolo che precede, avviserà il conducente con un segnale acustico (buzzer) e, per di più, agirà automaticamente sulla riduzione di coppia motore, freno motore ed Intarder e all'occorrenza è in grado di intervenire sul freno di servizio fino ad una decelerazione massima di 3 m/s².

- **AEBS (ADVANCED EMERGENCY BREAKING SYSTEM)**

Il sistema di frenata d'emergenza avanzata AEBS (Advanced Emergency Breaking System) presente in Figura 3.20, è un sistema di assistenza alla guida che avverte il conducente per evitare un impatto frontale. Il sistema misura automaticamente le distanze dal veicolo che precede e se dovesse sussistere una situazione pericolosa inserisce il freno. Il sistema riceve i dati di misurazione da un radar (1) installato al centro del paraurti anteriore. Il sistema assisterà il conducente decelerando al massimo il veicolo se il conducente stesso preme il pedale del freno indipendentemente della segnalazione del sistema. Il sistema assisterà il conducente decelerando al massimo il veicolo se il conducente stesso preme il pedale del freno dopo la segnalazione del sistema di un allarme di collisione. Il sistema è in grado di avvisare il conducente per tempo e operare una frenata di emergenza in caso l'impatto sia inevitabile.

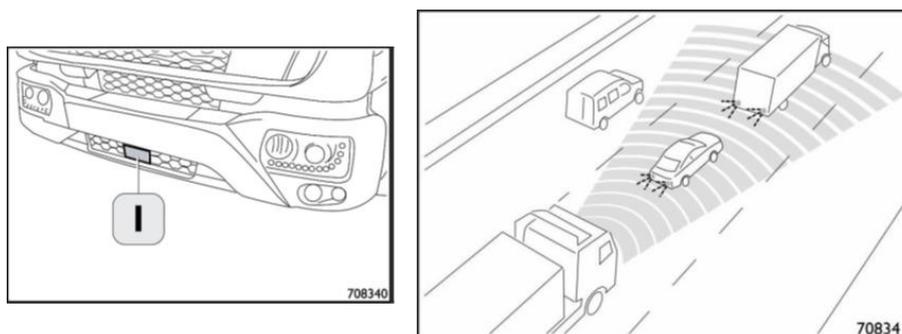


Figura 3.20: ACC-AEBS Radar [12]

3.3.7 Electronic Brake System (EBS)

Il sistema EBS è un sistema frenante totalmente elettronico ed è rappresentato in Figura 3.21. Esso interagendo con altri sistemi elettronici presenti nel veicolo (ECM, ECAS, Intarder e Cambio) integra diversi sistemi, tra cui:

- **Impianto frenante ABS (Anti Brake System)**
La frenata di un veicolo in movimento ed il conseguente spazio di decelerazione e di arresto, dipendono soprattutto dal coefficiente di aderenza tra il manto stradale e la superficie del pneumatico. Per ottimizzare la frenata e la stabilità in situazioni atmosferiche critiche, è stata introdotta una gestione di tipo elettronico dell'impianto frenante anche sui veicoli di tipo industriale, dove queste esigenze sono sentite in modo particolare, visto i carichi che tali veicoli trasportano. La gestione elettronica ABS viene impiegata per evitare il bloccaggio delle ruote.
- **Limitatore elettronico di frenata EBL (Electronic Brakes Limiter)**
L'operazione di comparazione della velocità delle ruote ponte/motrice, con quelle dell'assale anteriore, permette alla centralina di definire il livello di slittamento del ponte stesso, la velocità e la decelerazione del veicolo. In questo modo, la centralina potrà calcolare la decelerazione minima necessaria per rallentare il mezzo, nel minor tempo possibile, evitando il bloccaggio delle ruote.
- **ASR (Anti Slip Regulator) o TC (Traction Control)**
La funzione dell'ASR / TC è quella d'impedire lo slittamento delle ruote motrici (ponte) in fase di accelerazione o sterzata, per evitare le sollecitazioni inutili agli organi meccanici, la perdita di forza motrice e l'aderenza. Il sistema interviene nelle fasi di accelerazione e su fondi stradali con scarsa aderenza, migliorando la stabilità anche in curva e riducendo usure eccessive.
- **Funzione RSC (Roll Stability Control)**
L'impossibilità di regolare elettronicamente la frenata su ciascuna ruota (ad eccezione di quelle sulle quali interviene l'ASR) non consente di gestire la deriva del veicolo mentre permette di evitare il rollio e quindi il ribaltamento. Tale regolazione avviene riducendo la coppia motrice, attivando i freni sull'asse motrice (attraverso il comando alle elettrovalvole ASR) ed eventualmente trasferendo alla centralina rimorchio un comando di intervento. La centralina EBS invia la richiesta di decelerazione anche alla centralina del rimorchio che, se è un sistema EBS, calcola la pressione di frenata indipendentemente dal comando pneumatico.

Lo scopo del sistema EBS è:

- ottimizzare le caratteristiche del sistema frenante;
- migliorare la sicurezza;
- ridurre i costi di gestione del mezzo (controllo globale dell'usura guarnizioni frenanti).

L'elettronica permette quindi di gestire la frenata impiegando i dispositivi di supporto forza freni e riducendo il consumo delle guarnizioni frenanti.

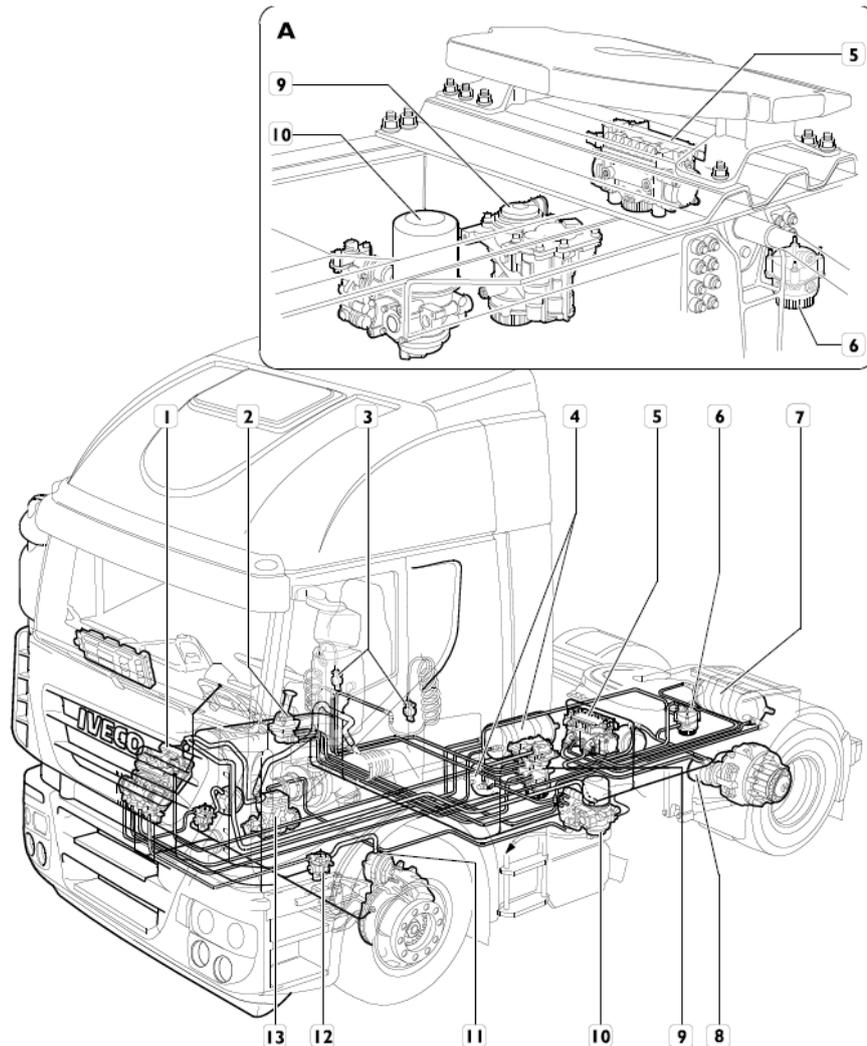


Figura 3.21: EBS (Electronic Brake System): 1. CBU (Central Brake Unit); 2. Distributore a mano per stazionamento; 3. Semigiunti di accoppiamento; 4. Serbatoi aria; 5. Modulatore elettropneumatico ponte; 6. Valvola a relè per stazionamento; 7. Serbatoio aria; 8. Cilindro freno a molla; 9. Servodistributore comando rimorchio; 10. APU; 11. Cilindro freno a membrana; 12. Elettrovalvola ABS; 13. Compressore; A. Ubicazione effettiva componenti 5, 6, 9 e 10. [12]

3.3.8 TRAXON (HiTronix)

Il Hi-Tronix, detto anche Traxon, è il sistema formato da un cambio automatizzato a 12 marce e da tutti gli accessori elettronici ad esso funzionali. La particolarità di questi cambi è determinata dal fatto che la struttura rimane quella dei cambi tradizionali, mentre l'innesto della frizione a secco e il cambio delle marce sono eseguiti elettro-pneumaticamente, ed il controllo è affidato ad un'apposita centralina elettronica. La scelta della marcia viene comunicata dal conducente, mediante una leva di comando, alla centralina, la quale verifica le altre informazioni ricevute dai sensori periferici e attiva le elettrovalvole dei cilindri attuatori per l'innesto marce. Queste valvole comandano pneumaticamente i cilindri attuatori, mentre un sistema di sensori segnala alla centralina le posizioni delle aste e degli alberi di comando.

I vantaggi determinati da questa soluzione, rispetto ad un cambio tradizionale, sono:

- riduzione degli sforzi sulla trasmissione grazie all'innesto automatico delle marce e alla gestione elettronica della frizione;
- riduzione dei consumi del mezzo grazie allo scambio dati fra EDC e centralina Cambio;
- semplicità d'uso del cambio;
- possibilità di correggere l'innesto grazie al controllo manuale sempre disponibile;
- riduzione dei pesi grazie all'assenza di sincronizzazione del gruppo principale del cambio.

Grazie alla frizione automatizzata il Hi-TroniX permette al conducente di viaggiare sia in modalità automatica che in modalità manuale.

Nella Figura 3.22, sono rappresentati il sistema di trasmissione (1) ed i componenti necessari per l'automatizzazione dello stesso. La centralina elettronica (2) ed il ConAct (3, clutch actuation unit) sono integrati nella trasmissione.

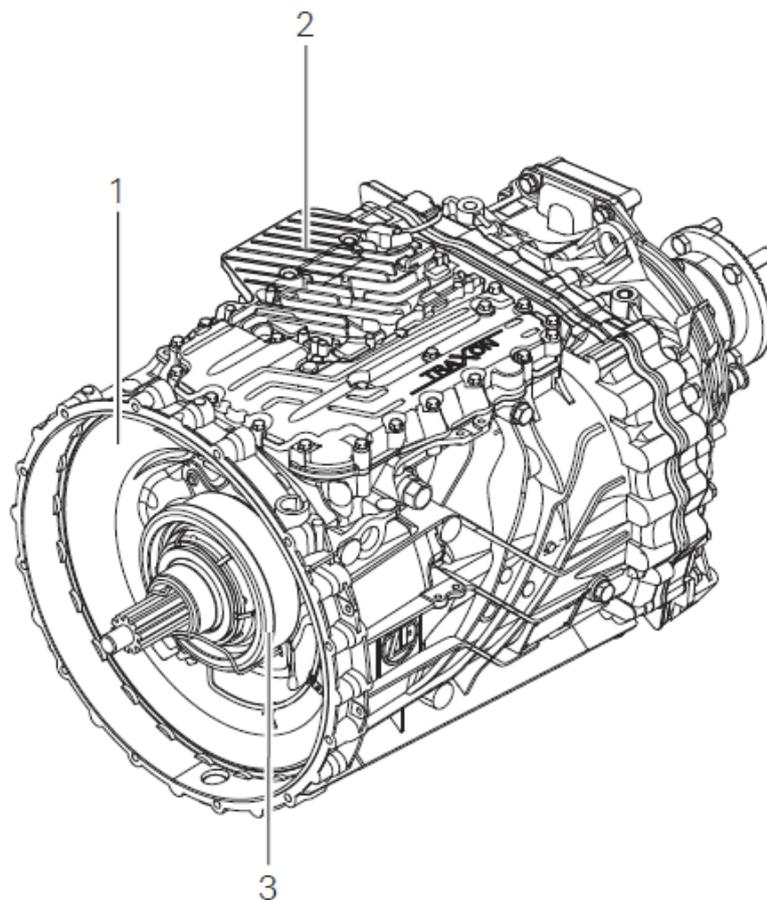


Figura 3.22: TRAXON (HiTronix). [12]

Per comprendere la modalità di trasmissione si può fare riferimento alla Figura 3.23. I cambi della gamma Hi-TroniX sono costituiti da un cambio base con innesti a denti frontali, da un gruppo splitter (GV) e da un selettore di gamma (GP). La sincronizzazione avviene tramite la centralina di comando del motore ed il freno del cambio. Gruppo splitter e selettore di gamma sono sincronizzati. Nel cambio sono presenti due contralberi: ad uno è innestata la pompa dell'olio lubrificante, all'altro il freno del cambio. Questa struttura, compatta e di peso ridotto, assicura una vantaggiosa ripartizione della coppia, minori sollecitazioni delle dentature, un ridotto attrito nell'olio (scorrimento) e quindi un maggior rendimento.

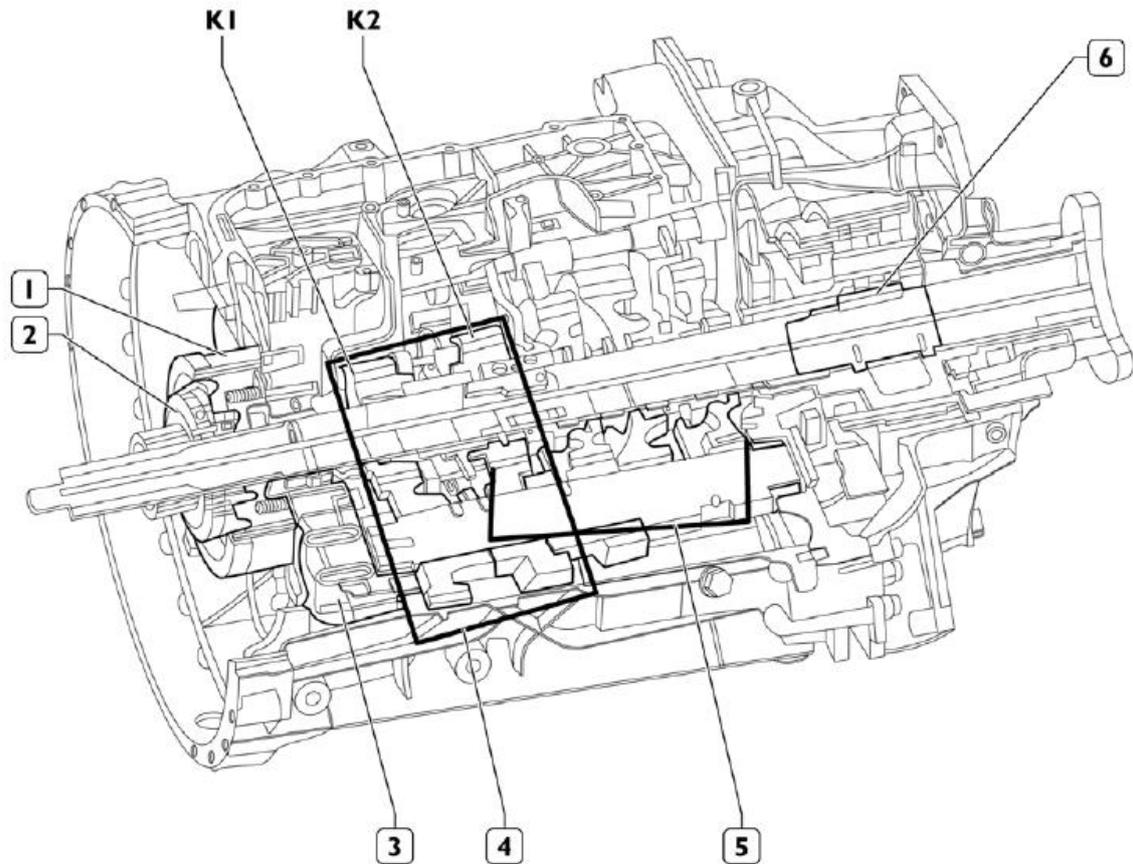


Figura 3.23: Principali organi di trasmissione del TRAXON: (K) ripartizione di potenza: nella costante (K1) oppure (K2) su entrambi i contraalberi; 1. Freno del cambio; 2. Unità di comando della frizione (ConAct); 3. Pompa dell'olio lubrificante; 4. Gruppo Splitter; 5. Cambio a 3 marce; 6. Selettore di gamma. [12]

Nella Figura 3.24 è rappresentato il flusso di forze nella trasmissione. La coppia del motore di trazione viene trasmessa al cambio tramite l'albero di entrata. La costante K1 o K2 trasmette la coppia simmetricamente ai due contraalberi. L'albero principale raggruppa la coppia motrice dei due contraalberi e la trasmette al planetario (PL). Il porta-satelliti è collegato con la flangia di uscita che scarica la coppia d'uscita. In presa diretta l'albero d'entrata e l'albero principale vengono accoppiati direttamente fra loro. In questo modo si hanno minime perdite di potenza.

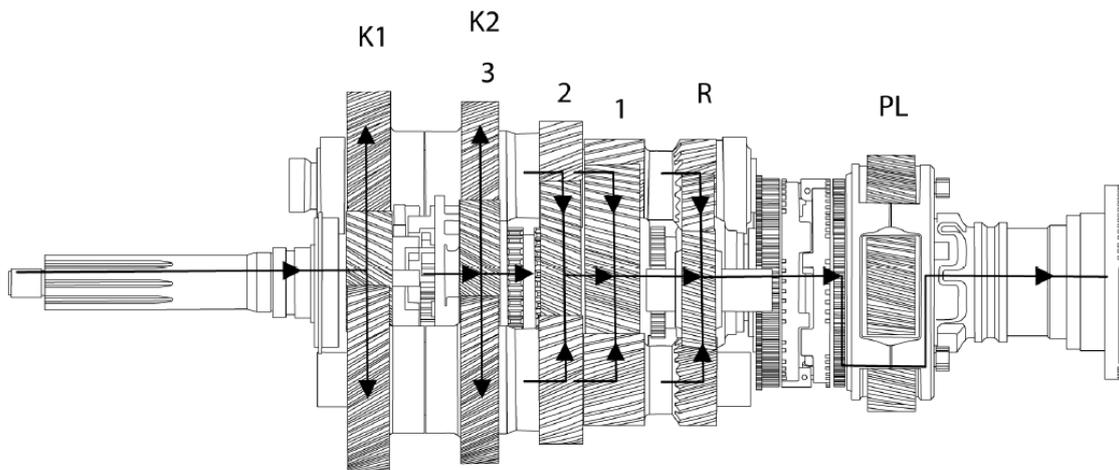


Figura 3.24: Flusso di forze nella trasmissione. [12]

Nella Figura 3.25 è riportata la forcella per il comando delle marce. Mentre il sistema è attuato pneumaticamente, il gate è selezionato elettromagneticamente.

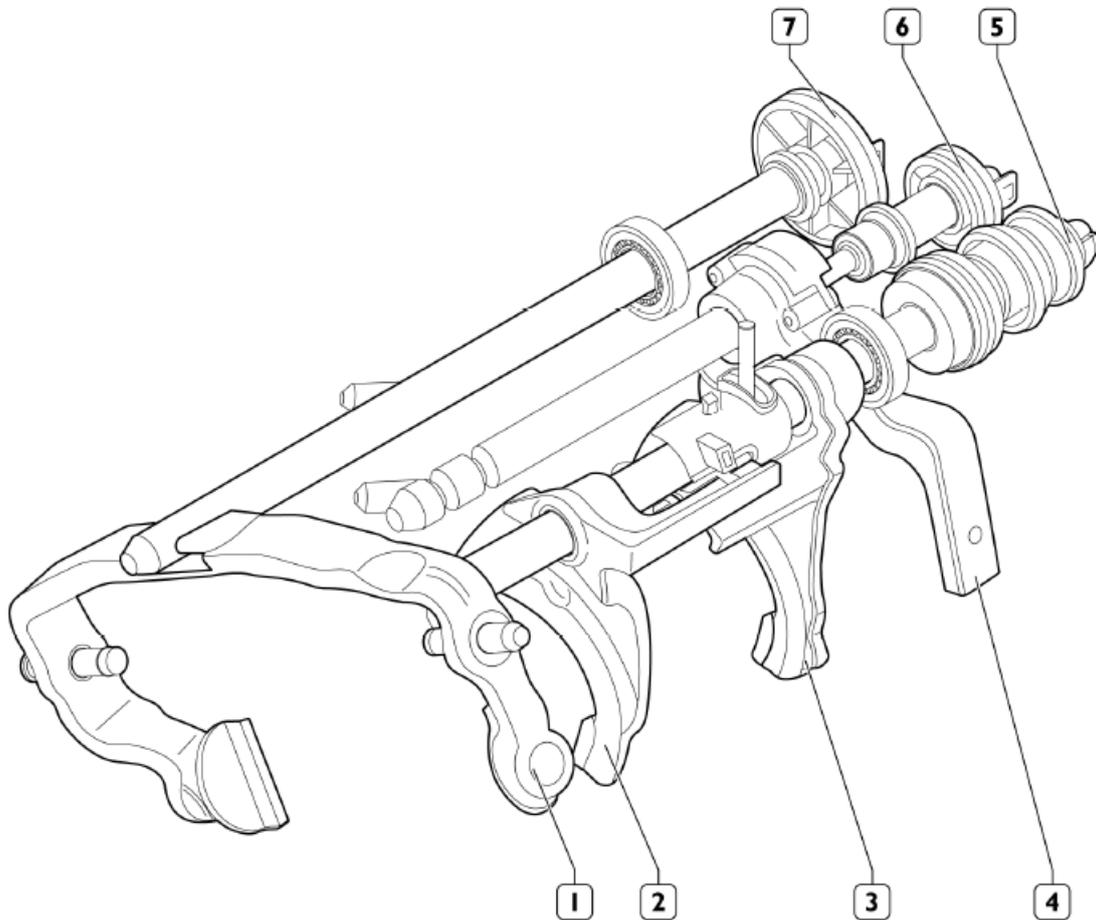


Figura 3.25: Forcella per il comando delle marce: 1. Cilindro di comando per il selettore di gamma; 2. Cilindro di comando per il gruppo splitter; 3. Cilindro di comando per il cambio base; 4. Forcella di comando gruppo Splitter; 5. Forcella di comando 2°/3° marcia; 6. Forcella di comando 1° marcia/retromarcia; 7. Braccio di comando selettore di gamma. [12]

In Figura 3.26 sono visibili gli attuatori del cambio. I cilindri di comando del cambio e la frizione vengono azionati pneumaticamente dal blocco valvole (1) con le sue 14 elettrovalvole singole. Il modulo sensore (5) è costituito da:

- sensori di posizione delle marce senza contatto LVDT (Linear Variable Displacement Transducer);
- sensore di giri di ingresso /senso di rotazione del cambio;
- sensore di temperatura dell'olio del cambio;
- sensore di inclinazione (novità).

Il modulo di selezione (2) sceglie la corsia e abilita in tal modo la forcella di comando. Nel modulo centralina del cambio (4), che costituisce il collegamento elettrico con i singoli attuatori e sensori, è integrata l'elettronica del cambio contenente le funzioni software per il comando e la regolazione del cambio e della frizione. Un connettore a 31 poli (3) rappresenta l'interfaccia elettrica con il veicolo.

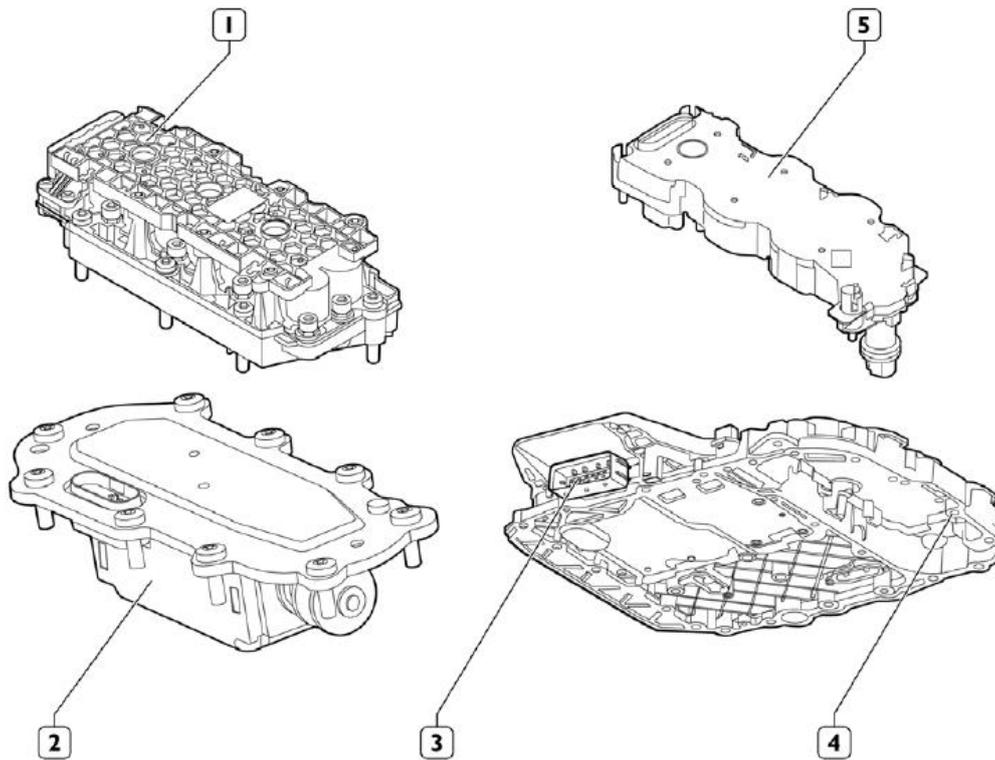


Figura 3.26: Attuatori del cambio. [12]

In Figura 3.27 viene mostrato il ConAct, ovvero l'unità di controllo della frizione. ConAct (Concentric Clutch Actuator) è un'unità di comando della frizione concentrica per frizioni spinte. Un sensore di corsa segnala la posizione effettiva della frizione alla centralina. L'uso di ConAct presuppone anche l'uso di una frizione spinta. Infatti esso è integrato nella campana della frizione del cambio e non è accessibile senza smontare il cambio. L'innesto misurato della frizione permette un'alta precisione nelle fasi di manovra e avviamento del veicolo. Per l'azionamento molto rapido della frizione, variando i tempi di apertura e chiusura della frizione o le frequenze degli impulsi, si possono ottenere velocità di spostamento calibrate alle diverse situazioni.

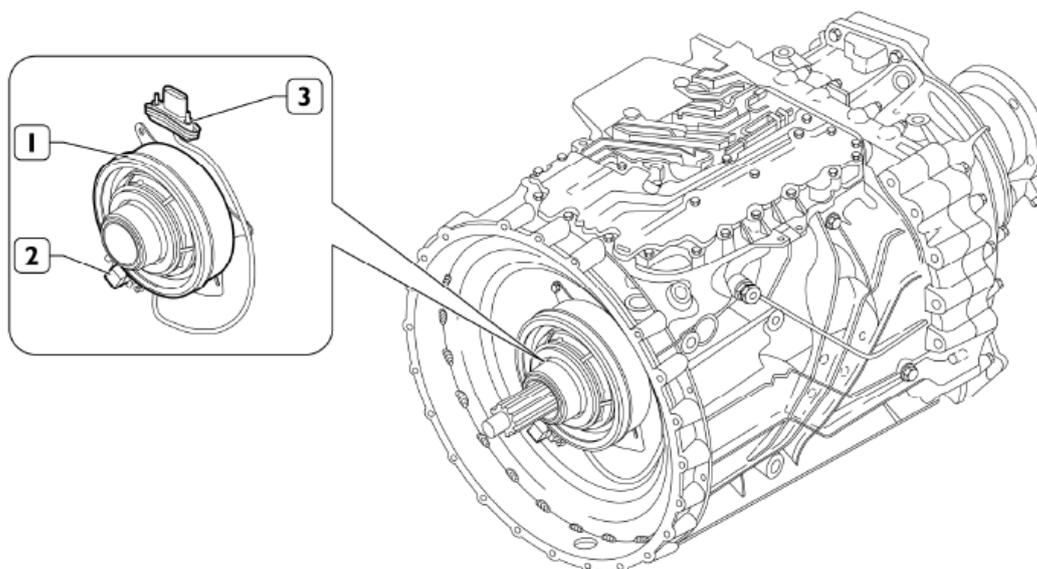


Figura 3.27: 1. ConAct; 2. Sensore di corsa; 3. Connettore sensore di corsa. [12]

L'ubicazione dei componenti del Traxon è presentata in Figura 3.28.

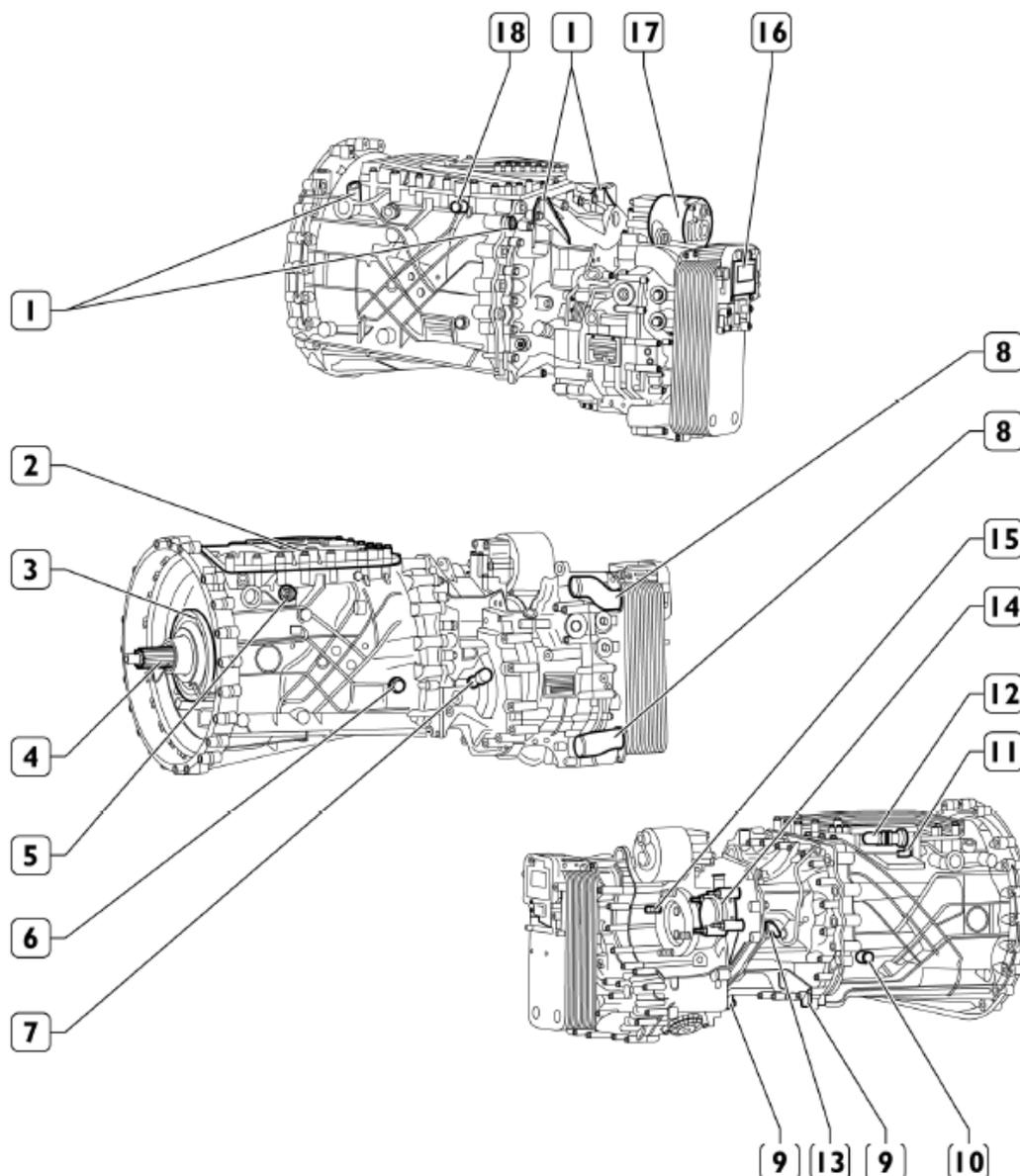


Figura 3.28: ubicazione dei componenti del Traxon: 1. Sospensione cambio; 2. Centralina di comando cambio; 3. Unità di comando della frizione (ConAct); 4. Albero d'entrata; 5. Attacco aria centrale; 6. Tappo riempimento olio; 7. Sensore tachigrafo; 8. Tubazioni liquido refrigerante; 9. Tappo scarico olio; 10. Tappo riempimento olio; 11. Connettore centralina (CAN 2 sensori e attuatori del cambio); 12. Connettore centralina (CAN 1 interfaccia veicolo); 13. Sensore di giri; 14. Attacco presa di forza; 15. Flangia uscita moto; 16. Centralina intarder; 17. Pompa di emergenza; 18. Attacco prova di controllo pressione. [12]

3.3.9 Intarder

Storicamente, uno dei costi di manutenzione più alto nel mondo dei trattori stradali, è stato quello legato all'usura delle parti che costituiscono l'impianto frenante. Per ovviare a questa problematica, nel tempo, si sono adottate diverse soluzioni ingegneristiche. Tra queste è doveroso ricordare il retarder, un rallentatore ausiliario privo di usura in grado di generare una coppia resistente al moto del veicolo durante la fase di frenata.

Un intarder (rallentatore integrato e ritardante), rappresentato in Figura 3.29, è un particolare rallentatore idrodinamico esente da usura sviluppato da ZF per autocarri e autobus, la cui funzione è in gran parte simile a quella di un rallentatore. Una differenza essenziale rispetto al rallentatore, che di solito è flangiato all' esterno della trasmissione e può anche essere posizionato liberamente nella trasmissione (ad esempio davanti al differenziale dell' assale posteriore o nei rimorchi/semirimorchi), è data dal fatto che l'intarder è almeno in parte installato nella trasmissione, con la quale ha un comune bilanciamento dell'olio e con il cui circuito di raffreddamento ad acqua disperde il calore. Attraverso un convertitore di coppia (noto dal cambio automatico) viene pressurizzata una quantità d' olio che dipende dallo stadio di frenatura applicato e viene guidata nello statore dalla forza centrifuga che agisce sul rotore, rallentando di nuovo il flusso dell'olio. Questa forza frenante viene a sua volta trasmessa alla flangia d'uscita del riduttore tramite ingranaggi epicicloidali, riducendo così la velocità dell'albero cardanico. Gli effetti frenanti dell'intarder possono variare a seconda del regime del motore. L'effetto frenante è di solito migliore alle velocità più elevate. Un intarder può anche essere costruito in un design più compatto, poiché richiede ruote turbina più piccole che generano velocità superiori rispetto all' albero cardanico.

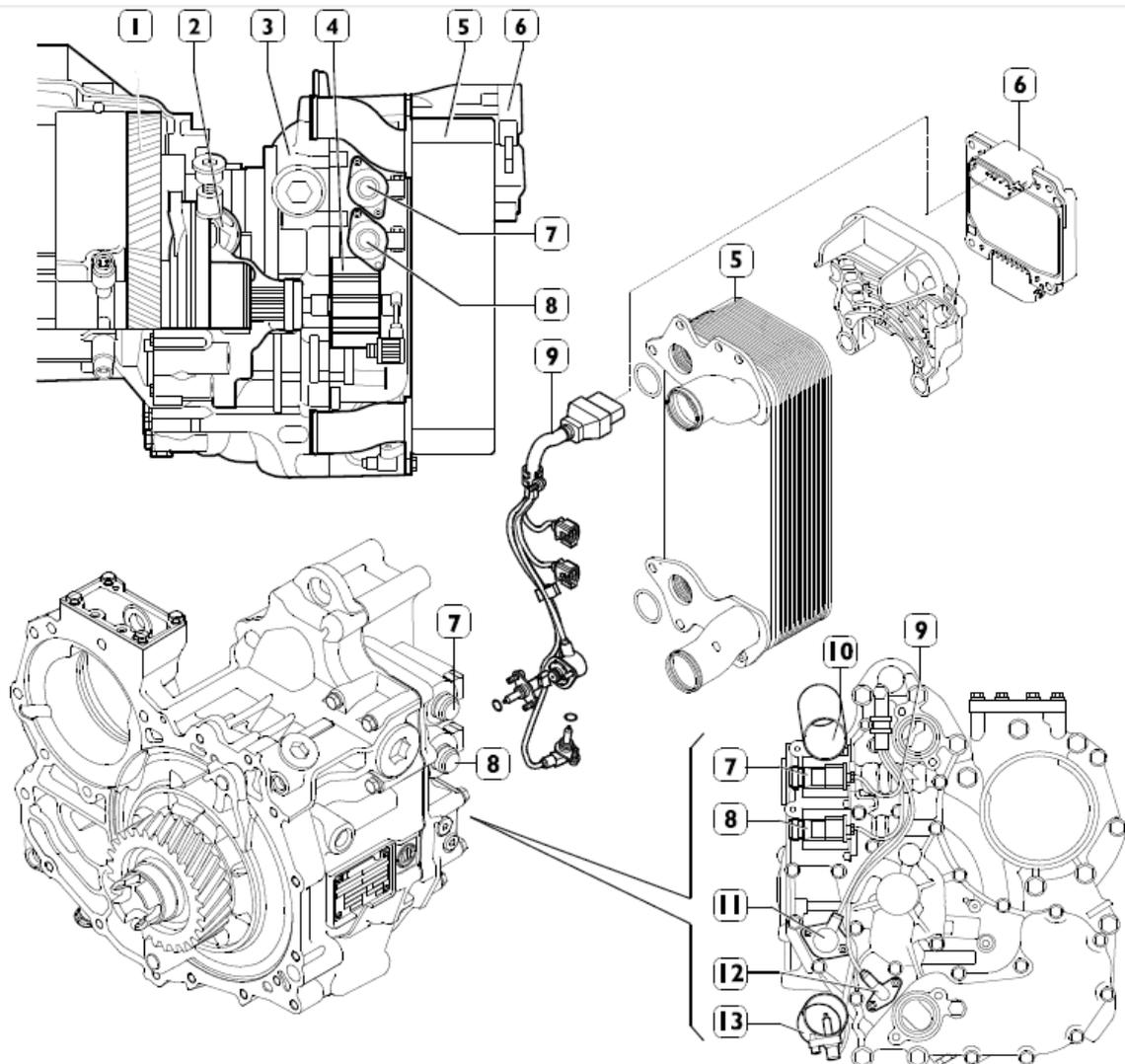


Figura 3.29: Intarder: 1. Ingranaggio d'uscita; 2. Rotore/Statore; 3. Corpo idraulico; 4. Pompa idraulica regolabile; 5. Scambiatore di calore in acciaio; 6. Centralina elettronica EST52; 7. Elettrovalvola proporzionale di comando; 8. Elettrovalvola proporzionale di commutazione; 9. Cablaggio interno; 10. Valvola di commutazione; 11. Sensore pressione olio; 12. Sensore temperatura olio; 13. Sensore temperatura acqua. [12]

3.3.10 Expansion Module PTO (EM)

La centralina EM, collocata nel vano centraline in cabina, gestisce le prese di forza e permette di realizzare anche delle applicazioni complesse come:

- controllo della trasmissione (cambio) da sorgenti esterne (messaggio TCI);
- controllo del motore da sorgenti esterne, come richiesta e limiti del numero giri motore, limite di velocità del veicolo, avviamento e arresto motore;
- logiche di sicurezza per applicazioni raccolta rifiuti;
- ottimizzazione dell'impianto frenante per applicazioni raccolta rifiuti;
- gestione di fari supplementari.

3.3.11 E-Horizon

E-Horizon è l'unità che trasmette su CAN VDB informazioni sulla caratteristica della strada per il tratto stradale fra gli 800 m e i 2 km che precedono il veicolo. Tali messaggi vengono trasmessi secondo il protocollo ADAS e, grazie alle cartografie dedicate, permettono di rilevare le pendenze dei tratti di strada di interesse.

Per filtrare soltanto le informazioni necessarie, il sistema sfrutta il sistema di posizionamento satellitare (GPS). Infatti un'importante applicazione resa possibile da questa centralina, detta Hi-Cruise (GPS-predictive driving), è descritta di seguito:

- conoscendo la posizione GPS attuale, la centralina E-HORIZON invia tramite CAN le informazioni sullo stato della strada (pendenza);
- VCM e Hi-Tronix utilizzano tali dati per implementare le informazioni sulle strategie predittive: Predictive Cruise Control (PECC) e cambio marcia Predictive;
- PECC è gestito da VCM e ha l'obiettivo di risparmiare carburante modificando in maniera intelligente la velocità di Cruise Control;
- Predictive Gear Shifting è gestito dalla centralina Hi-Tronix.

3.3.12 Vehicle Control Module (VCM)

Il VCM, in Figura 3.30, è una delle unità di controllo più importanti all'interno del sistema Multiplex. Questa, oltre ad essere collegata alla VDB, è in comunicazione anche con l'FMB e l'ECB in quanto è chiamata in causa per tutte quelle funzionalità che riguardano la movimentazione complessiva del veicolo: infatti ricevendo segnali di ingresso del conducente, come gli ingressi pedali e la velocità del veicolo, li utilizza per gestire la potenza del sistema, comandare e coordinare la coppia motore, ricaricare la batteria attraverso l'alternatore e gestire il cambio.

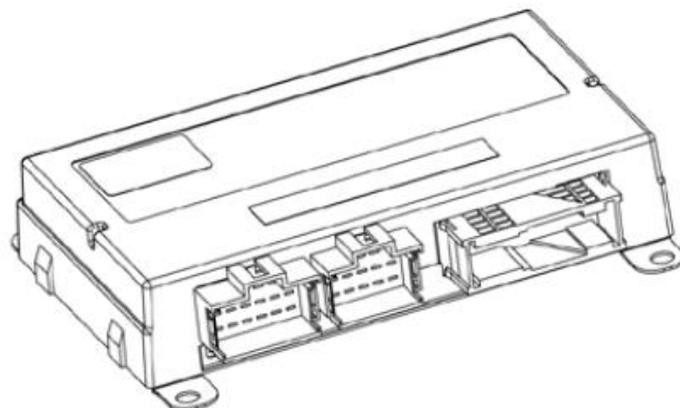


Figura 3.30: Centralina Vehicle Control Module. [12]

Le altre principali funzionalità della VCM sono schematizzate in seguito:

- economy: includono una serie di algoritmi finalizzati alla minimizzazione del consumo del carburante. Questi possono riguardare sia sistemi che interessano direttamente il moto del veicolo (come il PEEC), sia gestione di accessori come il compressore;
- sicurezza e Normativa: attivazione automatica di luci stop ed emergenza, sviluppo e integrazione sistemi AEBS / LDWS;
- qualità: algoritmo di sicurezza e protezione della frizione e dei sincronizzatori per cambi meccanici.

3.4 Centraline collegate tramite la linea CAN FMB

La linea Fleet Management Bus permette la comunicazione tra i vari sistemi elettronici presenti sul veicolo come radio, navigatore e telematica. In Figura 3.31 è rappresentata una E.C.U collegata tramite la FMB.

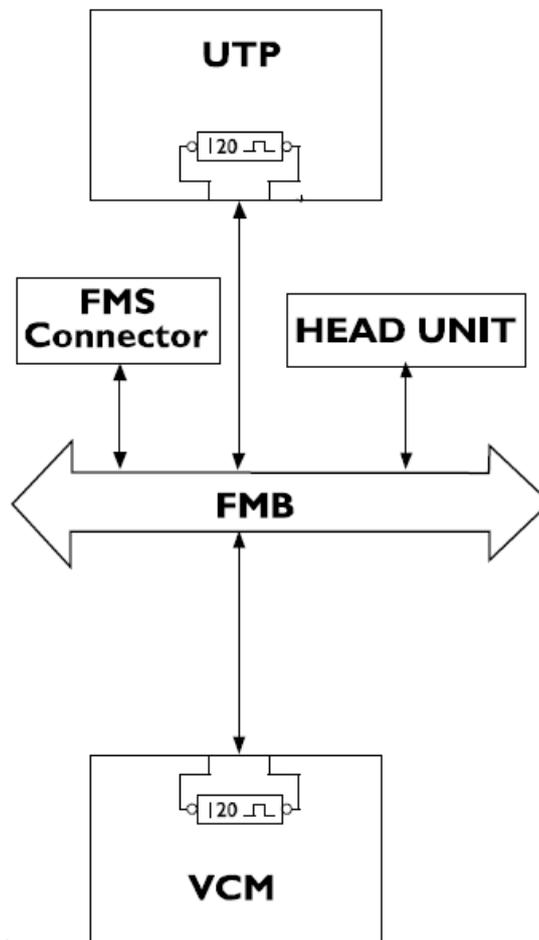


Figura 3.31: E.C.U. collegate tramite la FMB. [12]

Il sistema telematico presente sullo Stralis EVO prende il nome di Iveconnect. Tale sistema, grazie alla sua completa integrazione con i comandi vocali, con i comandi al volante e con le informazioni sul display multifunzionale di bordo, consente al driver, dotato di un cellulare con tecnologia Bluetooth®, di utilizzarlo senza mai spostare le mani dal volante. Per utilizzare i comandi vocali non occorre alcuna fase di apprendimento della voce da parte del sistema di riconoscimento vocale.

I componenti che lo costituiscono sono presenti nella Figura 3.32 e le loro rispettive funzionalità, sono:

1. Modulo principale (Head Unit), dotato di interfacce per memorie SD, USB, mobile phone, Bluetooth® e ingresso audio e video;
2. Convertitore 24/12V;
3. Centralina Telematica UTP Box (Unified Telematic Platform). È la centralina di gestione dei servizi telematici. La UTP è in grado di trasmettere via etere alcuni dei dati di circolazione del veicolo, come ad esempio la posizione geografica, i dati immagazzinati dal tachigrafo e parte dei dati CAN/FMS. Tra le funzionalità si ricordano:
 - Visualizzazione delle informazioni per il sistema di gestione flotte;
 - Funzione di assistenza ANS (Assistance Non Stop);
 - Sistema di supporto alla guida DSE (Driving Style Evaluation);
 - Sistema di supporto all'attenzione alla guida DAS (Driver Attention System).
4. Radionav, Schermo a colori da 7" di tipo touchscreen;
5. Modulo USB/AUX - audio, video

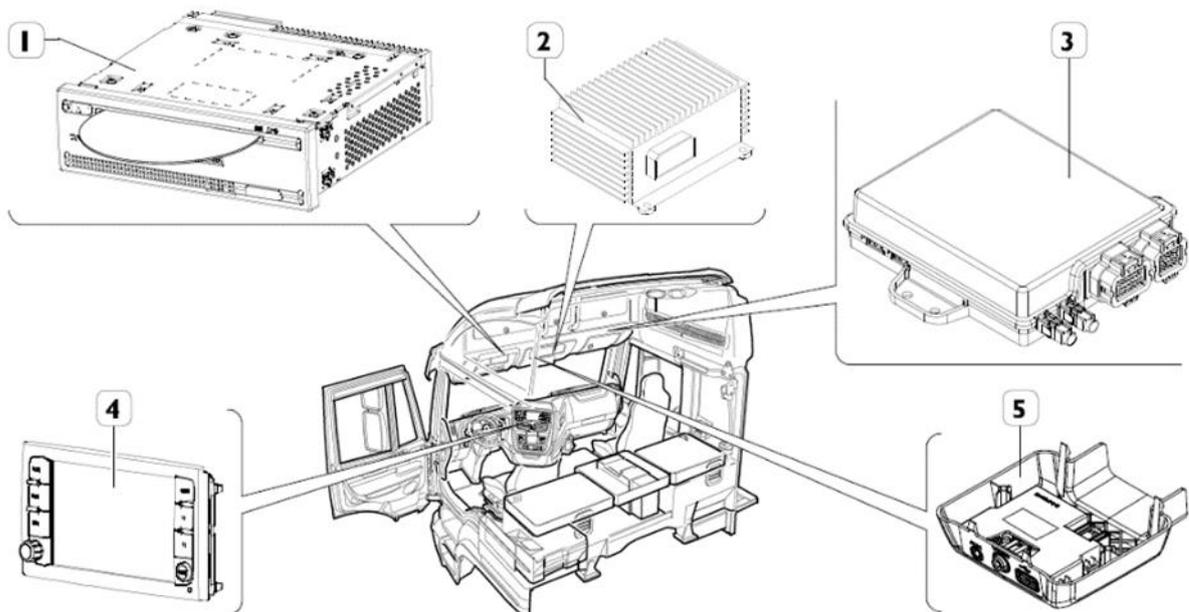


Figura 3.32: Componenti del sistema Iveconnect. [12]

3.5 Centraline e linee CAN adibite alla gestione motore

Le normative antinquinamento sempre più restrittive, la necessità di ottimizzare i consumi e di aumentare i rendimenti dei motori hanno portato tutti i costruttori ad evolvere verso dei sistemi sempre più complessi per il controllo elettronico del processo.

La centralina Motore (EDC), come si può osservare dalla Figura 3.33, ha il duplice compito di interfacciarsi contemporaneamente a due linee CAN:

- Linea Engine Control Bus che permette il dialogo con centralina VCM e connettore OBD;
- Linea Engine Component Control Bus che permette il dialogo con i componenti del sistema sovralimentazione/scarico motore e il sistema SCR.

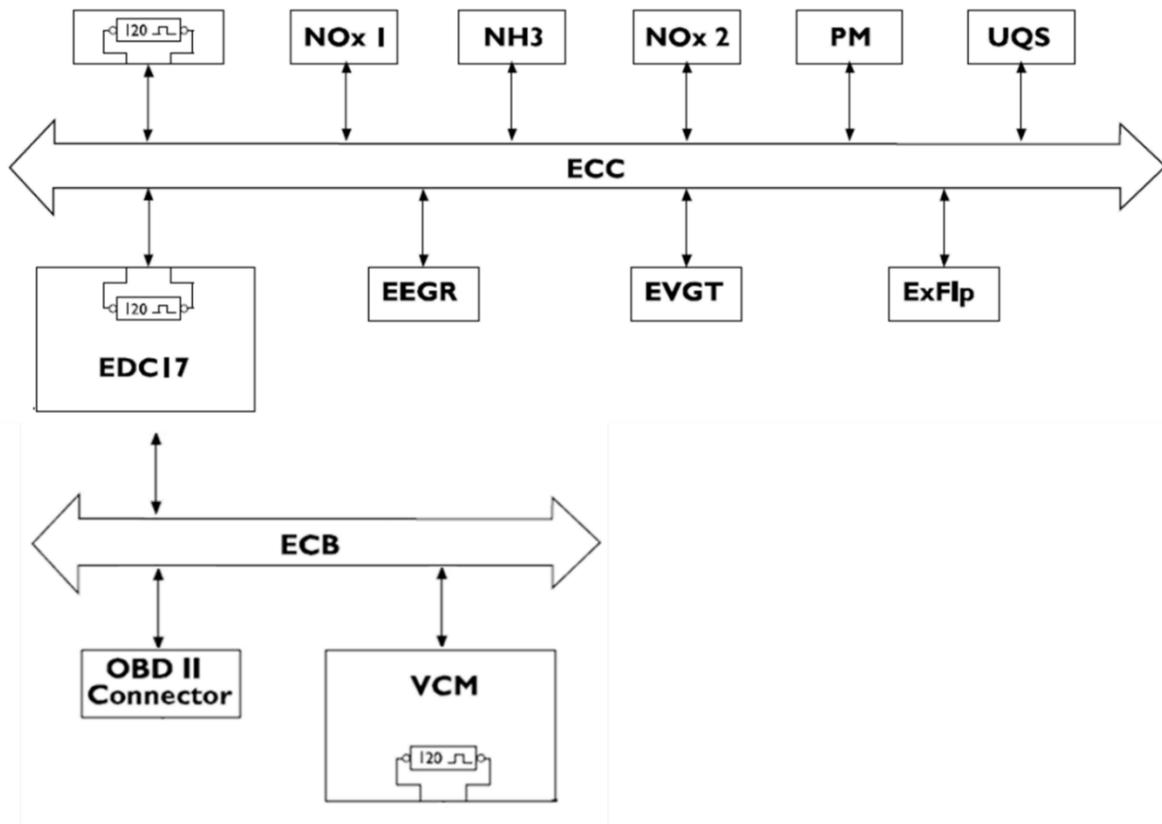


Figura 3.33: E.C.U. e componenti elettronici collegati tramite ECC e ECB. [12]

Le funzioni principali della centralina motore, che verranno approfondite nel capitolo successivo, si ricordano:

- Iniezione del combustibile;
- Variazione geometria turbina;
- Inserimento del freno motore;
- Recovery;
- Autodiagnosi e Interfacciamento con altri sistemi elettronici di bordo su linea CAN EDB (o ECB) SAE J1939;
- Trattamento dei gas di scarico

CAPITOLO 4: LA GESTIONE ELETTRONICA E MECCANICA DEI MOTORI CURSOR EURO VI

Il capitolo precedente si è concluso con un accenno alle principali funzionalità gestite dalla centralina motore. Queste, infatti, sia perché sono le più importanti di tutto il sistema Multiplex e sia perché sono le più articolate, necessitano una trattazione a parte. Inoltre, come vedremo nel capitolo conclusivo, i parametri diagnostici più significativi per lo sviluppo del sistema di monitoraggio telematico risiedono proprio nell'area motore. Per tali ragioni, in questa sezione verrà fornita una guida esaustiva sulla gestione meccatronica dei motori Cursor di nuova generazione ^[11], soffermandosi particolarmente sulle logiche più significative dal punto di vista diagnostico.

4.1 Caratteristiche principali dei Motori Cursor 11 e 13

I motori della serie Cursor 11 e 13 Diesel, montati sugli Stralis EVO, sono conformi agli standard Euro VI Step C e hanno potenze nominali comprese tra 420 e 570 CV. La sovralimentazione è gestita da un turbocompressore a geometria variabile a controllo elettronico (EVGT) mentre il sistema di alimentazione è di tipo Common Rail.

Le principali caratteristiche tecniche dei motori Cursor 11 e Cursor 13 Euro VI Step C sono elencate nella Tabella 4.1:

Tabella 4.1: Caratteristiche principali dei motori Cursor 11 e 13 Euro VI Step C. [11]

Caratteristica	Cursor 11			Cursor 13	
	420 CV	460 CV	480 CV	520 CV	570 CV
Ciclo	Diesel 4 tempi sovralimentato con aftercooler				
Iniezione	Diretta				
Numero cilindri	6 in linea				
Alesaggio [mm]	128			135	
Corsa [mm]	144			150	
Cilindrata totale iV [cm³]	11120			12880	
Rapporto di compressione []	16,5				
Coppia Massima [N·m]	2000	2150	2300	2300	2500
	900-1550 rpm	950-1500 rpm	900-1560 rpm	900-1560 rpm	1000-1600 rpm
Potenza Massima [kW]	309	338	353	375	41
	1900 rpm			1900 rpm	
Regime minimo del motore a vuoto	550 +/- 50 rpm				
Regime massimo del motore a vuoto	2320 +/- 50 rpm				
Ordine di iniezione	1 – 4 – 2 – 6 – 3 – 5				
Pressione variabile di iniezione [bar]	2200				

In Figura 4.1 è riportata la caratteristica meccanica del Cursor 13 570 CV. Dalla curva tratteggiata risulta che il motore può sviluppare una coppia massima di 2500 Nm a 1000 giri/min.

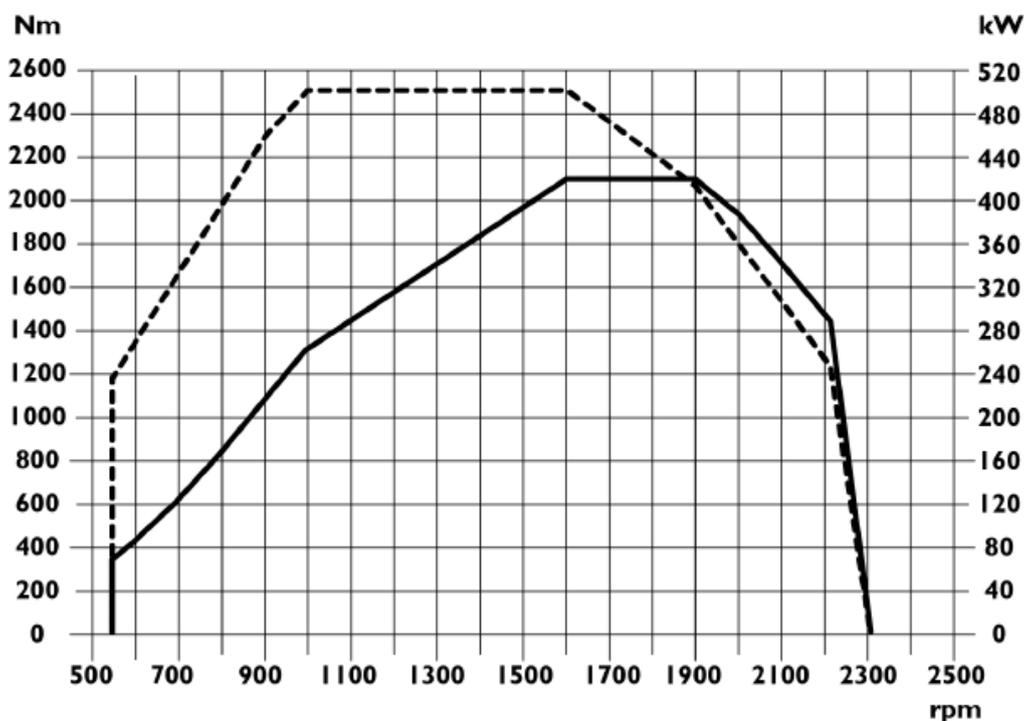


Figura 4.1: Caratteristica meccanica del Cursor 13 570 CV: Coppia (- -) e Potenza (-) in funzione del numero di giri. [11]

4.2 Principali strategie di funzionamento della centralina ECM

4.2.1 Calcolo della portata d'aria in ingresso e dosatura del combustibile

La centralina, dopo aver determinato la massa di aria introdotta, misurandone la pressione e la temperatura, calcola la corrispondente massa di combustibile da iniettare nel cilindro interessato. La corretta dosatura α del combustibile viene calcolata in funzione della posizione pedale acceleratore (segnale proveniente dalla VCM), dei giri motore e della quantità di aria introdotta.

Il risultato ottenuto da questo calcolo può essere ulteriormente corretto in funzione di:

- Temperatura dell'acqua. A freddo, il motore incontra maggiori resistenze nel suo funzionamento: gli attriti meccanici sono elevati, l'olio è ancora molto viscoso, i vari giochi non sono ancora ottimizzati. Inoltre, il combustibile iniettato tende a condensarsi sulle superfici metalliche ancora fredde. A motore freddo la dosatura del combustibile è quindi maggiore che a motore caldo;
- Densità del gasolio, calcolata dalla temperatura del gasolio;
- Inconvenienti come sovraccarichi o surriscaldamenti/de-rating. In caso di surriscaldamento del motore, l'iniezione viene modificata diminuendo la portata in varia misura, proporzionalmente alla temperatura raggiunta dal liquido di raffreddamento. La centralina considera la temperatura dell'olio in caso di avaria del sensore di temperatura acqua;
- Fuori giri della turbina: la velocità della turbina è regolata continuamente ed eventualmente corretta agendo sulla variazione della geometria.

4.2.2 Calcolo portata mandata di gas di scarico

La quantità di gas di scarico nominale mandata dipende dal funzionamento del motore, ma può essere modificata dalla centralina in caso di:

- azionamento freno motore/pedale freno;
- intervento di dispositivi di limitazione (ASR, limitatore di velocità, ecc.);
- intervento dei dispositivi antinquinamento (sensore Δp , sensore NOx, sensore NH₃, ecc);
- inconvenienti gravi che comportino la riduzione di carico o l'arresto del motore.

4.2.3 Controllo a ciclo chiuso della pressione di iniezione e controllo elettronico dell'anticipo della fase di iniezione

Sulla base del carico motore, determinato dall'elaborazione dei segnali provenienti dai vari sensori, la centralina comanda il regolatore di portata per avere sempre la pressione di iniezione ottimale (pressione obiettivo) e controlla il risultato (pressione di iniezione) grazie al sensore sul Common Rail. L'anticipo della fase di iniezione (istante di inizio, espresso in gradi) può essere diverso da un'iniezione a quella successiva, anche in modo differenziato da un cilindro all'altro; l'anticipo della fase di iniezione è calcolato, analogamente alla portata, in funzione del carico del motore ossia della posizione acceleratore, dei giri motore e dell'aria introdotta. L'anticipo viene opportunamente corretto nelle fasi di accelerazione e in base alla temperatura dell'acqua. Lo scopo di tale controllo è quello di ottenere migliori accelerazioni del veicolo e riduzioni delle emissioni, della rumorosità e dei sovraccarichi.

All'avviamento viene impostato un anticipo elevato, in funzione della temperatura dell'acqua. Il feedback dell'istante di inizio mandata, viene fornito dalla variazione di impedenza dell'elettrovalvola dell'iniettore.

4.2.4 Regolatore di velocità e avviamento motore

La centralina controlla la velocità del motore in tutti i regimi (con particolare attenzione in regime di minimo e di massimo) e gestisce la fase di avviamento. Nei primi giri di trascinamento del motore, avviene la sincronizzazione dei segnali di fase e di riconoscimento del cilindro N°1 (sensore volano e sensore albero di distribuzione). All'avviamento viene ignorato il segnale del pedale acceleratore che arriva via CAN. La mandata di gasolio all'avviamento viene impostata esclusivamente in base alla temperatura dell'acqua tramite un'apposita mappa. Quando la centralina rileva un numero di giri ed un'accelerazione del volano tali da poter considerare il motore ormai avviato e non più trascinato dal motorino di avviamento, riabilita il segnale del pedale acceleratore.

- Avviamento a freddo
Qualora anche uno solo dei tre sensori di temperatura (acqua, aria combustibile) registri una temperatura inferiore a 10 °C, viene attivato il pre-post riscaldamento. All'inserimento del contatto a chiave, si accende la spia del preriscaldamento sul cruscotto elettronico (display del Cluster) e rimane accesa per un periodo variabile in funzione della temperatura (mentre la resistenza all'ingresso del collettore di aspirazione riscalda l'aria), poi lampeggia. A questo punto si può avviare il motore. A motore in moto la spia si spegne, mentre la resistenza continua ad essere alimentata per un certo tempo (variabile), effettuando il post riscaldamento. Se con spia lampeggiante il motore non viene avviato entro 20 - 25 s (tempo di disattenzione) l'operazione viene annullata per non scaricare inutilmente le batterie. La curva di preriscaldamento è variabile anche in funzione del voltaggio batteria.
- Avviamento a caldo
Se le temperature di riferimento superano tutte i 10 °C all'inserimento del contatto a chiave la spia si accende per circa 2 s per un breve test e poi si spegne. A questo punto si può avviare il motore.

4.2.5 After run e Run up

Ad ogni spegnimento del motore tramite chiave, la centralina rimane ancora alimentata per alcuni secondi grazie al main relè interno. Ciò consente al microprocessore di trasferire alcuni dati dalla memoria principale (di tipo volatile) ad una memoria non volatile, cancellabile e riscrivibile (EEPROM), in modo da renderli disponibili per il successivo avviamento. Tale processo prende il nome di After Run. I dati consistono essenzialmente in:

- impostazioni varie (minimo motore, ecc.);
- tarature di alcuni componenti;
- memoria guasti.

Il procedimento dura alcuni secondi, tipicamente da 40 - 120 s e la durata dipende dalla quantità di dati da salvare; dopodiché l'E.C.U. disattiva l'alimentazione principale.

All'inserimento del contatto a chiave, la centralina provvede a trasferire nella memoria principale le informazioni memorizzate all'atto del precedente arresto del motore ed effettua una diagnosi del sistema (Run up). È molto importante che questa procedura non venga interrotta, ad esempio spegnendo il motore dallo staccabatterie, oppure scollegando lo staccabatterie prima che siano passati almeno tre minuti dallo spegnimento del motore. Se questo succede, la funzionalità del sistema rimane assicurata fino al quinto spegnimento incorretto (anche non consecutivo) e successivamente viene memorizzato un errore nella memoria guasti. Al prossimo avviamento il motore funziona con prestazioni degradate mentre la spia EDC rimane accesa. Ripetute interruzioni della procedura, infatti, potrebbero condurre al danneggiamento della centralina.

4.3 De-rating del motore

Con il termine de-rating si indica la modalità di funzionamento di un dispositivo al di sotto della sua capacità massima nominale al fine di prolungarne la durata. Nel caso di un motore, tale comportamento, si traduce in una riduzione di coppia. Solitamente la modalità di funzionamento è rappresentata da grafici in cui in ordinata si trova la percentuale di coppia ammissibile rispetto alla coppia erogabile e in ascissa il valore della grandezza di riferimento; quest'ultima identifica una soglia minima di inizio de-rating ed un limite superiore oltre il quale la coppia non può più decrescere.

I principali fattori che determinano il de-rating motore sono:

- **Protezione surriscaldamento - temperatura liquido di raffreddamento**

Il software della centralina EDC implementa due valori di temperatura come soglie: il valore di temperatura inferiore (106 °C) rileva il punto di partenza del de-rating mentre il valore di temperatura superiore (112 °C) definisce il punto di de-rating inferiore. Tra le due soglie l'andamento è lineare. Mediante la linea CAN arriva un avviso di pre-allarme alla temperatura di 103 °C e di allarme alla temperatura di 106 °C. In Figura 4.2 è illustrata la curva De-rating nel caso di temperatura liquido di raffreddamento.

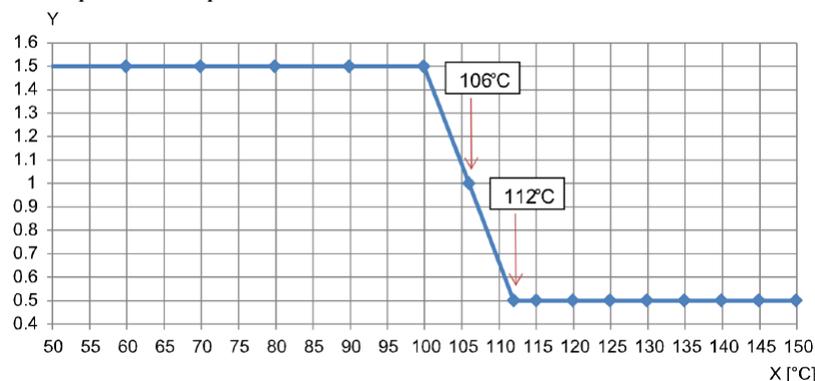


Figura 4.2: Curva De-rating- temperatura liquido di raffreddamento. [11]

- **Protezione surriscaldamento - temperatura boost**

Analogamente a prima si impostano delle soglie di temperatura inferiore (88 °C) e superiore (120 °C). Ciò è evidenziato in Figura 4.3 riportando, appunto, l'andamento della curva De-rating nel caso di temperatura boost.

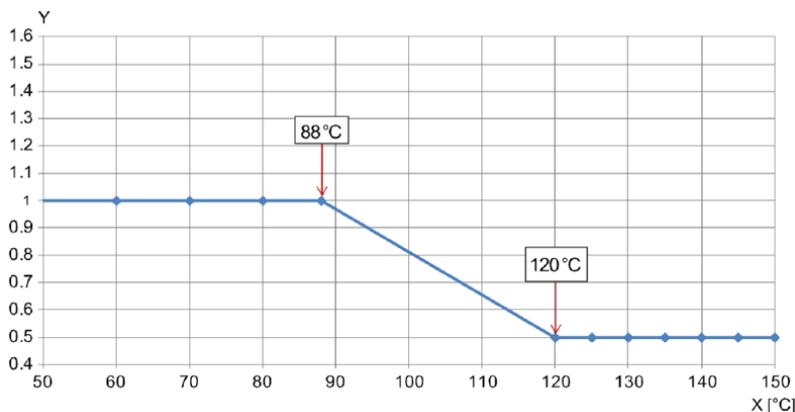


Figura 4.3: Curva De-rating- temperatura boost. [11]

- **Protezione surriscaldamento - temperatura combustibile**

Esistono anche delle strategie a seconda della temperatura del carburante. In funzione di una mappa presente nel software, che si basa sulla velocità del motore e sulla temperatura del carburante, l'introduzione del carburante stesso è limitato ad un valore massimo; l'obiettivo è proteggere la pompa del carburante dalle alte temperature.

- **Protezione surriscaldamento - temperatura olio**

In questo caso le soglie di temperatura inferiore (88 °C) e superiore (120 °C) sono rispettivamente 125° e 130°, come si evince dalla Figura 4.4.

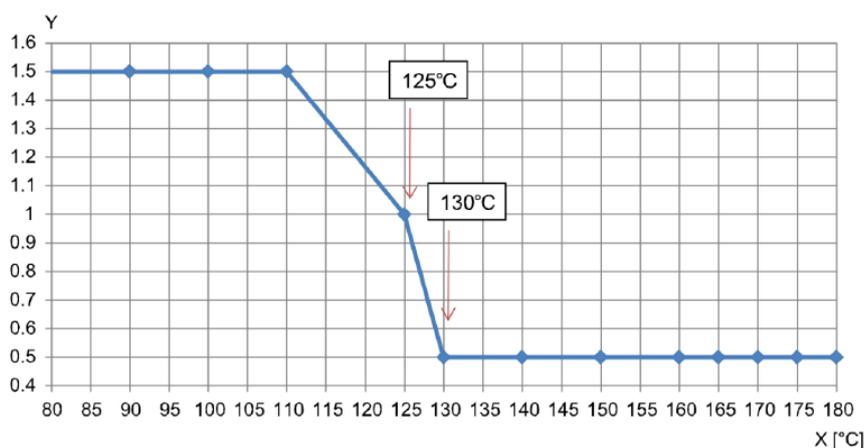


Figura 4.4: Curva De-rating- temperatura olio. [11]

- **Protezione surriscaldamento - catalizzatore DOC**

I catalizzatori mostrano una degradazione di efficienza quando sono esposti a temperature troppo elevate; quindi una protezione termica è necessaria per avere una buona efficienza. Inoltre, a temperature elevate, il Platino rilasciato dal substrato del catalizzatore provoca l'inquinamento e il degrado del catalizzatore SCR. La temperatura di soglia è di 540 °C.

- **Protezione surriscaldamento - catalizzatore SCR**
I catalizzatori mostrano una degradazione di efficienza quando sono esposti a temperature troppo elevate, quindi una protezione termica è necessaria per avere una buona efficienza. La temperatura di soglia è di 625 °C.
- **Protezione turbocompressore**
Una strategia di de-rating è stata implementata al fine di proteggere il turbocompressore dall'eccesso di velocità. La quantità di carburante ammissibile massima deve essere ridotta quando la pressione ambiente diminuisce.

4.4 Emissioni inquinanti nei motori Diesel

Il combustibile tradizionale del motore diesel è il gasolio. Il gasolio è una miscela di idrocarburi che, sotto il punto di vista teorico, dovrebbero produrre durante la combustione solo anidride carbonica (CO₂) e vapore d'acqua (H₂O). Le concentrazioni di CO₂ e H₂O dipendono dalla tipologia del motore, dal rapporto aria-combustibile e variano nei seguenti range:

- CO₂: tra 2% – 12%;
- H₂O: tra 2% – 12%;
- O₂: tra 3% – 17%;
- N₂: valori di equilibrio.

Tuttavia, in un processo di combustione reale, il motore produce anche sostanze che possono essere tossiche per gli esseri umani e avere un effetto negativo sull'ambiente; questi processi includono combustione non completa del combustibile, reazioni tra diversi componenti sotto condizioni di temperatura e pressioni elevate, combustione di olio lubrificante, combustione di additivi dell'olio e del lubrificante e combustione dello zolfo contenuto nel gasolio.

Gli inquinanti regolamentati allo scarico dei motori diesel in Europa, in America e in altri paesi sono:

- Monossido di carbonio (CO);
- Ossidi di azoto (NO_x);
- Idrocarburi totali (THC);
- Particolato (PM).

Anche se le quantità dipendono dal tipo di motore e dalle condizioni di funzionamento, gli ordini di grandezza di queste sostanze inquinanti per i motori ad accensione comandata e per quelli ad accensione per compressione sono i seguenti:

- CO: variazione tra 1% e 2% o 200 g/kg di combustibile;
- NO_x: variazione tra 500 ppm e 1000 ppm o 20 g/kg di combustibile;
- HC: oscillazione intorno ai 3000 ppm o 25 g/kg di combustibile;
- PM: variazione tra 0,2% e 0,5% per massa di gasolio consumato.

Di seguito viene riportata una descrizione degli inquinanti regolamentati e non emessi dal motore diesel:

- **Ossido di azoto NO_x**

Gli ossidi di azoto che fanno parte degli inquinanti gassosi regolamentati, includono gli NO e gli NO₂. Si formano in camera di combustione, nel fronte di fiamma e nei gas bruciati ad alta temperatura grazie alla reazione di azoto e ossigeno, come riportata nell'equazione chimica 4.1:



Quando durante la fase di espansione i gas di scarico si raffreddano, la concentrazione di ossido di azoto non cambia e resta in eccesso rispetto alla condizione di equilibrio. Nei motori aspirati il 95% degli ossidi di azoto sono composti da NO e solo il 5% di NO₂, invece, nei motori sovralimentati, gli NO₂ crescono intorno al 15%. L'NO a sua volta può essere facilmente ossidato dall'ossigeno e diventare NO₂ in condizioni ambientali, come si osserva dall'equazione chimica 4.2:



La reazione, spontanea ma non immediata, avviene attraverso la diluizione dei gas di scarico in atmosfera. Il diossido di azoto è un gas tossico di colore rosso/grigio e ha un odore irritante, è molto reattivo e ha forti proprietà ossidative.

Insieme al particolato, gli NO_x sono gli inquinanti critici dei motori diesel.

- **Idrocarburi HC**

Altro inquinante gassoso del motore diesel sono gli idrocarburi, composti da n atomi di carbonio e m atomi di idrogeno (C_nH_m). Questi ultimi sono un miscuglio di idrocarburi che derivano dal combustibile e dall'olio lubrificante. Gli idrocarburi del combustibile però sono caratterizzati da una catena di carbonio più breve rispetto alla catena di carbonio dell'olio lubrificante che è più pesante. Si originano in camera di combustione quando la fiamma congela sulle pareti (fenomeno del quenching), quando la fiamma incontra zone in cui c'è un eccesso d'aria tale da non far iniziare la combustione o la fa iniziare ma non la fa completare.

Le normative fissano limiti agli idrocarburi totali nei gas (THC) o agli idrocarburi non metanici (NMHC). Nella categoria degli inquinanti non metanici si esclude la presenza del metano CH₄, vista la scarsa reattività chimica di tale sostanza rispetto agli idrocarburi a catena più lunga. Poiché alcuni standard di emissione considerano i NMHC come inquinante regolamentato, l'EPA (Environmental Protection Agency) ha introdotto un metodo analitico per ottenerli: infatti raccomanda di eliminare il 2% dal valore misurato di THC per ottenere i NMHC. Questa metodologia risulta essere non valida per i motori alimentati a gas naturale. Quanto detto è riportata nell'equazione 4.3:

$$NMHC = THC - 2\%THC \quad (4.3)$$

Gli idrocarburi, specie quelli a catena lunga, possono essere irritanti; alcuni di loro come il benzene, sono tossici e cancerogeni. Gli idrocarburi emessi da un motore diesel si dividono in fase gassosa e in fase liquida o assorbita (particolato), però non c'è una chiara distinzione tra le due fasi. Come linea guida, vengono considerati volatili i componenti con una tensione di vapore di 0,1mmHg in condizioni standard (20°C, 760mmHg). La parte volatile degli idrocarburi, che contengono specie aromatiche e alifatiche con un valore approssimato di 24 atomi di carbonio nelle loro molecole, sono gli inquinanti gassosi regolamentati e la loro concentrazione nei gas di scarico dei motori diesel varia tra 20ppm e 300ppm. La parte non volatile degli idrocarburi fa riferimento alla SOF (frazione solubile organica), descritta nell'argomento del particolato. Gli idrocarburi possono essere ossidati dall'ossigeno e produrre CO₂ e acqua. Questa è una reazione sfruttata nei sistemi di abbattimento delle emissioni ed è presente nell'equazione chimica 4.4:



In atmosfera, gli idrocarburi subiscono reazioni fotochimiche con gli NO_x dando luogo a smog e aumento del livello di ozono.

- **Monossido di carbonio CO**

Il monossido di carbonio è un gas tossico inodore e incolore, la cui densità è circa quella dell'aria. Ad alta concentrazione è infiammabile e bruciando produce una fiamma blu luminosa. Abitualmente l'emissione dai motori diesel è molto bassa e ad elevata temperatura o su un catalizzatore ossidante: il CO può essere ossidato dall'O₂ per formare la CO₂, secondo l'equazione chimica 4.5:



La reazione produce calore e nel caso in cui i gas di scarico siano ricchi di CO, questi possono far produrre al catalizzatore ossidante un notevole aumento di temperatura. Un'ossidazione adiabatica dell'1% di CO nel flusso dei gas di scarico fa aumentare la temperatura di circa 100°C. È prodotto in camera di combustione e il processo di ossidazione continua fino a che durante la fase di espansione, la temperatura dei gas di scarico scende sotto un certo valore.

- **Diossido di zolfo SO₂**

Il diossido di zolfo è un gas originato dallo zolfo contenuto nel combustibile e nell'olio lubrificante. Questo gas incolore con caratteristiche irritanti, può essere ossidato a SO₃ che è il precursore dell'acido solforico responsabile del solfato nel particolato. La maggioranza dello zolfo nei gas di scarico esiste come SO₂, solo il 2%-4% di zolfo nel combustibile viene emesso come SO₃ dal motore. Lo zolfo nel combustibile è anche responsabile del particolato dovuto ai solfati. Infatti con un alto valore di zolfo 0,25% di S nel combustibile, si genera un 0,067 g/kWh di particolato da solfati. Dispositivi catalitici, catalizzatori ossidanti o filtri per particolato catalizzati possono convertire SO₂ in SO₃ e successivamente incrementare il particolato.

- **Ossido Nitroso N₂O**

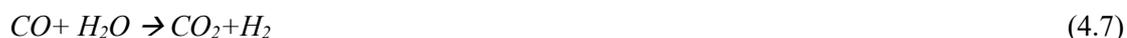
L'ossido nitroso è anche conosciuto come il gas esilarante; ha un odore dolce con caratteristiche narcotiche per l'uomo. Ha un notevole impatto ambientale per le conseguenze sull'effetto serra, così come l'attacco allo strato di ozono. Anche se chimicamente è un ossido di azoto, l'ossido nitroso è stato escluso dagli ossidi di azoto regolamentati NO_x. Alcuni sistemi di controllo dei gas di scarico possono far incrementare i valori di N₂O, però c'è una notevole attenzione da parte dei produttori di tali dispositivi a mantenere basso i valori di questo gas.

- **Idrogeno H₂**

L'idrogeno è un gas incolore, non ha un diretto impatto ambientale o effetti sulla salute degli uomini, ma ha un ruolo nelle reazioni nei sistemi di controllo dei catalizzatori. La reattività chimica dell'idrogeno cresce al crescere della temperatura: infatti, se questa reazione è estremamente lenta a temperatura ambiente, cresce notevolmente quando il gas viene riscaldato a 180°C fino a diventare esplosivo con un ulteriore riscaldamento a 450°C. Segue l'equazione chimica 4.6:



L'idrogeno può essere generato nei catalizzatori come reazione del vapore d'acqua e del monossido di carbonio, come riportato nell'equazione chimica 4.7:



e dalla reazione del vapore d'acqua con gli idrocarburi, come evidenziato dall'equazione chimica 4.8:



- **Particolato PM**

Il particolato (PM o DPM) è responsabile del fumo nero che tradizionalmente viene associato ai veicoli alimentati a gasolio. Nonostante le ricerche continue, ancora oggi, né la formazione di PM nel cilindro motore, né le sue proprietà chimico fisiche o gli effetti sulla salute umana sono completamente conosciuti. Tuttavia, sulla base di quello che già si conosce, il PM è percepito come il più dannoso prodotto dei motori diesel ed è regolamentato in tutto il mondo; il PM insieme agli NOx è oggetto di attenzione dei produttori di tecnologie per il controllo delle emissioni. La composizione del Particolato carbonioso è influenzata da come esso viene campionato. Le condizioni fisiche sotto cui la misura del particolato è fatto sono critiche perché le specie emesse sono instabili e possono alterarsi; le distribuzioni di misure delle particelle cambiano (attraverso delle collisioni) ed esse subiscono delle interazioni chimiche con altre specie chimiche presenti nel gas di scarico e alcune volte durante lo stesso processo di misura. Il Particolato ha una distribuzione di misura bimodale: è un mix di particelle emesse nella modalità di nucleazione e di accumulazione. Le particelle “nuclei” sono molto piccole, il loro diametro va tra 0,007 a 0,04 micrometri. La forma delle particelle non è generalmente sferica ma è irregolare e la classificazione granulometrica del Particolato richiede che sia definita una grandezza geometrica, caratteristica che rappresenti la dimensione media di ogni singola particella. Questa grandezza geometrica prende il nome di diametro equivalente, ossia il diametro di una particella sferica che esibisce un comportamento dinamico (velocità, traiettoria) simile sotto l'azione di una forza elettrostatica, centrifuga e gravitazionale. In base all'apparecchiatura utilizzata per misurare la granulometria, una particella non sferica può essere caratterizzata con diametri equivalenti: diametro geometrico, diametro aerodinamico, diametro di mobilità elettrica.

La natura delle particelle “nuclei” è ancora oggetto di studio in laboratorio. È risaputo che le particelle nucleo sono particelle volatili formate da idrocarburi e acido solforico condensato che si sono formati dai precursori gassosi quando la temperatura decresce nel condotto di scarico e dopo il mescolamento con l'aria fredda che si ha in laboratorio o con l'aria ambiente. Queste particelle volatili sono molto instabili; la loro concentrazione dipende fortemente dalle condizioni di diluizione, dalla quantità di diluizione e dal tempo di residenza nel condotto. Una piccola quantità di tali particelle possono essere formate da particelle solide, di carbone, o cenere metallica dagli additivi degli oli lubrificanti. Le particelle in modo nucleo che sono la maggioranza, circa il 90%, sono una piccola parte della massa di PM. Le particelle accumulate sono formate da agglomerati di particelle di carbone e altro materiale solido, accompagnato da gas assorbiti e vapori condensati. Esse sono composte principalmente da carbone solido e da idrocarburi condensati pesanti, ma possono anche includere composti di zolfo, ceneri metalliche, metalli dovuti all'usura, etc. Il diametro delle particelle in modo accumulazione è compreso tra 0,04 e 1 micrometro con una massima concentrazione tra 0,1 e 0,2 micrometri. La maggiore massa di particolato emesso è composta da particelle agglomerate, ma sono solo una piccola quantità del totale delle particelle intese come numero. In Figura 4.5 è presente la composizione del Particolato.

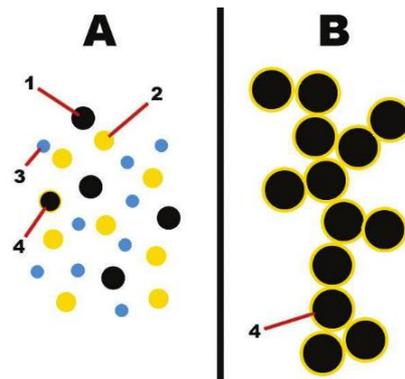


Figura 4.5: Composizione del Particolato: A. Particelle del nucleo; B. Particelle di accumulazione; 1. Residui carboniosi semplici (carbonio, ceneri, polveri); 2. Idrocarburi; 3. Solfati; 4. Residui carboniosi complessi (carbonio e ceneri agglomerati). [6]

4.5 Inducement

La Comunità Europea, con lo scopo di ridurre i gas inquinanti emessi dalle autovetture con motori a combustione interna, ha emesso la direttiva 98/69 CE obbligando tutti i costruttori d'automobili all'inserimento, nel quadro di bordo, di una spia (MIL) che indichi il malfunzionamento dei sistemi antinquinamento utilizzati sulle stesse. Per le vetture diesel, l'entrata in vigore di tale normativa ha avuto inizio dal 2003. Il sistema, quindi, di cui sono dotate le vetture per rispettare questa normativa, prende il nome di EOBD, acronimo di European On Board Diagnostic (per distinguerlo dal protocollo OBD II Americano). Tale sigla sta ad indicare un sistema diagnostico di bordo per il controllo delle emissioni con la possibilità, secondo quanto richiesto dalla direttiva europea, di identificare, per mezzo di codici d'errore, DTC, scritti nella memoria non volatile della centralina gestione motore, la zona in cui si è probabilmente verificato un guasto. Il sistema EOBD si affianca alle abituali strategie di diagnosi che continuano ad essere presenti. Qualsiasi circuito asportabile di memoria di taratura deve essere rivestito di resina, rinchiuso in un contenitore sigillato o protetto da un algoritmo elettronico e deve poter essere sostituito soltanto per mezzo di procedure o attrezzi appositi.

Le norme, inoltre, definiscono la modalità con cui debba essere avvisato l'autista, i dati ed i tipi d'informazioni che debbano essere memorizzati in centralina e le limitazioni dell'erogazione della coppia (inducement), nel caso siano superati i limiti di emissione definiti in sede di omologazione. La spia MIL deve accendersi sia per ogni guasto rilevato dal sistema di emissione che per indicare il basso livello del serbatoio del reagente. In generale, si possono verificare due livelli di anomalia che fanno accendere la spia di funzionamento MIL:

- **Anomalia livello 1 (gravità media)**

Si verifica quando allo scarico si emette un livello di NO_x superiore di 1,5 g/kWh di quello di omologazione. Non si ha nessuna riduzione della coppia erogata e una volta riparato il difetto, si spegnerà senza la necessità di nessuna procedura particolare.

Lo schema di rilevamento dell'anomalia da parte della centralina è il seguente:

1. si verifica un guasto che comporta il superamento del valore limite;
2. si attiva l'anomalia (il sistema può lampeggiare fino a 10 cicli di esecuzione per attivare l'anomalia);
3. la spia inizia a lampeggiare;
4. viene attivato un DTC;
5. si esegue la riparazione in officina
6. il codice guasto passa allo stato memorizzato (ma non cancellabile);
7. a seconda del guasto che si è verificato, la spia si spegne immediatamente o diviene a luce fissa ed impiega fino a 3 cicli di funzionamento/24 ore per spegnersi definitivamente.

- **Anomalia livello 2 (livello grave)**

Si verifica quando allo scarico si emette un livello di NO_x superiore di 7 g/kWh di quello di omologazione.

In questo caso, la spia si accende in modalità lampeggiante e/o con un simbolo sul display.

Contemporaneamente si ha una riduzione della coppia erogata del 25% per veicoli con una massa inferiore alle 16 t, del 40% se superiore alle 16 t.

Lo schema di rilevamento dell'anomalia da parte della centralina è il seguente:

1. Si verifica un guasto che comporta il superamento del valore limite;
2. Si attiva l'anomalia (il sistema può lampeggiare fino a 10 cicli di esecuzione per attivare l'anomalia);
3. La spia inizia a lampeggiare;
4. Viene attivato un DTC;
5. Viene attivata la limitazione di coppia;
6. Si esegue la riparazione in officina;
7. Il codice guasto passa allo stato memorizzato (ma non cancellabile);
8. La limitazione di coppia viene disattivata;
9. A seconda del guasto che si è verificato, la spia si spegne immediatamente o diviene a luce fissa ed impiega fino a 3 cicli di funzionamento/24 ore per spegnersi definitivamente.

4.6 Strategie di abbattimento emissione inquinanti

Come si è già accennato, alla fine degli anni '80 del secolo scorso, si è iniziato a prendere coscienza del problema dell'emissione delle sostanze inquinanti nell'atmosfera da parte dei motori a combustione interna. Nasce così in Europa la direttiva 70/156/EEC che, negli anni, è stata integrata da numerose altre normative, stabilendone i limiti di emissione di inquinanti che devono essere rispettati dai veicoli. In particolare dall'ultima normativa entrata in vigore, l'Euro VI, mira a ridurre fortemente gli Ossidi di Azoto NO_x, gli Idrocarburi incombusti THC e le polveri sottili PM, come è evidenziato dalla Figura 4.6.

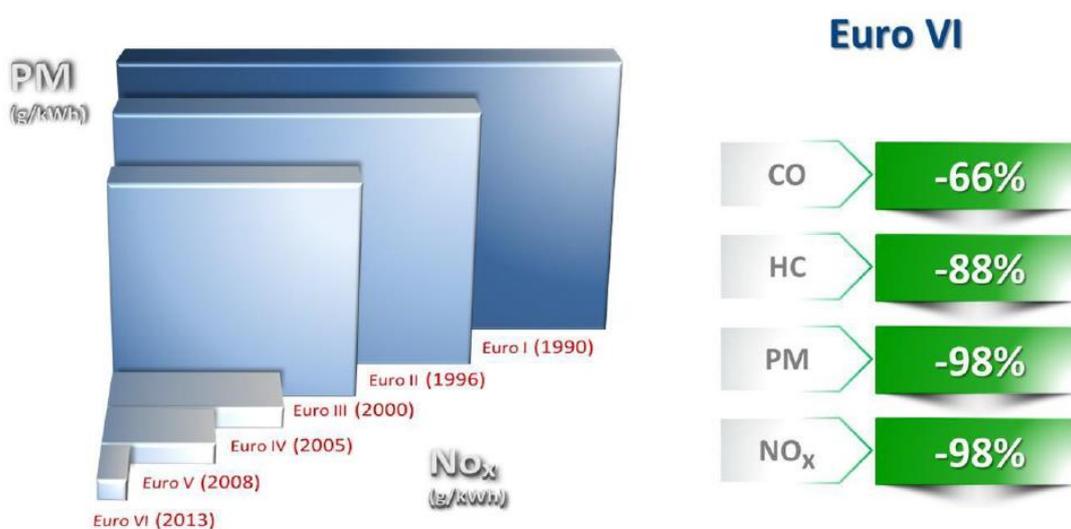


Figura 4.6: Limiti emissioni inquinanti motorizzazione Euro VI. [11]

Una prima grande problematica connessa a tale necessità è dovuta al seguente conflitto di natura tecnologica: tutti gli accorgimenti tecnici per aumentare il rendimento del motore (disegno di una migliore camera di scoppio, ottimizzazione dei modi e dei tempi e delle pressioni di iniezione), minimizzano i consumi e abbassano i valori di PM prodotti, ma aumentano le emissioni di ossidi di azoto; viceversa minimizzare la produzione degli NOx porta ad avere alti consumi e alte quantità di PM.

I limiti sempre più stringenti e l'impossibilità di adottare un unico catalizzatore per eliminare i principali inquinanti, hanno costretto i costruttori ad un importante sforzo per ridurre le emissioni dei motori in particolar modo nei motori diesel. I sistemi sempre più evoluti di ricircolo dei gas di scarico (raffreddamento gas, controllo elettronico, farfalla di regolazione) contribuiscono alla riduzione degli NOx e con l'Euro V, le motorizzazioni Diesel hanno risolto il controllo delle emissioni del PM con i relativi filtri (FAP e DPF). Con l'Euro VI tali limiti sono ulteriormente ridotti. Pertanto i costruttori hanno ottimizzato ulteriormente la combustione grazie alle nuove strategie del sistema "Common Rail". Ciò che ha richiesto un maggiore sforzo da parte dei costruttori è la riduzione degli NOx, con l'utilizzo di sofisticati impianti di catalizzazione selettiva (SCR). In particolare, il sistema Hi-eSCR che sarà trattato in seguito, punta a rispettare tali limiti utilizzando il sistema SCR combinato al sistema EGR:

- **Selective Catalytic Reduction:** è un sistema che permette l'abbattimento degli NOx mediante l'aggiunta di Urea nei gas di scarico massimizzando la potenza del motore;
- **Exhaust Gas Recirculation:** consente la riduzione degli NOx mediante il ricircolo dei gas di scarico con il conseguente aumento di Particolato e limitazione della potenza del motore.

4.6.1 Sistema di post trattamento dei gas di scarico SCRT

Il sistema di trattamento dei gas di scarico SCRT (Selective Catalytic Reduction Technology) combina due dispositivi:

- un catalizzatore/filtro per particolato per il trattamento degli HC (idrocarburi incombusti), del CO (monossido di carbonio) e del particolato;
- il dispositivo DeNOx 2.2 per il trattamento degli NOx (ossidi di azoto).

Facendo riferimento alla Figura 4.7, il sistema SCRT è costituito essenzialmente da:

- un catalizzatore ossidante DOC (7);
- un catalizzatore filtro particolato DPF (6);
- un sensore differenziale di pressione (13) che rileva la differenza di pressione fra ingresso e uscita del filtro particolato;
- un serbatoio (10) della soluzione reagente (acqua - urea: AdBlue) con indicatore di livello (8);
- una valvola deviatrice H₂O (11);
- un modulo pompa (12);
- un modulo di dosaggio e iniezione (14);
- un catalizzatore SCR (2);
- quattro sensori di temperatura gas di scarico (1): uno posto a monte ed uno a valle del catalizzatore DOC (7), uno dopo il catalizzatore DPF (6) e l'altro sulla tubazione di uscita gas di scarico dal catalizzatore (2);
- un sensore di rilevamento umidità montato sulla tubazione di aspirazione aria motore a valle del filtro aria;
- un sensore (3) che rileva la presenza di particolato all'uscita dei gas di scarico;
- due sensori (4) di rilevamento della quantità di ossidi di azoto (NOx) sistemati a monte e a valle del catalizzatore;
- un sensore (5) che rileva la presenza di NH₃ (ammoniaca) all'uscita dei gas di scarico;
- un sensore (9) che rileva la qualità dell'urea nel serbatoio.

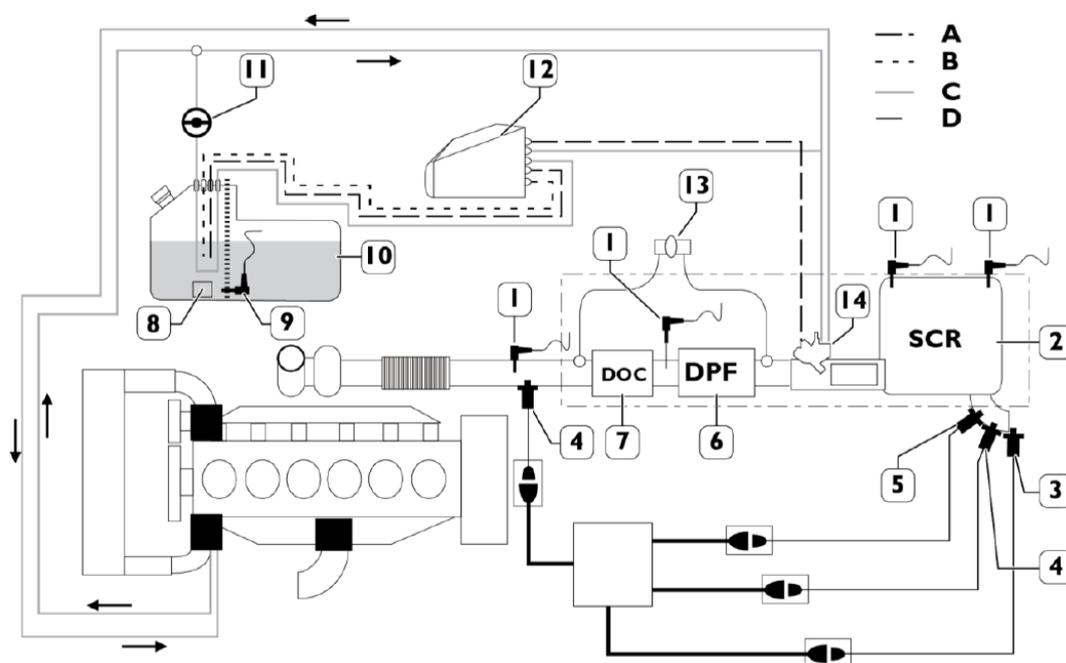


Figura 4.7: Sistema di post trattamento dei gas di scarico SCRT: A. Linea di alimentazione modulo pompa AdBlue; B. Linea di ritorno AdBlue a serbatoio; C. Linea di riscaldamento impianto AdBlue + raffreddamento modulo di dosaggio; D. Linea di mandata AdBlue al modulo di dosaggio. [11]

In seguito, facendo riferimento al sistema ATS (Aftertreatment Systems) EURO VI Step C nella Figura 4.8, sono descritte le fasi del processo di abbattimento.

Nella prima fase i gas di scarico in uscita dalla turbina incontrano nel loro percorso il catalizzatore ossidante DOC (13) nel quale gli idrocarburi (HC) e il monossido di carbonio (CO) presenti vengono trasformati, attraverso le reazioni di ossidazione, in anidride carbonica (CO₂) e acqua (H₂O). Successivamente i gas di scarico attraversano il filtro particolato DPF (11) nel quale vengono trattenute le particelle carboniose che formano il particolato. Il sistema per mantenersi efficiente ha bisogno di essere rigenerato; a tale scopo è presente un sensore differenziale di pressione (2) che, rilevando la differenza di pressione fra ingresso e uscita DOC-DPF, fornisce alla centralina un indice di intasamento del filtro. La rigenerazione del filtro antiparticolato DPF avviene sfruttando il dispositivo Exhaust Flap per parzializzare la sezione di uscita dei gas di scarico dalla turbina creando un carico fittizio al motore. In questo modo i gas di scarico raggiungono il filtro ad una temperatura elevata e le particelle di particolato si ossidano, garantendo la pulizia del filtro.

Nella seconda fase il modulo di dosaggio (3) introduce nei gas di scarico, attraverso un iniettore posto nella tubazione di scarico a monte del catalizzatore SCR (9), una soluzione di acqua e urea (AdBlue). Nella prima parte del catalizzatore SCR si concretizza il primo stadio del processo: la soluzione reagente, per effetto della temperatura dei gas di scarico, evapora istantaneamente e, per idrolisi, si converte in ammoniaca (2NH₃) e anidride carbonica (CO₂); al tempo stesso, l'evaporazione della soluzione, provoca l'abbassamento della temperatura dei gas di scarico avvicinandola a quella ottimale necessaria al processo. I gas di scarico addizionati di ammoniaca, alla temperatura di reazione, si introducono nel catalizzatore SCR (9) dove si realizza il secondo stadio del processo: l'ammoniaca reagendo con l'ossigeno dei gas di scarico si converte in azoto libero (N₂) e vapore acqueo (H₂O). Nella parte terminale del catalizzatore troviamo il Clean Up Catalyst (CUC) (8) che serve per ossidare l'urea in eccesso prodotta dal motore nelle fasi di funzionamento transitorie. La quantità di AdBlue iniettata è controllata attraverso un sensore NH₃ (5), montato sulla tubazione di uscita del silenziatore il quale rileva la presenza di ammoniaca nei gas di scarico e invia un segnale alla centralina di comando motore fornendo in questo modo un segnale di feedback. La centralina motore in funzione del numero di giri motore, di coppia erogata, di temperatura gas di scarico, di umidità dell'aria aspirata, di quantità di ossidi di azoto e di quantità di urea presenti nei gas di scarico, rilevati dai rispettivi sensori, regola la portata della soluzione AdBlue da immettere nel sistema.

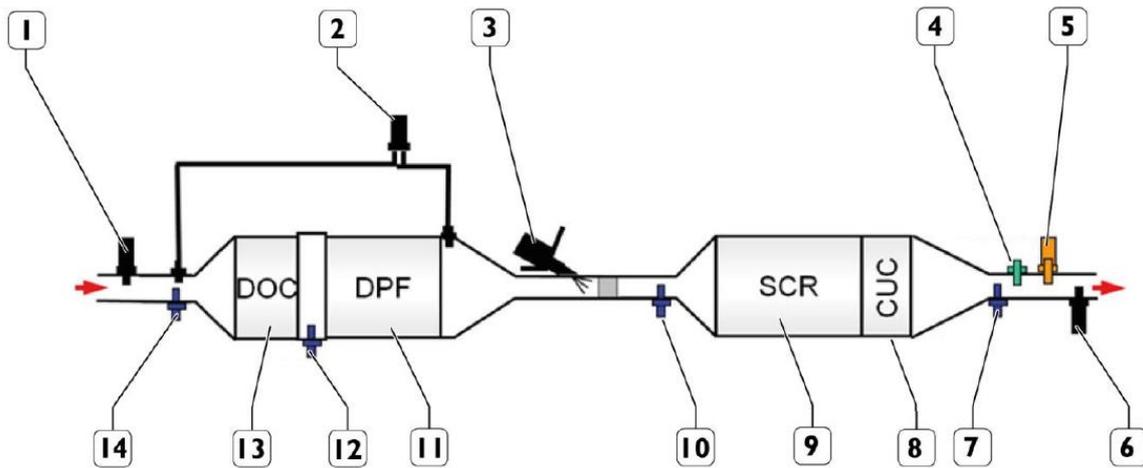


Figura 4.8: Sistema ATS (Aftertreatment Systems) EURO VI Step C. [11]

4.6.2 Sistema di ricircolo dei gas di scarico E.G.R.

Oltre al sistema SCRT, il veicolo è equipaggiato con il sistema di ricircolo dei gas di scarico ad alta pressione rappresentato in Figura 4.9.

Si definisce sistema ad alta pressione perché i gas di scarico che verranno reintrodotti in aspirazione non espandono in turbina cedendo così lavoro utile per la compressione della carica fresca.

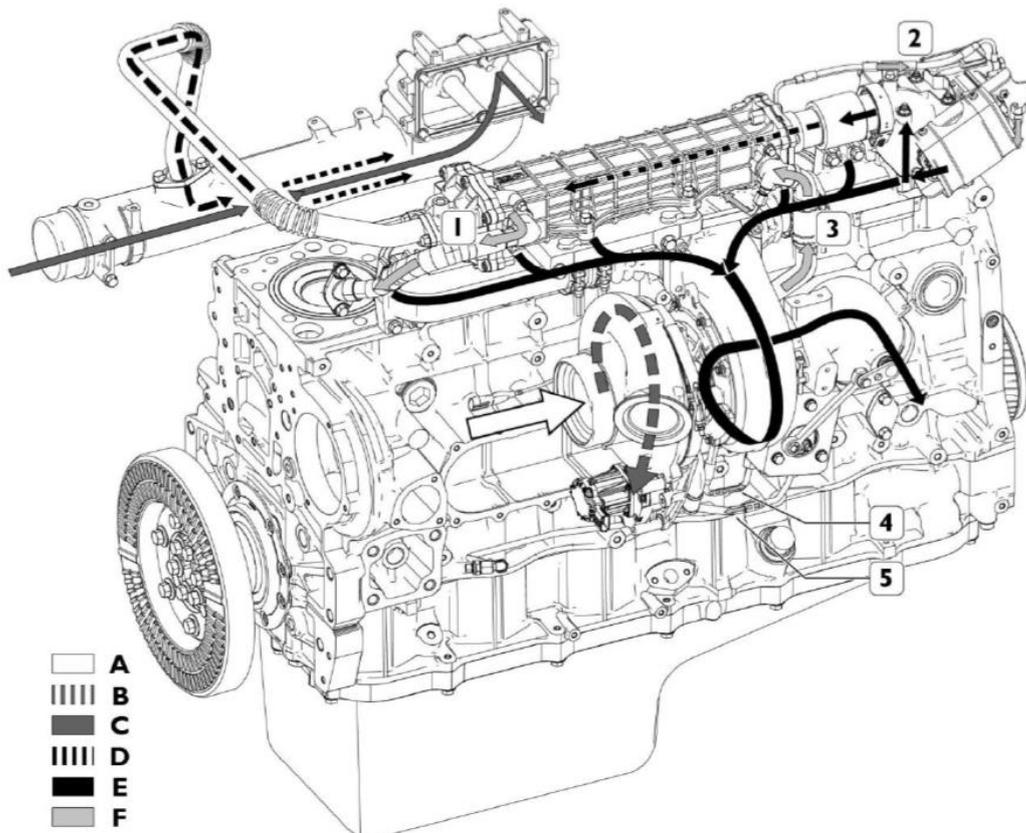


Figura 4.9: Schema raffreddamento gas di scarico: A. Aria a pressione e temperatura ambiente; B. Aria compressa (calda); C. Aria compressa inter-refrigerata (fredda); D. Gas di scarico refrigerati (freddi); E. Gas di scarico (caldi); F. Liquido refrigerante; 1. Liquido refrigerante dallo scambiatore alla testata; 2. Liquido refrigerante al modulatore EGR; 3. Liquido refrigerante proveniente dallo scambiatore olio; 4. Liquido refrigerante proveniente dal turbocompressore; 5. Liquido refrigerante dalla valvola di scarico alla pompa acqua. [11]

In seguito, è descritto il principio di funzionamento del sistema E.G.R (Exhaust Gas Recirculation).

La centralina elettronica E.D.C. elabora le informazioni provenienti dal sensore di pressione atmosferica, dal sensore di temperatura acqua, dal sensore di giri motore, dal potenziometro pedale acceleratore e, secondo le modalità opportunamente programmate nella sua memoria, pilota con un segnale PWM (Pulse Width Modulation) l'elettrovalvola modulatrice e la valvola a farfalla. Il PWM ha lo scopo di trasportare con un segnale digitale semplice un'informazione analogica, che è rappresentata dal valor medio del segnale digitale.

Il modulatore E.G.R., ogni volta che viene comandato dalla centralina E.D.C., permette il passaggio di una parte dei gas di scarico verso l'aspirazione richiamando e sollevando l'otturatore. I gas sono raffreddati attraverso lo scambiatore di calore per essere miscelati con l'aria proveniente dall'intercooler per poi defluire nel collettore di aspirazione. Se il veicolo è dotato di catalizzatore D.P.F. al tempo stesso, la centralina E.D.C., in funzione della quantità di gas di scarico in ricircolo, adegua la portata di combustibile da iniettare nei cilindri.

Nelle fasi di funzionamento del motore che non richiedono ricircolo di gas (rigenerazione del filtro del particolato, avviamento, motore freddo, regime minimo, richiesta di carico, alte quote), il segnale di comando della centralina al modulatore si annulla.

Lo scambiatore di calore, montato fra il modulatore EGR e il collettore d'aspirazione, ha il compito di abbassare la temperatura dei gas di scarico al fine di ridurre il volume. Esso è costituito da un corpo nel quale alloggia un fascio tubiero. I gas di scarico riciclati, attraversano i tubi e vengono raffreddati dal liquido di raffreddamento motore che circola all'interno del corpo.

- **Scambiatore di calore**

Lo scambiatore di calore, rappresentato in Figura 4.10, ha il compito di abbassare la temperatura della parte dei gas di scarico che verranno inviati al collettore di aspirazione. Tale artificio ha lo scopo di reintrodurre in camera di combustione gas inerti che non partecipano attivamente alle reazioni di ossidazione della miscela aria-combustibile. L'introduzione di gas inerti nella camera di combustione permette l'abbassamento della temperatura di fiamma nella stessa e di conseguenza l'abbassamento del tenore di NOx allo scarico. Tali ossidi, nel rispetto delle nuove normative ambientali, debbano essere emessi nella misura più contenuta possibile, poiché sono estremamente nocivi per l'essere umano e l'ambiente. La quantità di gas destinata al ricircolo, regolata dalla valvola E.G.R., viene condotta all'interno del fascio di tubi e raffreddata.

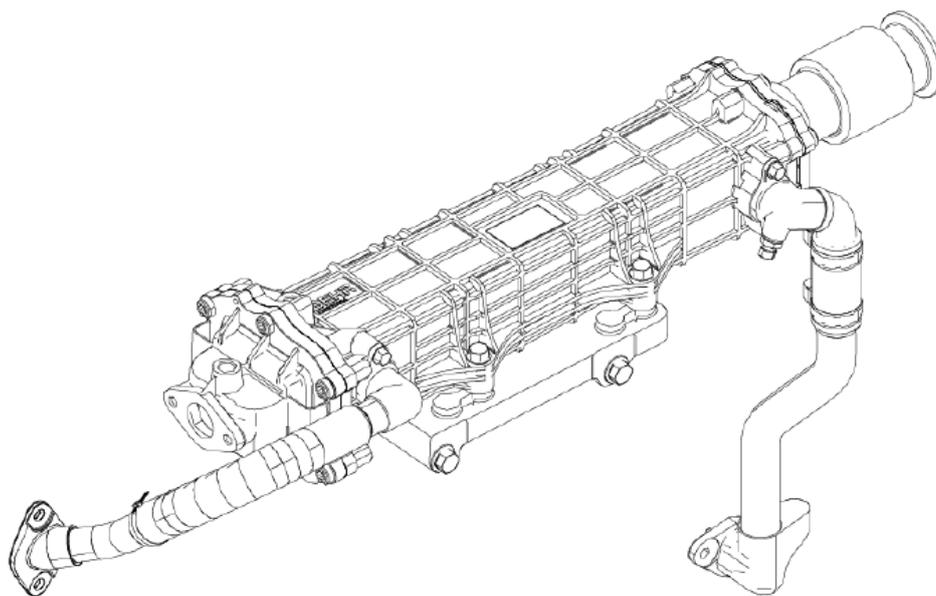


Figura 4.10: Scambiatore di calore EGR. [11]

- **Valvola EGR**

La valvola E.G.R., in Figura 4.11, è montata sull'estremità dello scambiatore di calore. Per assicurare alla valvola una maggior efficienza e durata nel tempo, la stessa viene raffreddata dal liquido raffreddamento motore in uscita dallo scambiatore di calore. La regolazione della quantità di gas riciclati avviene mediante una elettrovalvola comandata dalla centralina motore.

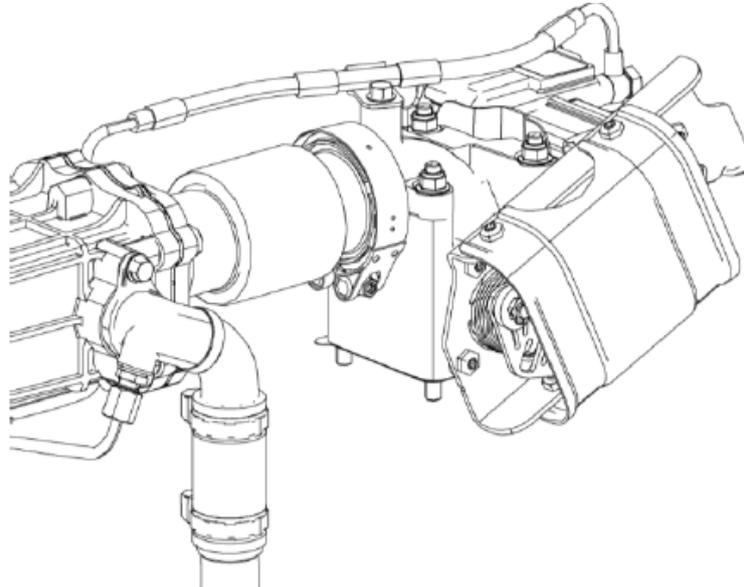


Figura 4.11: Valvola EGR. [11]

- **Elettrovalvola modulatrice EGR**

Il gruppo elettrovalvola di regolazione della portata, montato tra il collettore di scarico e lo scambiatore di calore, ha la funzione di regolare la portata di gas di scarico da ricircolare in aspirazione secondo una percentuale programmata. La valvola è azionata da un attuttore elettrico comandato da un segnale PWM della centralina EDC. In caso di blocco della valvola a farfalla, la centralina riduce le prestazioni del motore per evitare possibili danneggiamenti allo stesso. Allo spegnimento de motore, la valvola a farfalla si chiude per ridurre la rumorosità del motore in questa fase. In Figura 4.12 è illustrata l'elettrovalvola modulatrice EGR.

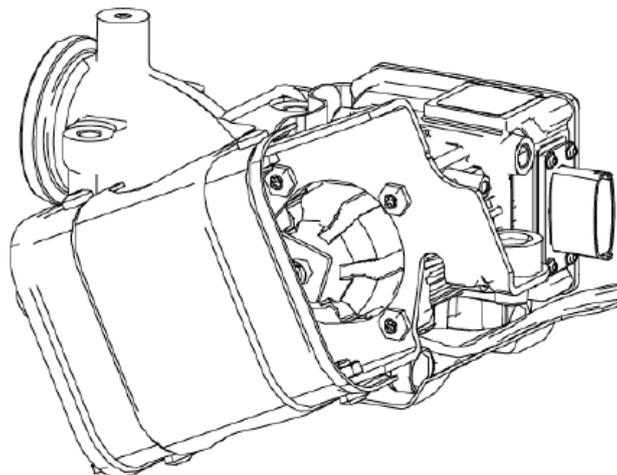


Figura 4.12: Elettrovalvola modulatrice EGR. [11]

4.7 Il Sistema di alimentazione Diesel Common Rail

Il sistema di alimentazione Common Rail presenta una speciale pompa che mantiene continuamente il combustibile ad alta pressione, indipendentemente dalla fase e dal cilindro che deve ricevere l'iniezione, e lo accumula in un condotto comune a tutti gli elettroiniettori. All'ingresso degli elettroiniettori è, quindi, sempre disponibile combustibile alla pressione d'iniezione calcolata dalla centralina elettronica (in base alle condizioni di funzionamento motore nel Rail la pressione può variare da 250 ÷ 2200 bar).

Quando l'elettrovalvola di un iniettore viene eccitata dalla centralina elettronica, avviene nel relativo cilindro l'iniezione di combustibile prelevato direttamente dal Rail.

In Figura 4.13 è presente il sistema di alimentazione Diesel Common Rail evidenziando il circuito di alimentazione del combustibile e il circuito di ritorno al serbatoio. Mentre in Figura 4.14 sono schematizzati i componenti che ne costituiscono il sistema.

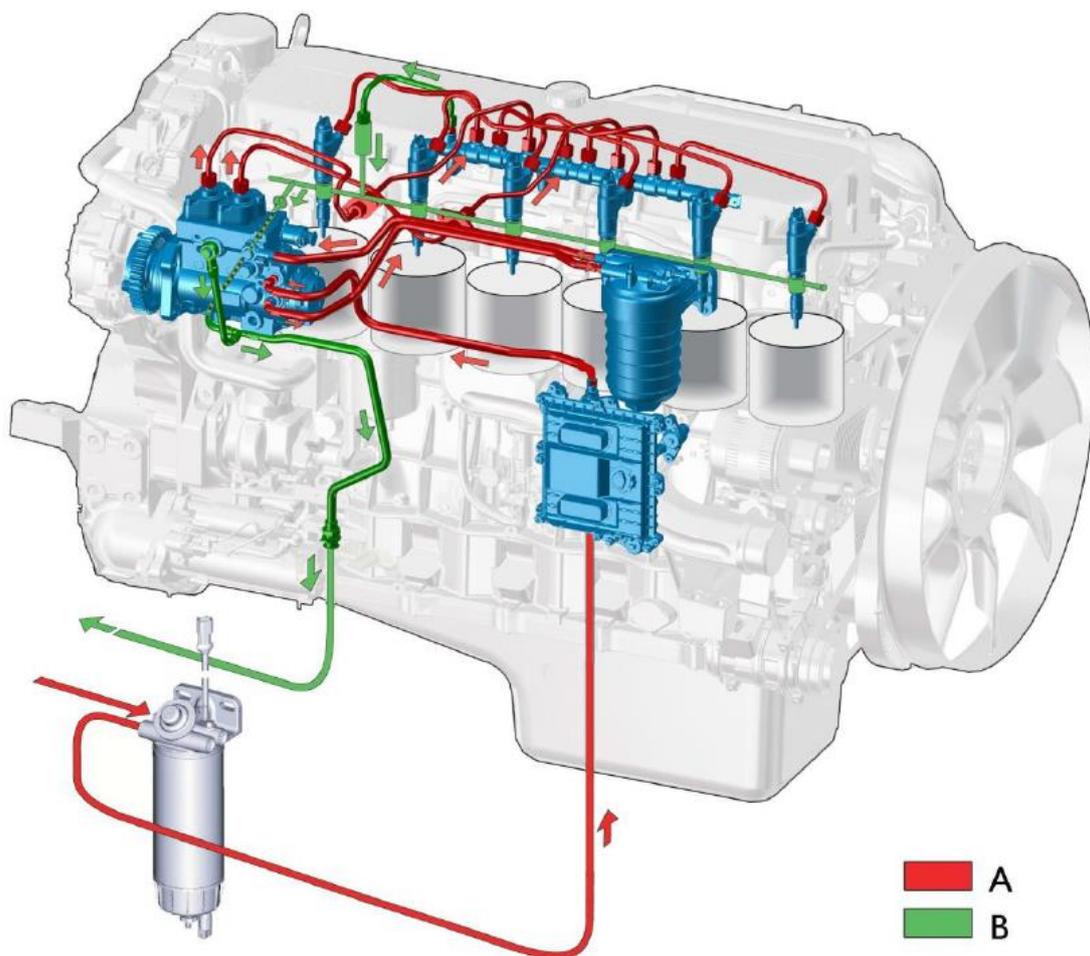


Figura 4.13: Il Sistema di alimentazione Diesel Common Rail: A. Circuito di alimentazione combustibile; B. Circuito di ritorno al serbatoio. [11]

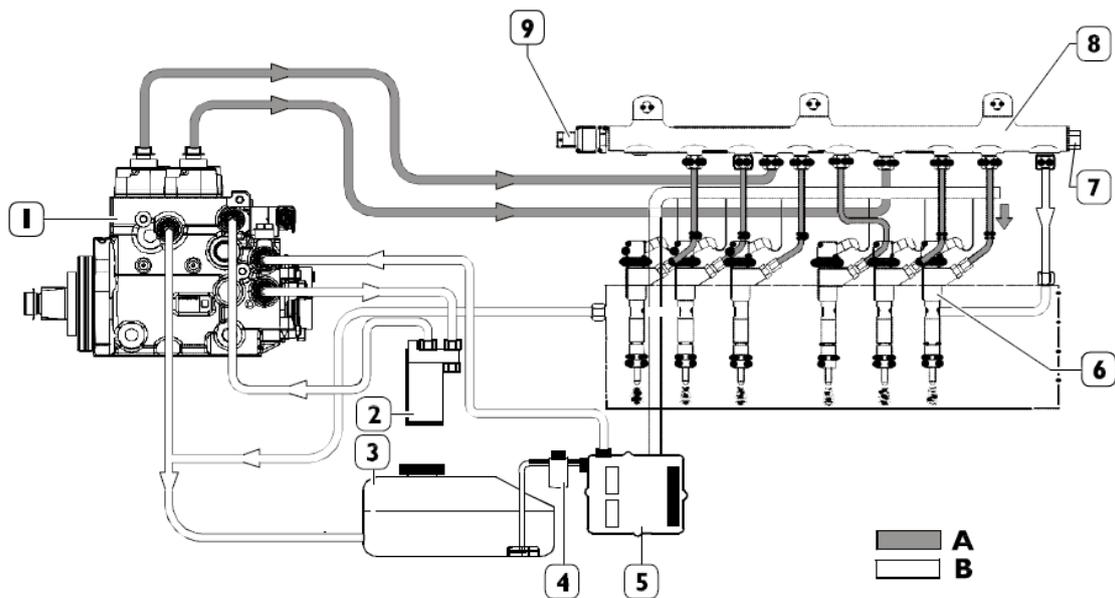


Figura 4.14: Il Sistema di alimentazione Diesel Common Rail: 1 Pompa alta pressione; 2 Filtro combustibile; 3 Serbatoio; 4 Prefiltro combustibile; 5 Centralina motore; 6 Elettroiniettori; 7 Valvola di sovrappressione; 8 Rail accumulatore di pressione; 9 Sensore di pressione. [11]

4.7.1 Pompa ad alta pressione

È una pompa dotata di 2 elementi pompanti che prende il moto dall'ingranaggio distribuzione. Essendo il rapporto di trasmissione tra quest'ultimo e l'albero della pompa di 1:1, questa avrà una velocità angolare uguale a quella del motore. Mediante la pompa richiede una potenza di 18 kW ed è in grado di portare la pressione del combustibile a quella richiesta nel Rail.

In Figura 4.15 sono presenti i collegamenti della pompa ad alta pressione, mentre in Figura 4.16 ne è rappresentata una sezione:

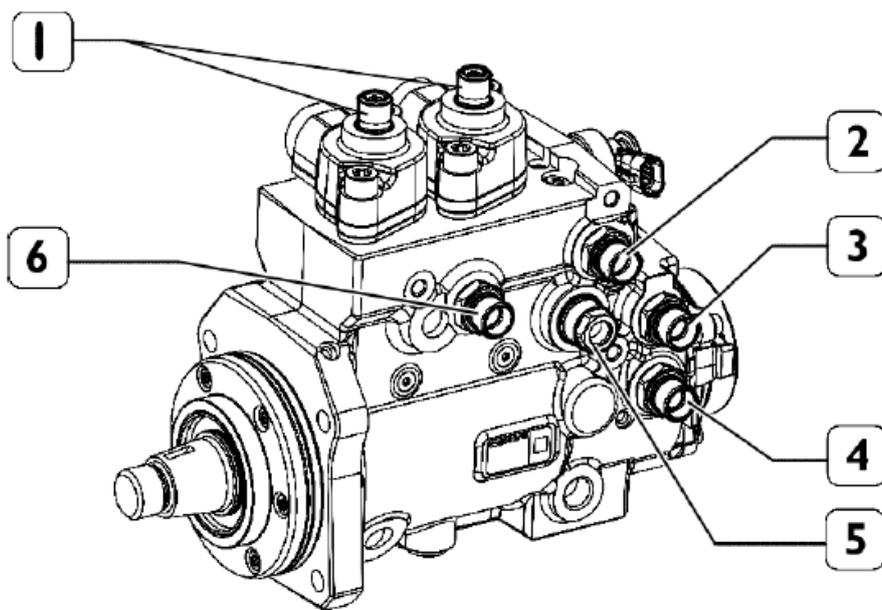


Figura 4.15: Pompa ad alta pressione: 1 Mandata combustibile al Rail; 2 Alimentazione combustibile dal filtro; 3 Alimentazione combustibile dal serbatoio; 4 Mandata combustibile al filtro; 5 Valvola regolatrice di pressione; 6 Ritorno combustibile a serbatoio. [11]

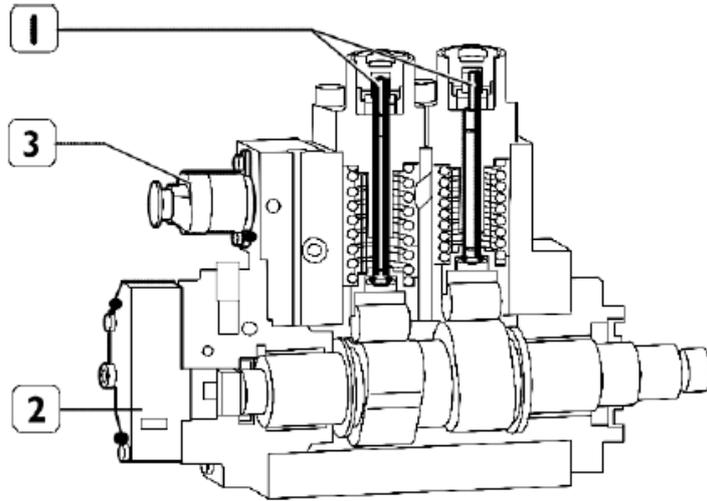


Figura 4.16: 1 Pompanti; 2 Pompa meccanica ingranaggi di bassa pressione; 3 Regolatore di portata. [11]

4.7.2 Accumulatore di pressione Rail

L'accumulatore di pressione è rappresentato nella Figura 4.17, dove sono mostrati nel dettaglio i componenti lo costituiscono.

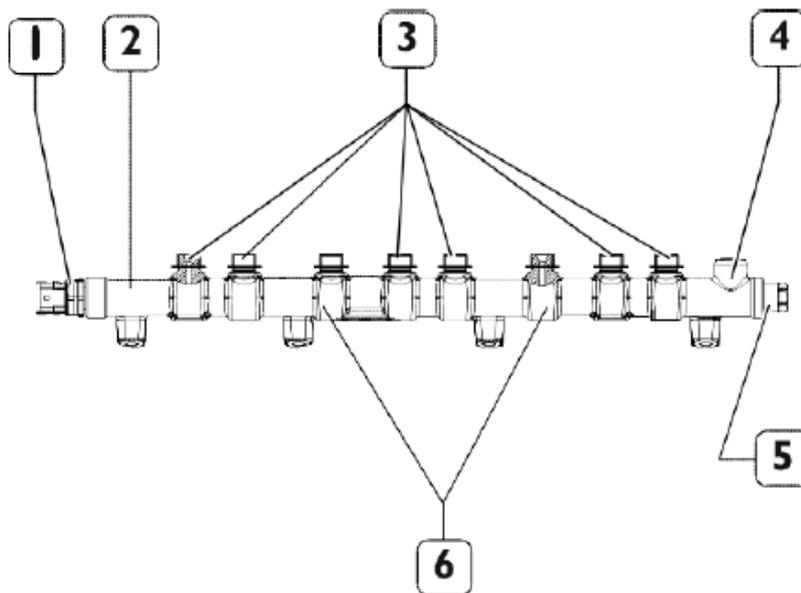


Figura 4.17: Rail, accumulatore di pressione: 1 Sensore di pressione; 2 Rail; 3 Tubazioni agli iniettori; 4 Ritorno combustibile; 5 Valvola di sovrappressione; 6 Ingressi combustibile dalla pompa alta pressione. [11]

Il volume del Rail è di dimensioni ridotte, infatti è pari a $28,6 \text{ cm}^3$; il volume ridotto del Rail consente una rapida pressurizzazione durante l'avviamento e in caso di elevate portate. Questa funzione è ulteriormente agevolata da un foro calibrato presente a valle della pompa ad alta pressione.

Sui raccordi di fissaggio delle tubazioni ad alta pressione sono ricavati dei fori calibrati che hanno la funzione di smorzare le oscillazioni di pressione generate dall'apertura degli iniettori e dai pompanti della pompa ad alta pressione. Avvitato sul Rail vi è un sensore di pressione del combustibile (1). Il segnale inviato da questo sensore alla centralina elettronica costituisce un'informazione di feed-back, in base alla quale viene verificato il valore di pressione nel Rail e, se necessario, corretto. Inoltre, la pressione nominale all'interno dell'accumulatore è di 2.200 bar.

4.7.3 Elettroiniettori

Gli elettroiniettori sono montati sulla testa cilindri e sono comandati dalla centralina comando motore. Sono alimentati da una linea combustibile in alta pressione e sono collegati ad una linea di ritorno a pressione atmosferica, necessaria per il funzionamento della valvola pilota.

Facendo riferimento alla figura 4.18, l'elettroiniettore si può considerare costituito essenzialmente da due parti:

- attuatore/polverizzatore composto da asta di pressione (4), spillo (5) e ugello (6);
- elettrovalvola di comando composta da bobina (1) e valvola pilota;

Il funzionamento dell'elettroiniettore si suddivide in tre fasi:

- **1° Fase - Posizione di riposo**
La bobina (1) è diseccitata e l'otturatore (10) della valvola pilota è in posizione di chiusura. In questa condizione la forza in apertura è equilibrata da quella in chiusura perché la pressione del combustibile nel volume di controllo (9) è la stessa nella camera di pressione (7).
- **2° Fase - Inizio iniezione**
La bobina (1) è eccitata e provoca l'innalzamento dell'otturatore (10). Il combustibile del volume di controllo (9) defluisce verso il collettore di ritorno (8) provocando un calo di pressione. Contemporaneamente la pressione di linea esercita nella camera di pressione (7) una forza in apertura che provoca l'innalzamento dello spillo (5) con conseguente introduzione di combustibile nei cilindri.
- **3° Fase - Fine iniezione**
La bobina (1) è diseccitata e fa tornare in posizione di chiusura l'otturatore (10) che ricrea un equilibrio di forze tale da far tornare in posizione di chiusura lo spillo (5) e di conseguenza terminare l'iniezione.

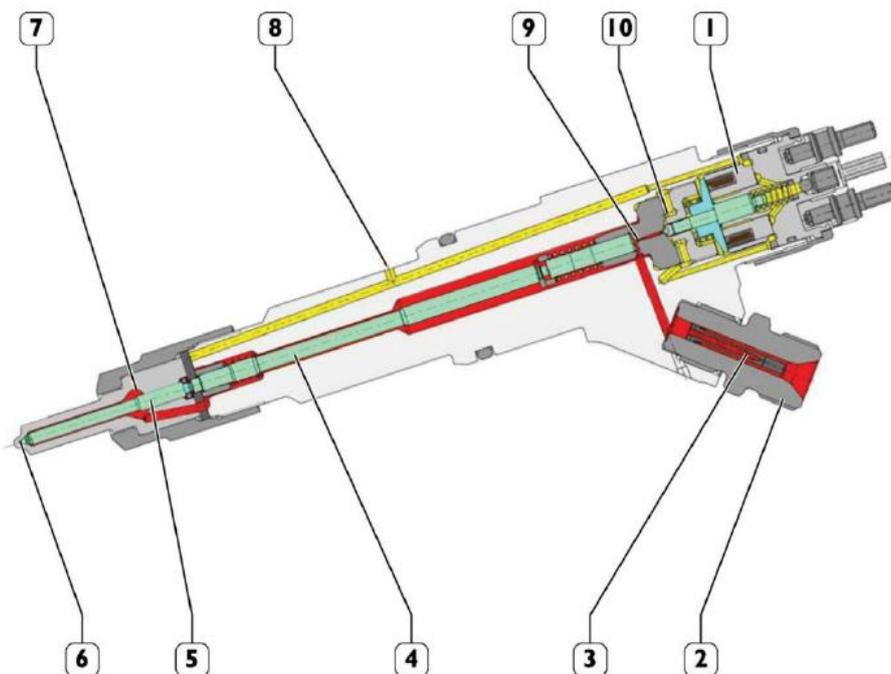


Figura 4.18: Componenti di un elettroiniettore: 1 Bobina; 2 Raccordo entrata combustibile alta pressione; 3 Filtro; 4 Asta di pressione; 5 Spillo; 6 Ugello; 7 Camera di pressione; 8 Ritorno combustibile; 9 Volume di controllo; 10 Otturatore valvola pilota. [11]

4.7.4 Valvola limitatrice di pressione

La valvola di sicurezza, in figura 4.19, è montata sull'accumulatore idraulico e impedisce alla pressione del combustibile nel Rail di superare le soglie massime prestabilite (2400 – 2750 bar). La valvola è costituita da un otturatore e da una molla tarata in modo che quando nel Rail la pressione raggiunge un valore troppo elevato la valvola regola smaltendo una parte del combustibile a serbatoio. Inoltre, in caso di avaria al sistema di controllo della pressione di iniezione, permette il funzionamento del motore con prestazioni limitate.

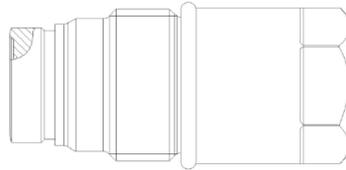


Figura 4.19: Valvola limitatrice di pressione. [11]

4.8 Sistema di sovralimentazione

Il sistema di sovralimentazione, presente in Figura 4.20, è costituito da:

- un filtro aria;
- un turbocompressore E-VGT;
- una valvola EGR con scambiatore di calore;
- un radiatore "intercooler".

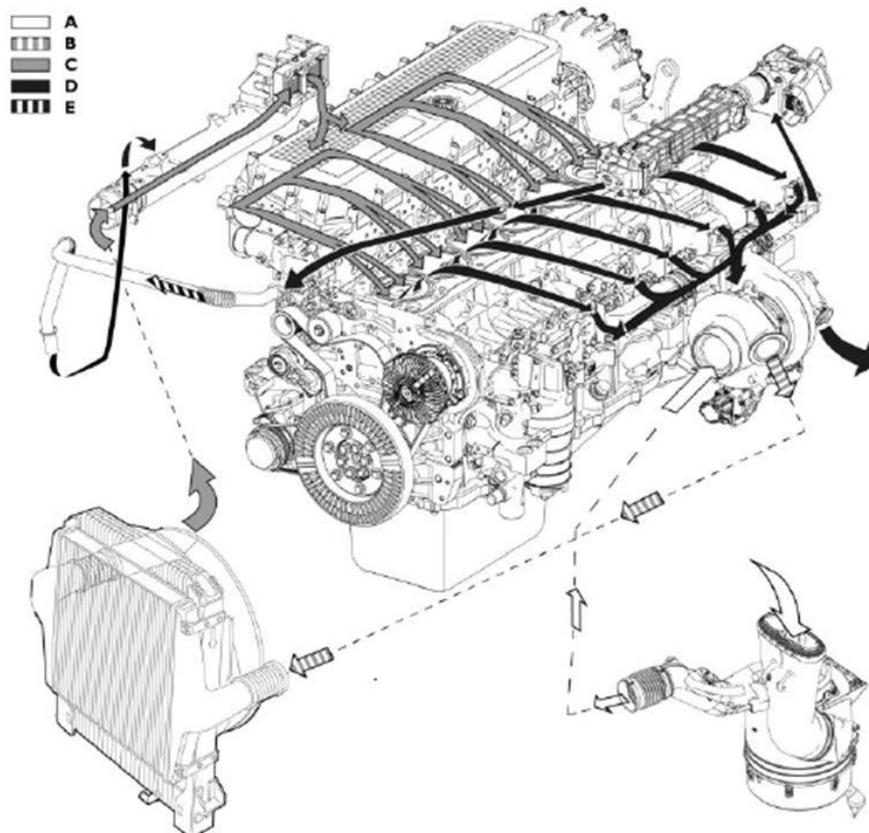


Figura 4.20: Sistema di sovralimentazione: A. Aria aspirata a temperatura atmosferica; B. Aria compressa; C. Aria compressa inter-refrigerata; D. Gas di scarico; E. Gas di scarico freddi. [11]

4.8.1 Turbocompressore E-VGT

Il Turbocompressore a geometria variabile è rappresentato in Figura 4.21, assieme ai principali componenti che lo costituiscono.



Figura 4.21: Componenti di un Turbocompressore E-VGT 1. Voluta della turbina; 2. Girante della turbina; 3. Corpo centrale; 4. Voluta del compressore; 5. Attuatore elettrico; 6. Dispositivo variazione orientamento palette. [11]

- **Funzionamento a bassi regimi di rotazione**

Il turbocompressore a geometria variabile a comando elettronico (E-VGT) è composto da un compressore centrifugo e da una turbina dotata di un dispositivo a palette mobili in grado di modificare la direzione e la sezione di passaggio dei gas di scarico diretti alla girante della turbina stessa. Grazie a questa soluzione, è possibile mantenere elevata la velocità dei gas e della turbina anche quando il motore funziona a bassi regimi: in Figura 4.22 è illustrato il funzionamento a basso regime di rotazione di un Turbocompressore E-VGT.

In questa condizione le palette mobili (2) si trovano in posizione di massima chiusura e le ridotte sezioni di passaggio tra le palette fanno aumentare la velocità con la quale i gas di scarico investono la girante della turbina. Di conseguenza, aumenta la velocità della turbina (1) e quindi la pressione di sovralimentazione.

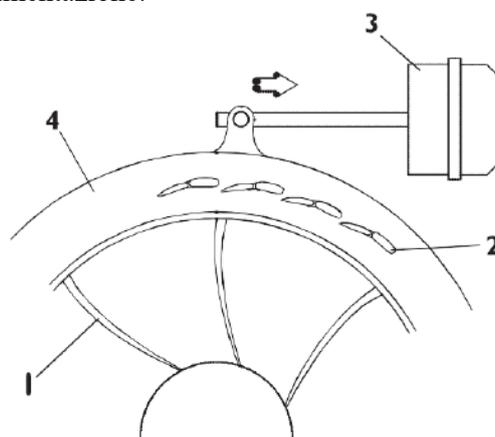


Figura 4.22: Funzionamento a basso regime di rotazione del Turbocompressore E-VGT. [11]

- **Funzionamento ad alti regimi di rotazione**

Aumentando il regime di rotazione del motore, si ha un progressivo aumento della portata di gas di scarico. La centralina elettronica, tramite l'attuatore (3) manovra l'apertura delle palette mobili (2) orientandole in modo da raggiungere la posizione di massima apertura. Ciò comporta un aumento delle sezioni di passaggio e conseguentemente un rallentamento del flusso di gas di scarico che attraversano la turbina (1) con velocità uguali o minori rispetto alla condizione di basso regime. In Figura 4.23 è illustrato il funzionamento ad alto regime di rotazione di un Turbocompressore E-VGT. La centralina motore regolando l'orientamento delle palette mobili è in grado di regolare in ogni condizione la pressione di sovralimentazione.

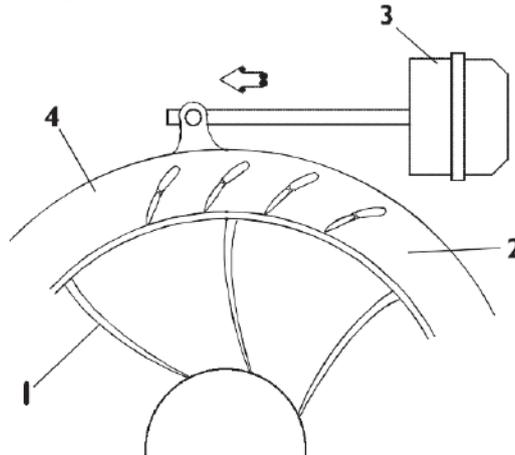


Figura 4.23: Funzionamento ad alti regimi di rotazione del Turbocompressore E-VGT. [11]

4.8.2 Attuatore turbina

Nelle turbine E-VGT l'attuatore è di tipo elettrico. Questa soluzione comporta una serie di vantaggi:

- il collegamento meccanico fra il dispositivo di variazione della geometria e l'attuatore consente di avere una posizione definita meccanicamente a differenza di quanto accade con gli attuatori VGT di tipo pneumatico dove la posizione del dispositivo di variazione della geometria dipende dall'equilibrio di pressioni che si viene a creare;
- sugli attuatori di tipo pneumatico per avere un feedback sulla posizione dell'attuatore è necessario montare un sensore di posizione; sull'attuatore E-VGT ciò non è necessario perché è già integrato al suo interno. Ad ogni accensione del motore l'attuatore effettua una corsa fino a raggiungere il fermo meccanico (A); da qui il sistema di controllo di posizione si azzerava e tutte le successive posizioni che assume l'attuatore saranno riferite a questo punto;
- in caso di guasto dell'attuatore c'è una molla che mantiene le palette mobili in una posizione intermedia fissa e permette il funzionamento del motore con prestazioni limitate.

In Figura 4.24 è riportato l'attuatore di una turbina.

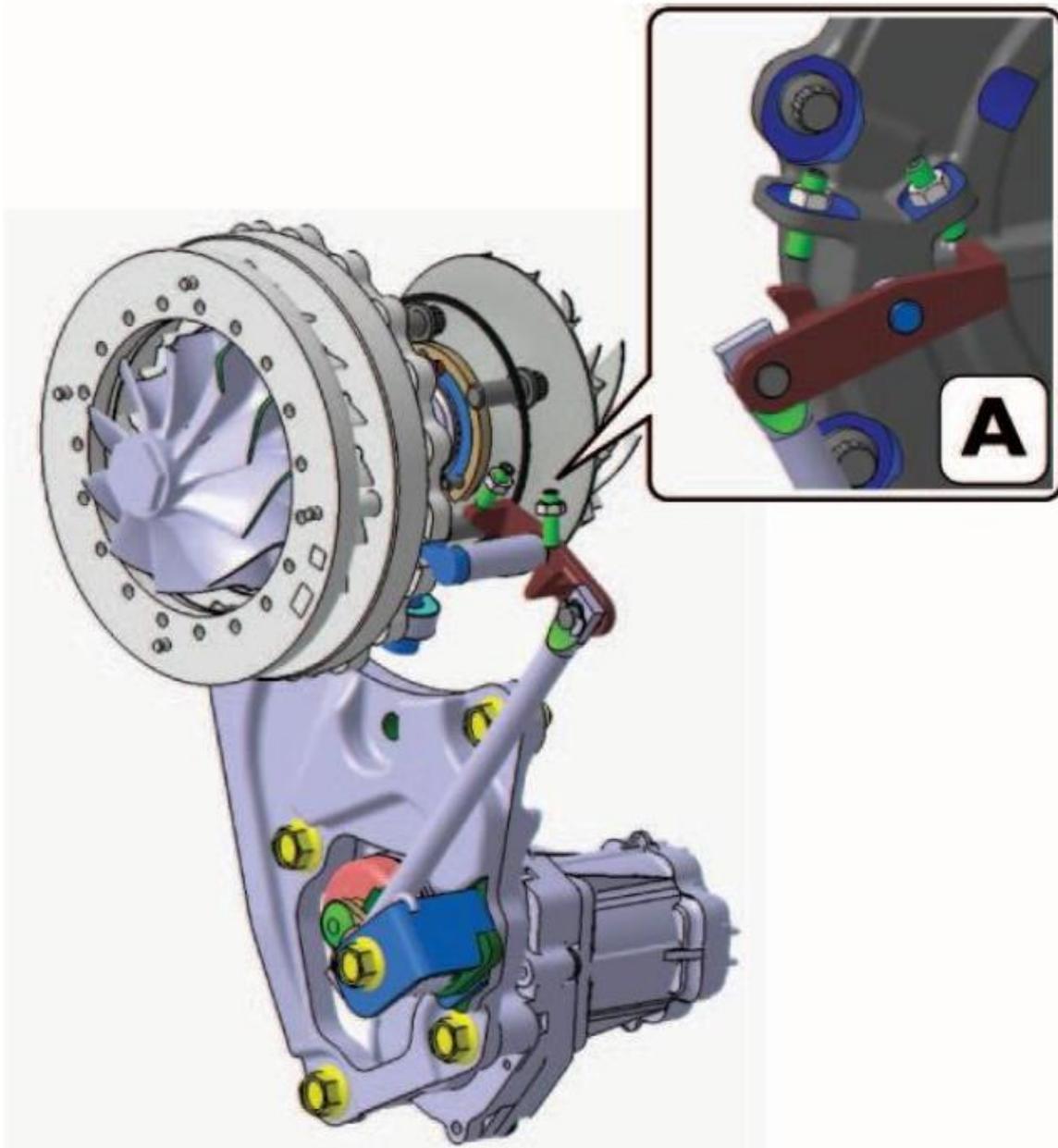


Figura 4.24: Attuatore Turbina. [11]

4.9 Exhaust flap (freno motore a farfalla)

Facendo riferimento alla Figura 4.25, in aggiunta al freno motore a decompressione Iveco Turbo Brake (ITB), viene introdotta nella tubazione di scarico a valle della turbina una valvola a farfalla (1) azionata da un attuatore elettrico (2). La funzione principale è quella di freno motore: la valvola a farfalla, chiudendosi, blocca l'uscita del gas di scarico; questo provoca un aumento della pressione a monte del freno motore che va ad esercitare una resistenza sul movimento di risalita dei pistoni. Tale resistenza si propaga attraverso l'intera catena cinematica, attuando quindi un'azione frenante sulle ruote motrici. La principale novità di questa tipologia di freno motore rispetto alle precedenti è costituita dall'attuatore elettrico che permette di parzializzare l'uscita dei gas di scarico per aumentarne la temperatura di uscita. Tale possibilità viene sfruttata per:

- portare rapidamente a regime termico il catalizzatore SCRT (riduzione delle emissioni a motore freddo);

- realizzare la rigenerazione del filtro DPF presente all'interno del catalizzatore SCRT (evita la post iniezione a beneficio dei consumi e dei problemi legati alla diluizione dell'olio che affliggono i motori dotati di DPF).

L'attuatore elettrico (2) è collegato al circuito di raffreddamento motore per mezzo delle tubazioni (3).

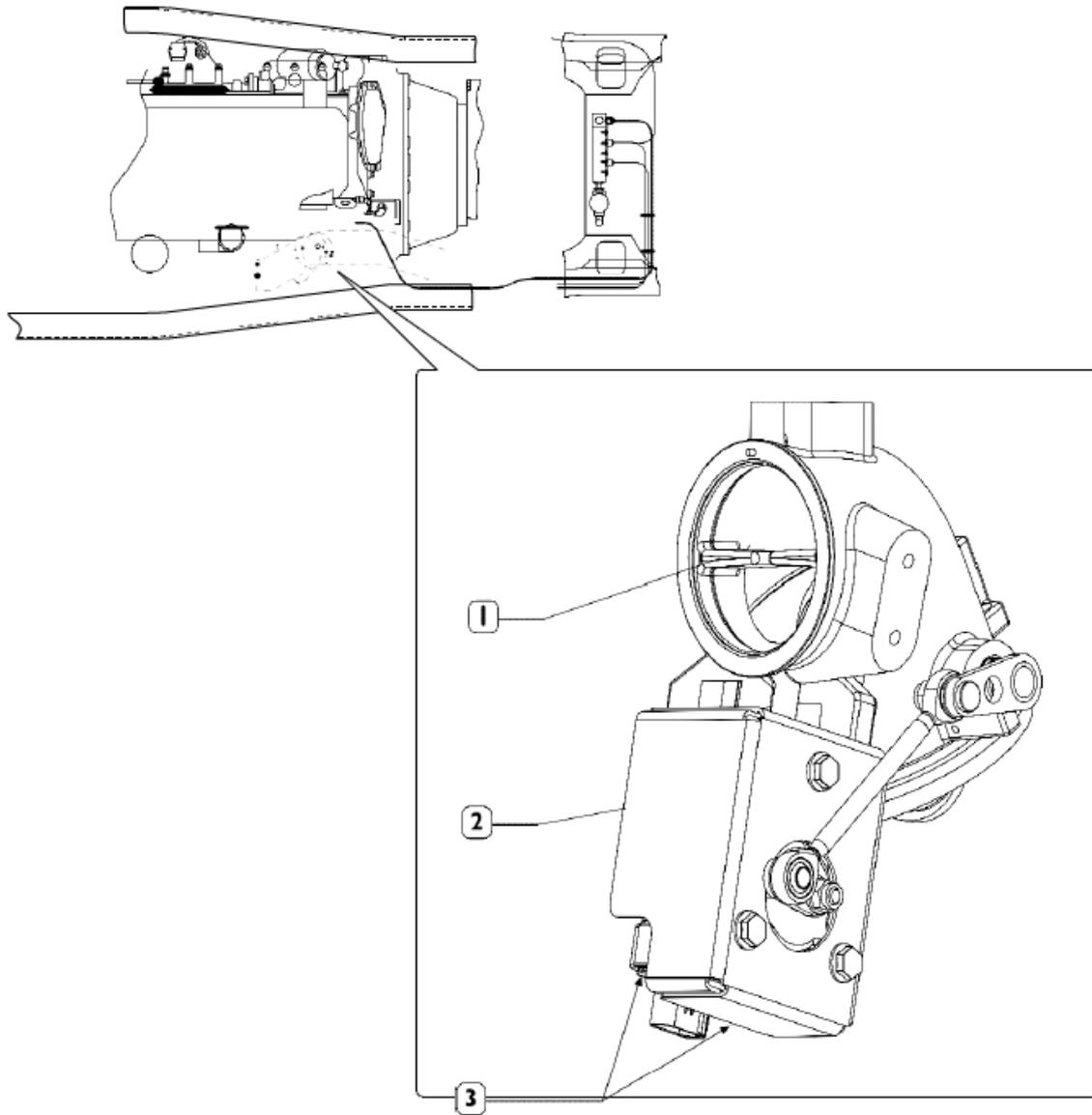


Figura 4.25: Exhaust flap (freno motore a farfalla): 1 Valvola a farfalla (flap); 2 Attuatore elettrico; 3 Raccordi ingresso/uscita liquido di raffreddamento. [11]

CAPITOLO 5 - IL SISTEMA IVECONNECT E IL MONITORAGGIO GUASTI VIA TELEMATICA

5.1 Le funzionalità di Iveconnect e la struttura Telematica Iveco

Nel terzo Capitolo sono stati descritti i componenti che costituiscono il sistema Iveconnect e le principali funzionalità alle quali devono adempiere. La Figura 5.1 rappresenta la logica seguita da Iveconnect per raccogliere i dati dai vari sottosistemi ed inviare le informazioni di interesse al Server.

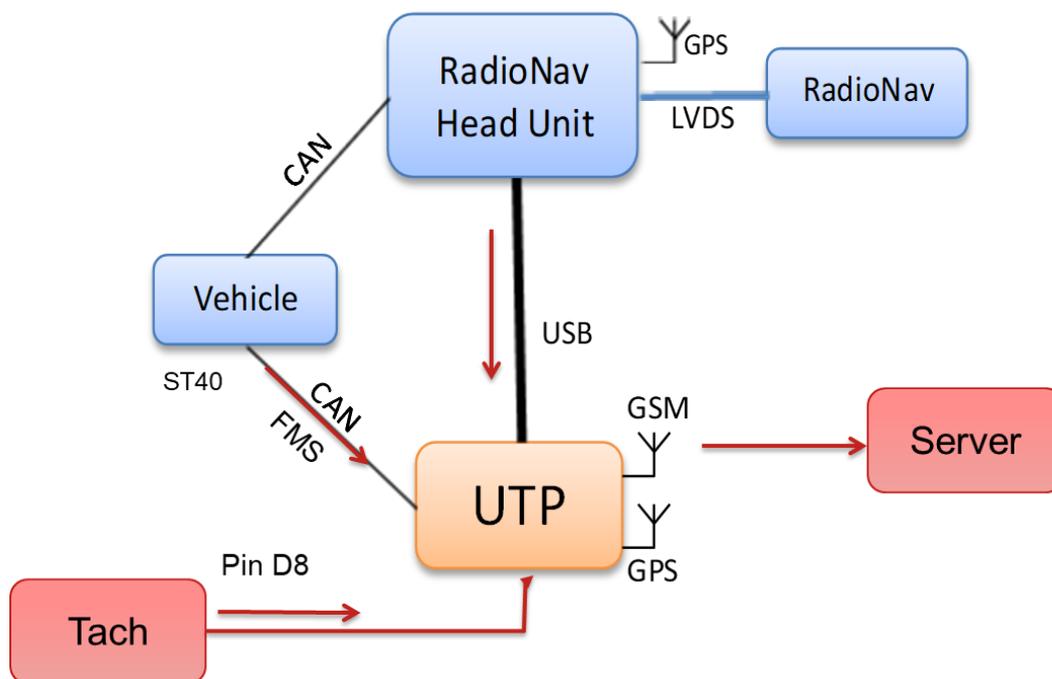


Figura 5.1: Schema funzionale Iveconnect

Tramite il Radionav e le altre interfacce, il driver può accedere ai vari sistemi di infotainment messi a disposizione. In particolare, esistono due set di funzioni dedicate rispettivamente all'autista e al gestore flotta, schematizzate in Figura 5.2. Esse sono: Iveconnect Drive e Iveconnect Fleet.



Figura 5.2: Iveconnect Drive e Iveconnect Fleet. [14]

5.1.1 Iveconnect Drive

La funzione Iveconnect Drive comprende:

- Navigatore con funzione “truck navigation”: il sistema calcola automaticamente il percorso migliore in base alle dimensioni e alla massa del veicolo (inserite dall’autista). Sono incorporate nel sistema le funzioni Iveco network locator, segnalazione dei limiti di velocità e informazioni sul traffico;
- Il dispositivo di sicurezza Driver Attention Support (DAS), pensato per proteggere il guidatore da stanchezza e colpi di sonno. Sul Radionav è rappresentato come in Figura 5.3.

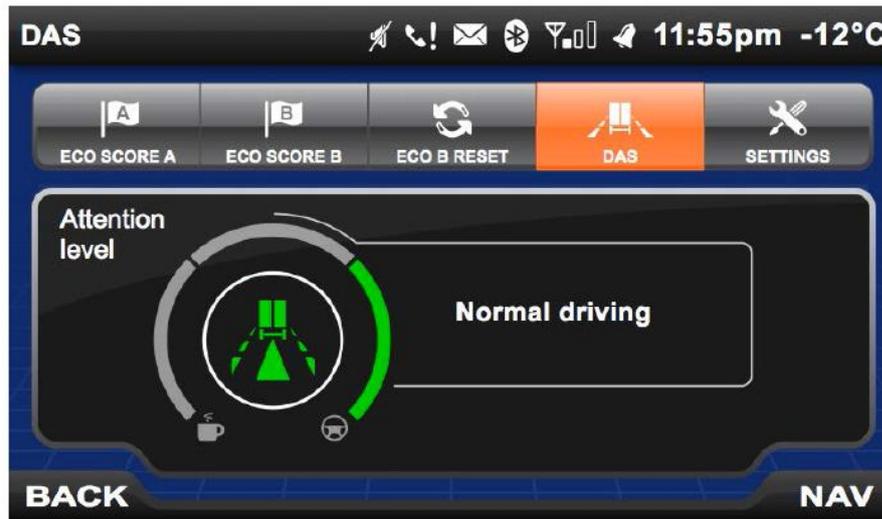


Figura 5.3: Funzione Driver Attention Support (DAS). [14]

La funzione DAS, presenta al conducente una valutazione del suo livello di attenzione suggerendo, in alcune situazioni, di prestare particolare cautela oppure effettuare una pausa. Il livello di attenzione viene presentato sulla scala di valori riportati nella Figura 5.4.

	Guida attenta	Livello di attenzione stimato nella norma.
	Attenzione!	Livello di attenzione stimato intermedio: prestare particolare attenzione e, se possibile, effettuare una pausa.
	Fai una pausa!	Livello di attenzione stimato critico: effettuare immediatamente una sosta.
	Non attivo	Non sono rilevate le condizioni necessarie (es. percorso rettilineo), per poter effettuare una stima del livello di attenzione.
	Non attivo	Livello di attenzione non calcolato; DAS non attivo (es. a veicolo spento)

Figura 5.4: Livelli di attenzione della funzione DAS. [12]

- Il sistema DSE (Driving Style Evaluation) elabora i dati acquisiti dal motore, dal veicolo e via GPS attraverso un algoritmo avanzato sviluppato da Iveco; tale algoritmo valuta la performance del conducente dal punto di vista del risparmio di carburante. La valutazione dello stile di guida e la determinazione della performance del conducente, si basa su un insieme di indici, strutturati secondo un albero a tre livelli; questi livelli tengono conto della difficoltà della missione e sono concatenati tra loro come illustrato nella Figura 5.5.



Figura 5.5: Indici per la valutazione del Driving Style Evaluation. [12]

Ciascun indice è presentato all'utente in tempo reale con un indicatore analogico al centro del quale viene riportato il valore percentuale. Più alto è il voto, migliore è la guida dal punto di vista del risparmio di carburante.

Di seguito si riportano gli indici:

- **Indici di primo livello**
 - a. Risparmio carburante: valuta lo stile di guida dal punto di vista del risparmio carburante, analizzando il corretto utilizzo del cambio e la capacità di anticipare le condizioni del traffico.
 - b. Freni ausiliari: valuta se le frenate sono state effettuate utilizzando quanto più possibile il freno motore e il retarder.
- **Indici di secondo livello**
 - a. Guida preventiva: valuta la capacità del conducente di anticipare le azioni in relazione alle condizioni del traffico e stradali.
 - b. Uso cambio: valuta l'efficienza di impiego del cambio dal punto di vista dei consumi. In presenza di cambio automatizzato, il sistema valuta soltanto i periodi di guida in cui il cambio è stato utilizzato in modalità manuale o semi-automatica.

Tramite la barra di scorrimento del Radionav, mostrata in Figura 5.6, al conducente è consentito scorrere gli strumenti relativi alle seguenti valutazioni:

- Accelerazione;
- Inerzia;
- Decelerazione;
- Frequenza frenante;
- Fermata.



Figura 5.6: Funzione DSE. [14]

Durante la marcia, sullo schermo Iveconnect compaiono anche indicazioni per la riduzione dei consumi; tali suggerimenti riguardano l'uso del cambio, del freno, del freno motore, le accelerazioni e lo sfruttamento dell'inerzia.

Al termine di ogni viaggio, il conducente può visualizzare sullo schermo un riepilogo di tutti gli indici di performance, espressi in percentuale e sintetizzati in forma grafica come si evince dalla Figura 5.7.

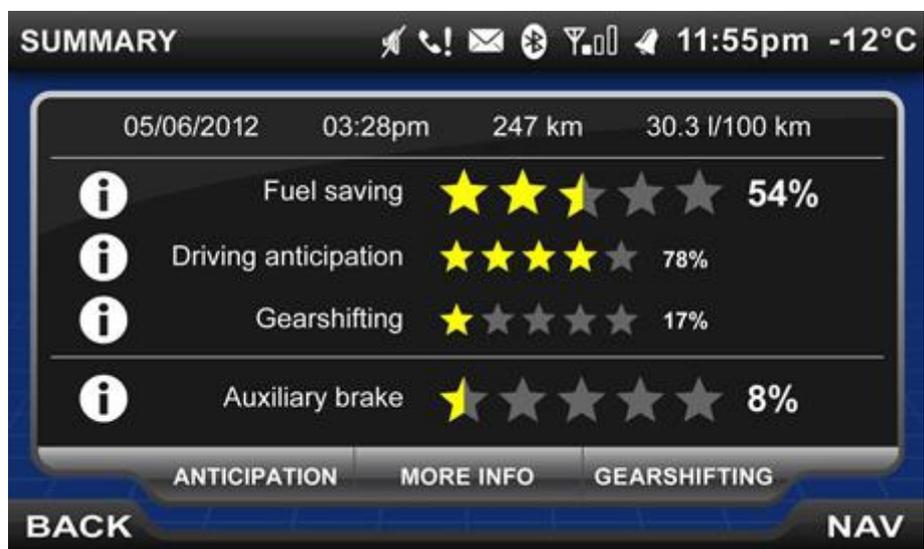


Figura 5.7: Valutazione finale DSE. [14]

Driving Style Evaluation esprime la sua massima potenzialità in abbinamento ai servizi di fleet management: il gestore può, infatti, valutare individualmente le performance e le necessità di formazione di ciascun autista.

5.1.2 Iveconnect Fleet

La funzione Assistance Non-Stop (ANS 24), mostrata in Figura 5.8, è la funzione a cui il driver può accedere semplicemente con un click attraverso il Radionav per inviare una richiesta di assistenza all'Iveco Customer Center. ANS 24 non richiede l'attivazione di un contratto di fleet management ma richiede solo il dispositivo telematico.

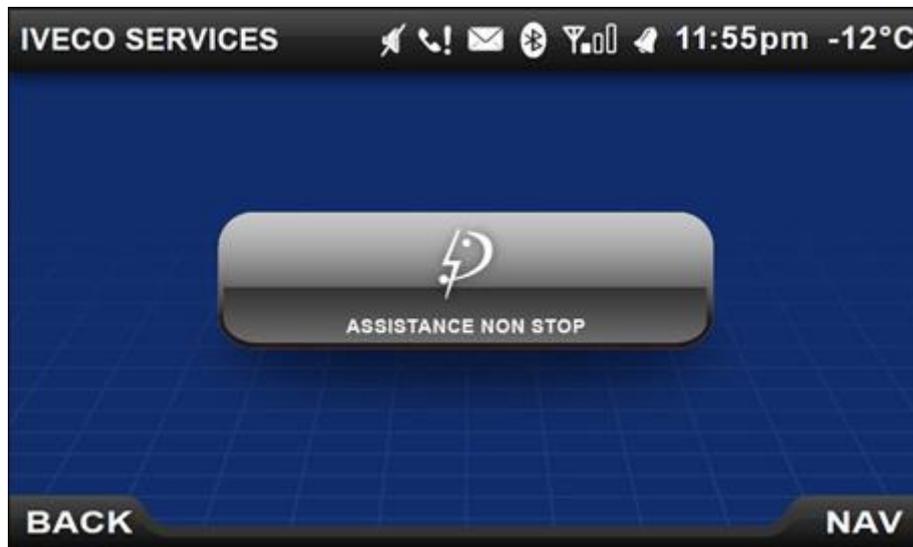


Figura 5.8: Funzione Assistance Non-Stop. [14]

I servizi di fleet management, invece, sono gestiti da Iveco S.p.A. in collaborazione con Omnitrac (gruppo Astrata). Si attivano con un contratto specifico e consentono l'accesso al portale FleetVisor per l'analisi dei report. Questo portale permette al Fleet manager di monitorare e gestire in tempo reale gli:

- orari di guida / di pausa degli autisti;
- messaggistica centrale operativa / autista;
- ordini e consegne;
- scarico automatico dei dati tachigrafo;
- report personalizzati;
- report Driver Attention Support;
- report Driving Style Evaluation;
- funzioni avanzate come track&trace e geofencing.

La funzione gestione ordini viene utilizzata per inviare comunicazioni di servizio; tale funzione indica la posizione che il conducente deve raggiungere e traccia il percorso della consegna; inoltre, tutte le informazioni sono visualizzate sul display di bordo. Con il sistema Iveconnect Fleet è possibile integrare questi dati nei sistemi logistici dell'azienda.

La centrale operativa può verificare in tempo reale orari di guida, consumo di carburante, posizione GPS e tempi di percorrenza previsti. Inoltre, il sistema permette di adempiere in automatico agli obblighi di legge relativi a scarico, gestione e archiviazione dei dati del tachigrafo e delle carte autisti. I report dettagliati e di facile utilizzo, possono essere personalizzati dal cliente in base alle sue esigenze specifiche. Il monitoraggio continuo delle performance degli autisti con il sistema DSE fornisce all'impresa di trasporto uno strumento per aumentare il proprio vantaggio competitivo. Infatti, il gestore della flotta è in grado di valutare le performance di guida individuali degli autisti, identificare i driver che richiedono una formazione specifica e istituire sistemi di incentivi basati su criteri oggettivi di misurazione. La riduzione del gap di consumi tra autisti che consumano di più e quelli che consumano di meno, consente di ridurre in modo sensibile i costi totali di carburante.

5.1.3 La struttura telematica Iveco

Per poter far fronte alla gestione interna delle funzionalità di Iveconnect finalizzate al Customer, Iveco ha creato una struttura interna come schematizzata in Figura 5.9.

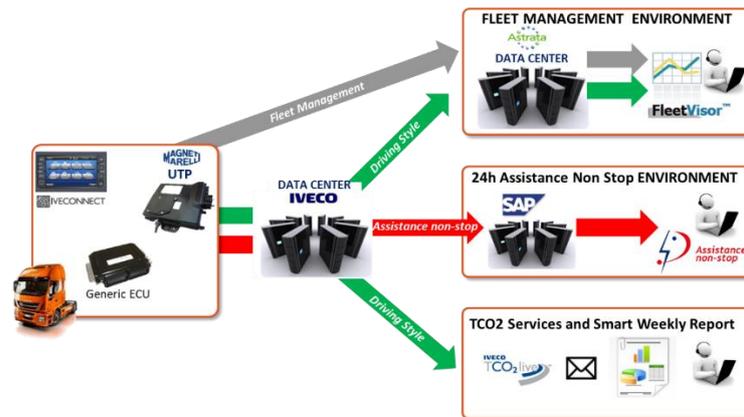


Figura 5.9: Struttura telematica Iveco.

Le informazioni estratte dal DSE, come si è visto precedentemente, possono essere gestite direttamente da FleetVisor nelle attività di gestione della flotta. Tuttavia queste passano anche da un secondo canale gestito internamente, il TCO₂ Smart Report. Questo consente una valutazione più precisa dei principali parametri di prestazione del veicolo e dell'autista. I report sono inviati automaticamente ogni settimana al manager della flotta mediante e-mail, con particolare attenzione allo stile e al trend di guida, al consumo di carburante di ciascun veicolo e all'impatto ambientale complessivo della flotta. Il servizio è indipendente dagli altri servizi di gestione della flotta disponibili tramite portale web.

Per ultimo, ma non per importanza, esiste il flusso ANS, che sarà trattato in dettaglio essendo il canale che ha reso possibile questo sviluppo di tesi.

5.2 Funzione ANS

Tutti gli Stralis EVO, così come gli Stralis della serie precedente, sono dotati di questa funzionalità che permette all'autista, in caso di breakdown, di richiedere, mediante un semplice click sullo schermo, l'intervento del Customer Center Iveco. Quest'ultimo, ricevendo direttamente dal sistema la posizione GPS del veicolo e dei dati diagnostici sulle possibili ragioni della fermata, contatterà il driver per fornire delle indicazioni di assistenza e chiedere ulteriori informazioni sulle ragioni di fermo macchina; successivamente, provvederà ad inviare sul posto l'autoriparatore che, nel migliore dei casi, effettuerà una riparazione su strada; nei casi peggiori, invece, dovrà rimorchiare il veicolo fino all'officina.

In Figura 5.10 è rappresentato lo schema a blocchi del sistema ANS.

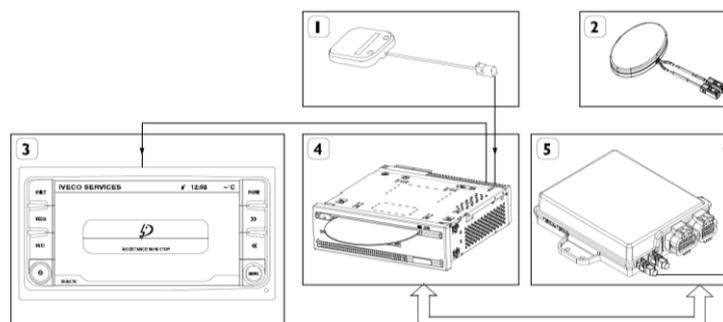


Figura 5.10: Schema a blocchi funzione ANS 1. Antenna GPS - 2 Antenna GPS/GPRS - 3. Schermata ANS (Display) - 4. Modulo Principale (Head Unit) - 5. Centralina Telematica (UTP). [12]

5.2.1 Modalità di trasmissione dati

Durante il suo normale funzionamento, l'applicazione ANS di bordo monitora continuamente il messaggio di spia per il cambio di stato delle seguenti lampade del quadro strumenti:

- Engine coolant temperature;
- Engine oil;
- Engine / Mil indicator;
- Tachograph indication.

Queste ultime verranno in seguito trattate più in dettaglio.

Se una o più lampade monitorate cambiano stato (da "off" a "on red", "on yellow", "on info") viene eseguita un'istantanea dei dati diagnostici e inviata al Centro di Convergenza con il flag "event trigger".

È bene ricordare che, durante il suo funzionamento, il sistema ANS non altera in alcun modo il flusso di interazione del display con l'utente. Tuttavia, anche nel caso in cui nessuna delle lampade in questione dovesse cambiare stato, esiste un'altra modalità di trasmissione dati che si verifica una volta al giorno al primo chiave su marcia del veicolo. In questo caso il contenuto del messaggio rimane identico, a meno del flag che risulta "Time out Expiration". Esiste, inoltre, anche un terzo caso in cui è possibile che il sistema trasmetta un'istantanea, come descritto prima, ovvero quando il driver fa una richiesta di Assistance no stop.

5.2.2 Contenuto del messaggio

All'interno del messaggio ricevuto dal sistema Iveconnect dal veicolo sono contenute diverse informazioni. Tra queste informazioni alcune sono di carattere più generico come ad esempio:

- Versione del protocollo: "A00";
- Vehicle VIN: "WJM12345678900000";
- Modalità di trasmissione:
 - "T" = event trigger;
 - "D" = timeout expiration;
 - "A" = driver assistance request;
- Data dell'invio del messaggio;
- Odometro alla data dell'invio del messaggio;
- Latitudine;
- Longitudine;
- Altitudine

Inoltre, per ciascun faults, sono note le seguenti informazioni diagnostiche:

- E.C.U. ID;
- E.C.U. Address, identificativo della centralina;
- Still active flag: indica se l'errore è ancora attivo sulla rete CAN (1) o meno (0);
- Data dell'invio in cui il guasto si è verificato;
- Odometro nel momento in cui si è verificato il fault in questione;
- fault's occurrence counter: è un contatore integrale che incrementa ogni volta che viene segnalato il guasto;
- SPN (Suspected Parameter Number) identificativo del guasto;
- FMI (Failure mode indication) identificativo del guasto;
- OC, numero di riportato dalla rete CAN l'ultima volta che il guasto è stato rilevato;
- CM (Conversion Method): "0";

- Giri motore [rpm];
- Coppia motore [%];
- Temperatura del fluido refrigerante [°C];
- Temperatura dell'olio nel motore [°C].

Le informazioni diagnostiche vengono raccolte leggendo codici di errore E.C.U. attivi tramite protocollo DM1 sul bus CAN FMS o sul bus CAN VDB provenienti da centraline mandatarie e relative al messaggio Tell-Tale, di cui si parlerà in seguito.

Nella figura 5.11 sono rappresentate le 6 mandatarie E.C.U.

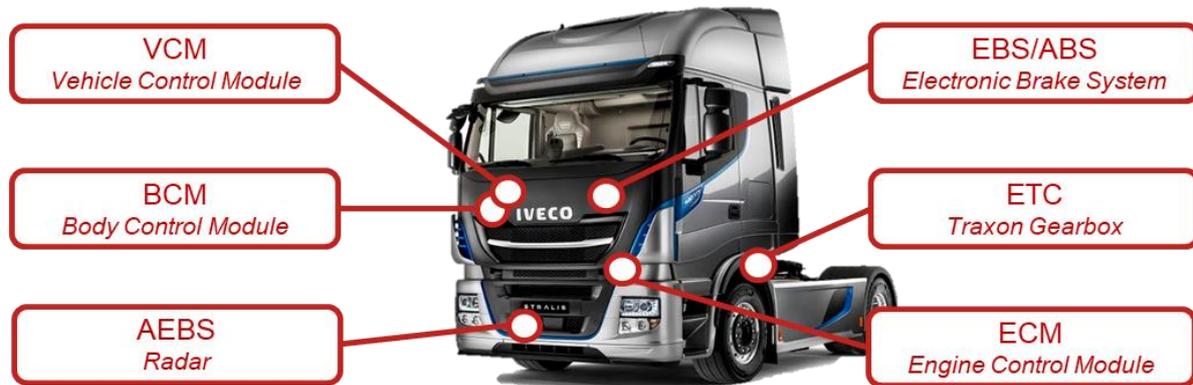


Figura 5.11: Mandatarie E.C.U.

5.2.3 Tell tale management

Il messaggio "Tell tale" è un messaggio CAN incluso nello standard FMS (SAE J1939 PGN 0xFD7D) che fornisce informazioni sullo stato delle 60 lampade del quadro strumenti. L'applicazione ANS gestirà le informazioni della spia Tell tale come se fossero state inviate su un DM1 mappando le informazioni nel modo seguente:

- Source address = 0xFD7D;
- SPN = Tell tale ID (1-60) descritti nella tabella seguente;
- FMI = Lamp status
 - 0 = off
 - 1 = on red
 - 2 = on yellow
 - 3 = info
 - 7 = not available;
- STILL ACTIVE: flag impostato su "1" se lo stato corrente della lampada è > 0 e ≤ 3 .

Le spie Tell tale gestite dall'applicativo ANS sono elencate nella Tabella 5.1., dove sono state anche indicate (T) quelle monitorate costantemente per eseguire un'istantanea da inviare al server.

Il server TechServices è progettato per ricevere tutti i dati disponibili dal Centro Dati Convergence, senza alcuna operazione preliminare di filtraggio. Tuttavia, i dati accumulati potrebbero essere troppo elevati per le officine che devono servire assistenza su strada (la presenza di un errore di vecchia data potrebbe essere inutile per diagnosticare la causa del breakdown); ciò significa che ne viene consegnato solo un sottoinsieme di questi: tutti quelli con lo stato attivo e, qualora non rientrasse nella categoria appena elencata, quelli verificatosi nell'arco delle ultime 24 ore o negli ultimi 300 km

Tabella 5.1: Tell tale lamps [15]

ID	Description	T	ID	Description	T
1	Cooling air conditioning		31	Steering failure	
2	High beam, main beam		32	Height Control (Levelling)	
3	Low beam, dipped beam		33	Retarder	
4	Turn signals		34	Engine Emission system failure (Mil)	
5	Hazard warning		35	ESC indication	
6	Provision for the disabled		36	Brake lights	
7	Parking Brake		37	Articulation	
8	Brake failure/brake system malfunction		38	Stop Request	
9	Hatch open		39	Pram request	
10	Fuel level		40	Bus stop brake	
11	Engine coolant temperature	T	41	AdBlue level	
12	Battery charging condition		42	Raising	
13	Engine oil	T	43	Lowering	
14	Position lights,side lights		44	Kneeling	
15	Front fog light		45	Engine compartment temperature	
16	Rear fog light		46	Auxillary air pressure	
17	Park Heating		47	Air filter clogged	
18	Engine / Mil indicator	T	48	Fuel filter differential pressure	
19	Service, call for maintenance		49	Seat belt	
20	Transmission fluid temperature		50	EBS	
21	Transmission failure/malfunction		51	Lane departure indication	
22	Anti-lock brake system failure		52	Advanced emergency braking system	
23	Worn brake linings		53	ACC	
24	Windscreen/windshield washer fluid		54	Trailer connected	
25	Tire failure/malfunction		55	ABS Trailer 1,2	
26	Malfunction/general failure		56	Airbag	
27	Engine oil temperature		57	EBS Trailer 1,2	
28	Engine oil level		58	Tachograph indication	T
29	Engine coolant level		59	ESC switched off	
30	Steering fluid level		60	Lane departure warning switched off	

5.3 Introduzione alla Telediagnosi dei guasti e al monitoraggio Real Time dei Truck

L'idea sulla quale si fonda il concetto innovativo della diagnosi via telematica, oggetto dell'attività del tirocinio svolto presso Iveco S.p.A., è quella di sfruttare le informazioni diagnostiche ricevute tramite il sistema ANS per stimare il livello di criticità dei Veicoli Pesanti durante il loro utilizzo ordinario e lontani da manutenzioni programmate. Dall'analisi dati dei faults e di tutte le altre informazioni reperibili dalla rete, si è pensato di creare degli alert finalizzati ad avvisare il conducente della presenza di un problema che, se non risolta nel breve/medio periodo, può scaturire degli inconvenienti più o meno gravi. Tuttavia, nell'adozione di questa strategia, bisogna far fronte ai seguenti inconvenienti:

- Dal punto di vista statistico, il pacchetto dati inviato dal sistema ANS, data la natura degli event trigger, è costituito da istantanee che si susseguono in modo aleatorio. Malgrado ciò, considerando la possibilità della trasmissione timeout expiration, nelle condizioni di normale uso del veicolo, è garantito almeno una volta al giorno. Dunque, preso il guasto i-esimo, di questo è possibile conoscere il time history, ma solo in modo frazionato.
- I DTC ricevuti da questo sistema costituiscono una mole di dati non semplice da gestire che, nella maggioranza dei casi, non è sinonimo di alcun tipo di anomalia. Infatti, frequentemente ci si imbatte in "falsi guasti" correlati spesso al normale funzionamento del veicolo o a falsi allarmi durante la fase di avviamento.
- Stabilire la criticità di un determinato errore, o di un assieme di questi, non è scienza esatta, ma deduzione basata in gran parte sulla statistica e sull'esperienza nel settore.

Fatte queste premesse, risulta evidente che, per sviluppare un sistema di alert partendo da questa base dati, sia necessario costruire degli algoritmi che permettano di ottenere:

- Routine di analisi DTC automatiche;
- Clusterizzazione dei dati stessi secondo criteri di gravità/frequenza/peso e ricaduta sull'attività del cliente, macro-tipologia e urgenza di supporto con logica di richiamo semaforica.

5.4 Esempi di algoritmi

Nella Figura 5.12 e nella Figura 5.13, sono rappresentate le generiche strutture con cui possono essere definiti gli algoritmi degli alert rispettivamente per un solo DTC o per più di questi che si verificano con una certa simultaneità.

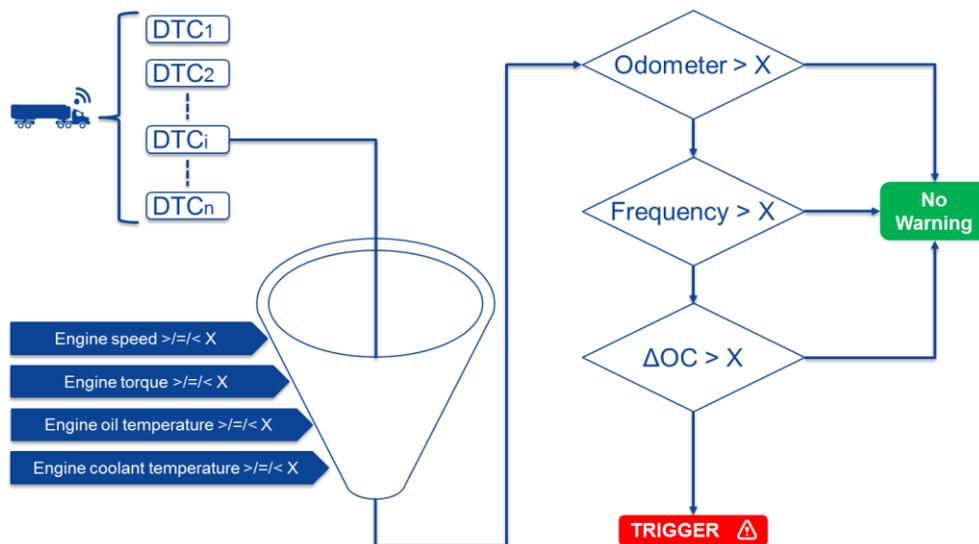


Figura 5.12: Logica seguita nella struttura di un algoritmo in cui è considerato un solo guasto

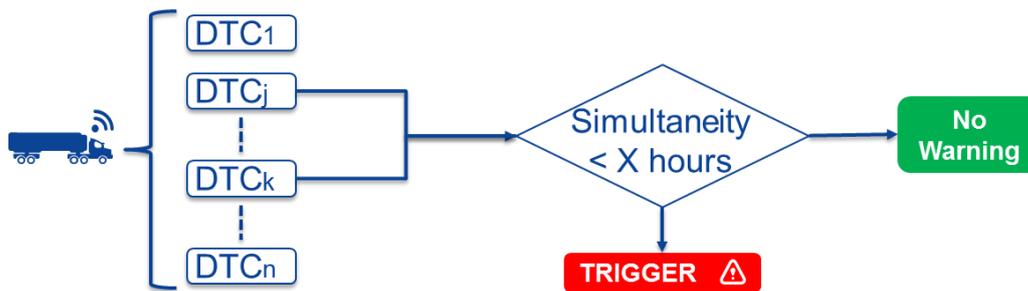


Figura 5.13: Logica seguita nella struttura di un algoritmo in cui sono considerati diversi guasti simultaneamente.

Come si evince, le variabili che entrano in gioco sono molteplici. Combinare assieme tutti i DTC e associare ad ognuno di questi un livello di allerta, risulta essere un'impresa quasi impossibile. Tuttavia, se si prescindono dalle condizioni al contorno (engine speed, engine torque, ecc.) che vanno personalizzate per ciascun faults, e ci si concentra sulle variabili principali quali OC, finestra temporale e Still Active, è possibile pensare di individuare delle classi di criticità da associare a un determinato Data Trouble Code. Nella Tabella 5.2, vengono elencati alcuni esempi di queste Classi di criticità.

Tabella 5.2: Esempio Classi di criticità dei guasti

Classe di criticità	Variabili per la criticità del DTC	Interpretazione
A1	Nessuna variabile	Guasto critico appena si manifesta
A2	Still Active =1	Guasto critico se attivo
A3	ΔOC (in time window) >1	Guasto critico se si verifica più di una volta in una determinata finestra temporale
A4	ΔOC (in time window) >1 Distinct Days (in time window) >1	Guasto critico se si verifica più di una volta ed in giorni diversi in una determinata finestra temporale
A5	ΔOC (in time window) >2	Guasto critico se si verifica più di due volte in una determinata finestra temporale
A6	ΔOC (in time window) >2 Distinct Days (in time window) > 2	Guasto critico se si verifica più di due volte ed in più di due giorni diversi in una determinata finestra temporale
B1	Simultaneità < time window	Dati almeno due guasti: appena si verificano contemporaneamente in una certa time window
B4	Simultaneità < time window ΔOC (in time window) >1 Distinct Days (in time window) >1	Dati almeno due guasti: appena si verificano contemporaneamente in una certa time window; Inoltre ciascun guasto è critico se si verifica più di una volta ed in giorni diversi in una determinata finestra temporale

5.4.1 Sistema di Alimentazione Diesel Common Rail

Sempre a titolo esemplificativo, facendo riferimento al Sistema di Alimentazione dei motori Cursor descritti nel capitolo precedente, nella Tabella 5.3 sono riportati i vari Faults che possono generare degli alert e la Classe di criticità (definita nella tabella precedente) associata per ognuno di questi. Inoltre, si può notare come tale classe non è direttamente correlata al colore della lampada sul Cluster, ovvero: i guasti che fanno accendere una spia gialla possono essere correlati a tre tipi di classe diversa.

Tabella 5.2: Classe di criticità dei guasti del sistema di Alimentazione Diesel Common Rail dei Cursor

Component	Description	DTC [hex]	SPN [hex]	FMI [hex]	Cluster Lamp Color	Class
Fuel pressure (Rail) sensor	Fuel pressure (Rail) sensor: Sensor voltage below lower limit	9D000C	9D	C	Red	A1
Fuel pressure (Rail) control	Fuel pressure control Pressure Relief valve: maximum rail pressure in limp home mode with PRV	C3151F	15C3	1F	Red	A1
Pressure Relieve Valve	Pressure Relief Valve: Pressure shock test performed, second step, rail pressure shock	C3150A	15C3	A	Red	A1
Fuel pressure (Rail) sensor	Fuel pressure (Rail) sensor: Sensor voltage above upper limit	9D000B	9D	B	Red	A1
Injector	Injector: check of minimum rail pressure	9D0001	9D	1	Yellow	A1
Fuel metering unit	Fuel metering unit: over temperature of device driver of metering unit	A20506	5A2	6	Yellow	A1
Fuel metering unit	Fuel metering unit: open load of metering unit output	A20505	5A2	5	Yellow	A1
Fuel metering unit	Fuel Metering Unit: Short Circuit to Battery at High Side	A20503	5A2	3	Yellow	A1
Fuel metering unit	Fuel Metering Unit: Short Circuit to Battery at Low Side	A30503	5A3	3	Yellow	A1
Fuel metering unit	Fuel Metering Unit: Short Circuit to Ground at High Side	A20504	5A2	4	Yellow	A1
Fuel metering unit	Fuel Metering Unit: Short Circuit to Ground at Low Side	A30504	5A3	4	Yellow	A1
Pressure Relieve Valve	Pressure Relief Valve: Pressure shock test performed, first step, rail pressure increase	C31500	15C3	0	Yellow	A3
Fuel pressure control Metering unit	Fuel pressure control Metering unit: Fuel Rail pressure above maximum limit with MeUn Control	A20500	5A2	0	Yellow	A3
Pressure Relieve Valve	Info: Pressure Relief Valve Opened	C3150B	15C3	B	Yellow	A3
Fuel pressure (Rail) control	Monitoring for pressure loss in the high pressure fuel rail	D7040E	4D7	E	Yellow	A3
Fuel pressure (Rail) sensor	Fuel pressure (Rail) sensor: Rail pressure raw value is intermittent	9D0002	9D	2	Yellow	A3
Fuel pressure control Metering unit	Fuel pressure control Metering unit: Too high fuel pressure with MeUn on 0-delivery state	40EEEF	7EE40	F	Yellow	A3

Fuel pressure control Metering unit	Fuel pressure control Metering unit: Fuel rail pressure below limit with MeUn Control	41EEF1	7EE41	11	Yellow	A3
Fuel pressure control Metering unit	Fuel pressure control Metering unit: Too low fuel rail pressure with MeUn Control	40EEF2	7EE40	12	Yellow	A3
Pressure Relieve Valve	Pressure Relief Valve: Opening count of PRV for wear out monitoring had exceeded maximum value	C3150F	15C3	F	Yellow	A3
Pressure Relieve Valve	Pressure Relief Valve: Open time of PRV for wear out monitoring had exceeded maximum value	C31510	15C3	10	Yellow	A3
Fuel pressure control Metering unit	Fuel pressure control Metering unit: Leakage in overrun	D8040B	4D8	B	Yellow	A4
Fuel pressure control Metering unit	Fuel pressure control Metering unit: Leakage in high pressure system detected at idle	D8040E	4D8	E	Yellow	A4
Fuel pressure (Rail) control	Fuel pressure (Rail) control: Leakage in high pressure system	D8041F	4D8	1F	Yellow	A4

5.4.2 Sistema di post trattamento dei gas di scarico SCRT

Un altro esempio molto significativo, è quello relativo al sistema di trattamento dei gas di scarico. Nella Tabella 5.3 è riportato un esempio molto simile al precedente relativo ai DTC del Diesel Particulate Filter (DPF)

Tabella 5.3: Classe di criticità dei guasti del sistema Diesel Particulate Filter dei Cursor

Component	Title	DTC [hex]	SPN [hex]	FMI [hex]	Cluster Lamp Color	Class
DPF pressure monitoring	DPF filter differential pressure sensor: sensor reporting over voltage error	B30C10	CB3	10	Red	A1
DPF model plausibility	DPF filter differential pressure sensor: sensor reporting underr voltage error	931400	1493	0	Yellow	A4
DPF pressure monitoring	DPF filter differential pressure sensor: wrong sensor type installed	B30C02	CB3	2	Yellow	A4
DPF pressure monitoring	DPF filter differential pressure sensor: sensor reports an internal fault	B30C0F	CB3	F	Yellow	A4
DPF pressure sensing	DPF pressure monitoring: Differential pressure over DPF higher then expected	B30C0E	CB3	E	Yellow	A4
DPF model plausibility	DPF pressure monitoring: Fault check for the pressure sensor plausibility	F80B07	BF8	7	Yellow	A4
DPF pressure sensing	Differential pressure over particulate filter above maximum	B30C07	CB3	7	Yellow	A4
DPF pressure sensing	DPF model plausibility: Diagnostic fault check for damaged particulate filter	B30C04	CB3	4	Yellow	A4
DPF pressure sensing	DPF: filter efficiency too low	B30C03	CB3	3	Yellow	A4

Tuttavia, è nel gruppo Aftertreatment Systems (ATS) del sistema SCRT che si trovano i guasti più interessanti sotto il punto di vista della Control Room. Poiché il numero di questi Data Trouble Code è nell'ordine delle centinaia, non verranno riportati in forma tabellare.

La peculiarità di questi DTC è data dal fatto che, nonostante siano tutti identificati da spie di colore giallo, nella pratica possono essere spesso correlati breakdown: a tali guasti, infatti, è sempre associato un inducement (paragrafo 4.5), il che significa che al conducente compare una spia gialla che spesso tende ad ignorare fin quando non inizia a percepire una riduzione di coppia.

Per i DTC sopracitati, oltre a poter essere utilizzati alert simili ai precedenti, è possibile pensare anche a classi di criticità di tipo B. Esiste infatti un Data trouble code (DTC: D6161F; SPN: 16D6; FMI: 1F) il quale più che un guasto vero e proprio è un'informazione di una possibile riduzione di coppia imminente dovuta al fatto che si sta inquinando e non si stanno rispettando i limiti della normativa imposta dalla legge. Questo, se correlato ad altri guasti del sistema ATS, rappresenta un classico alert telediagnostico.

5.5 Peculiarità della Telediagnosi Real Time da remoto

Come auspicabile, da questo approccio metodologico nascono diverse nuove opportunità: infatti si crea valore aggiunto rispetto al metodo di diagnosi "tradizionale". Tuttavia, si porta con sé dei difetti dovuti ai limiti tecnologici della stessa, poiché il sistema ANS non era stato progettato per supportare tale attività.

Le peculiarità di tale metodo sono:

- Mentre un normale strumento di diagnosi come E.A.SY. può analizzare tutti i DTC presenti su tutte le E.C.U. del veicolo, L'UTP è progettato per leggere soltanto i DM1 delle mandatory E.C.U. e messaggi Tell Tale;
- L'UTP, per collettare le informazioni diagnostiche, necessita che sia inserita chiave su marcia, ovvero che vi sia trasmissione dati sul bus CAN FMS o sul bus CAN VDB, e durante tale comunicazione "legge" i messaggi CAN presenti. Lo strumento di diagnosi, invece, entra direttamente nella rete CAN e acquisisce tutti i parametri di cui ha bisogno "interrogando" le E.C.U., risultando indubbiamente più affidabile. Durante l'attività di tirocinio, infatti, si è testato che alcuni guasti rilevati via etere si comportino in modo "anomalo" e possono essere processati come "falsi guasti". Allo stesso tempo c'è la possibilità che altri errori presenti vengano persi per anomalie di trasmissioni dati;
- Approccio proattivo nel prevenire il breakdown: il conducente può essere invitato a far fermare il veicolo prima che il guasto lo costringa ad uno stop obbligatorio. È doveroso anche ricordare che codici DM1, sono progettati per essere visualizzati direttamente sul cluster ed avvisare il conducente, tramite l'accensione di una o più spie, dell'anomalia presente sul veicolo (come è stato descritto nel Capitolo 3 quando si è parlato del Cluster). Tuttavia, contrariamente a quanto suggerito nel Libretto Uso e Manutenzione del veicolo, l'autista tende sempre a comportarsi meno preventivamente di quanto indicato. È solito, infatti, trascurare le anomalie se queste sono di tipo intermittente o interpretare un'anomalia di secondo livello (spia gialla) come un qualcosa di trascurabile. Dalle analisi fatte, invece, risulta che intervenire su questi tipi di errori, associando la classe di criticità opportuna, rappresenta il massimo valore aggiunto che può essere apportato dall'attività proattiva della Control Room.
- Natura dinamica nell'analizzare il guasto: mentre con l'approccio tradizionale, una volta collegato lo strumento di diagnosi, è possibile conoscere soltanto lo stato attuale delle occorrenze, ora è possibile, seppur non sempre in modo continuo, vedere come queste incrementano nel tempo. Questo può permettere di stabilire dunque un livello di allerta caratterizzato da un indice di frequenza delle occorrenze;

- È possibile conoscere i guasti del veicolo già prima che questo arrivi in officina e senza collegare alcuna interfaccia OBD. Questo può essere utile al dealer che, conoscendo in anticipo il tipo di problematica, ha tempo di organizzare al meglio il lavoro e minimizza i tempi di diagnosi.

5.6 La gestione degli Alert attraverso una Control Room

Data l'enorme potenzialità di tale attività, l'idea di Iveco S.p.A. è stata quella di creare una sala di monitoraggio pensata per offrire al cliente un servizio di assistenza proattiva qualora un suo veicolo, sottoposto alla routine di analisi degli errori trasmessi, dovesse rientrare nella logica di richiamo semaforica definita dagli algoritmi sopracitati.

Il flusso di tale attività è illustrato nella Figura 5.14.

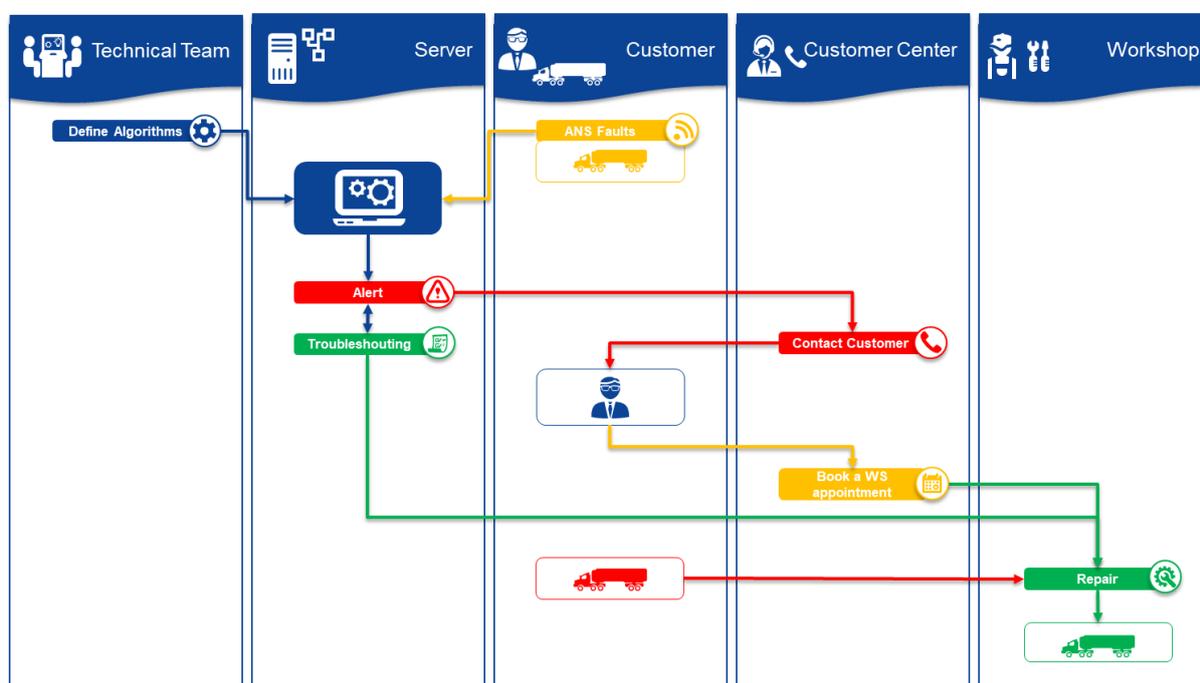


Figura 5.14: Activity Diagram Control Room

Un modo di operare del tutto simile a quello di Iveco è quello del gruppo Daimler, che ha già da tempo lanciato il servizio Mercedes Benz Uptime. Nel Capitolo 1, si è parlato già del fatto che Daimler, assieme a Volvo, è tra i competitor quello più all'avanguardia per quanto riguarda la struttura della telematica: infatti offre un servizio a pagamento al costo di 11 €/mese per veicolo, se si dispone già di un contratto di manutenzione completo, 21 €/mese se invece è acquistato separatamente. Tuttavia non tutti i competitor hanno deciso di adottare la stessa strategia per crear gli alert: Volvo, infatti, inviano direttamente i risultati delle analisi back-end dei dati direttamente al dealer di riferimento del flottista che dovrà occuparsi direttamente di contattare il cliente e svolgere il rispettivo piano di manutenzione.

5.7 Benefici della Control Room

A beneficiare dall'attività della sala di monitoraggio sono l'azienda, il cliente e l'officina:

- **AZIENDA**

Premesso che veicoli monitorati sono tutti in garanzia ed hanno attivo il servizio di assistenza no-stop 24h, la logica che segue può essere estesa anche ai veicoli fuori garanzia considerando soltanto che i costi risparmiati dall'azienda diventano costi risparmiati dal cliente. Minimizzando il numero di breakdown, è possibile contemporaneamente sia diminuire il numero di richieste ANS che prevenire possibili rotture di componenti costosi. Queste sono due voci di costo che, come si vedrà, pesano molto tra i benefici analizzati. Un altro vantaggio riguarda la possibile riduzione di sostituzioni non necessarie/errate dei componenti. Infatti, non è raro che, per i veicoli in garanzia, i meccanici (per errata diagnosi o per la fretta di riconsegnare il mezzo nel tempo richiesto dal cliente) sostituiscono il componente sbagliato o senza che ce ne sia bisogno. Questo inconveniente può essere arginato grazie alla clusterizzazione delle Work instructions della Control Room ed alla completa tracciabilità del processo. Infine, vanno anche considerati come benefici: il feedback dovuto al monitoraggio costante dei dati per incrementare la qualità di prodotto, potenziali revenue da nuovo modello di servizio e fidelizzazione cliente;

- **CLIENTE**

Miglioramento della Customer Experience in termini di: minimizzazione del numero di breakdown; possibilità di programmare gli appuntamenti in officina con anticipo, in accordo con i piani di trasporto programmati, nonché minimizzazione dei tempi di fermo veicolo in officina grazie alle istruzioni operative fornite dalla prediagnosi della Control Room;

- **OFFICINA AUTORIZZATA**

Tempi di diagnosi ridotti al minimo e ottimizzazione delle attività di scheduling in accordo con i piani di manutenzione. Inoltre, premesso che non sempre un veicolo viene riparato in un'officina autorizzata, per queste ultime si registra un incremento dei volumi.

5.7.1 Approccio metodologico per la stima dei benefici

Prima ancora di esporre la metodologia adottata per stimare i benefici che possono essere ottenuti dall'attività, è importante specificare quali sono le assunzioni di base che sono state adottate.

Innanzitutto è stata usata la seguente classificazione: benefici quantificabili (in termini di saving e/o tempo) e non quantificabili. Essi sono:

- **Benefici non quantificabili**

Tra questi rientrano sia quei benefici di cui non è possibile dare una stima in termini di costi e/o tempi che quei benefici qualitativi. Ad esempio, è difficile stimare benefici come l'**aumento dei volumi delle officine autorizzate** oppure il risparmio per il cliente associato ai **costi di fermo macchina**. Rientrano, invece, tra i benefici qualitativi la **fidelizzazione del cliente**, la **sviluppo della qualità del prodotto** associati allo studio delle problematiche del veicolo e soprattutto il **rafforzamento del Brand** legato a tale attività innovativa.

- **Benefici quantificabili**

Rientrano, invece, tra questa categoria la **minimizzazione dei breakdown**, l'**efficientamento dei processi di riparazione/manutenzione** e la **riduzione dei costi di garanzia**.

Per il calcolo dei saving, la prima ipotesi adottata è la seguente: tutte le riparazioni effettuate in garanzia a seguito dell'intervento proattivo della Control Room, sarebbero state effettuate comunque, almeno in un secondo momento. Questo significa, ad esempio, che se un sensore difettoso con il tempo può degenerare in una serie di problematiche; il costo del sensore per l'azienda è indifferente se associato a due tempi diversi, ma la serie di problematiche che si sono evitate sostituendo prima il sensore, rientrano tra i benefici apportati dall'attività.

In generale, a seguito di un'anomalia, gli scenari possibili sono tre:

1. il guasto è talmente grave che, se non si interviene subito, si ha un breakdown ed è necessario richiedere il servizio ANS 24;
2. non si ha breakdown, ma si deve comunque portare il veicolo in officina al più presto e quindi si ha uno stop non programmato;
3. nonostante l'anomalia, il veicolo riesce a viaggiare senza grossi problemi fino alla prossima manutenzione programmata.

È possibile associare per ciascun algoritmo che genera un alert una probabilità che si verifichi uno dei casi elencati sopra. Allo stesso modo si può pensare di collegare anche una probabilità di rottura di un componente, qualora non venga risolta un'anomalia nel più breve tempo possibile.

Fatte queste premesse, è possibile fornire la seguente linea guida per il calcolo di massima dei saving/tempi dei benefici:

- **Minimizzazione dei breakdown**

Associando una probabilità che avvenga un fermo veicolo su strada al costo di un ANS 24 per l'azienda è possibile monetizzare il risparmio. Contemporaneamente, si può stimare anche un risparmio per il cliente inteso come minimizzazione dei tempi di attesa per veicolo fermo su strada ed i connessi costi del conducente.

- **Efficientamento dei processi di riparazione/manutenzione**

Nel caso in cui si trasforma una sosta non programmata in una sosta programmata dove all'officina viene già fornita una prediagnosi del veicolo, riducendo i vari tempi passivi, a beneficiarne ne saranno anche cliente e Azienda.

- **Riduzione dei costi di garanzia**

Rappresentati dal risparmio che ha l'azienda nell'evitare una possibile rottura di un componente costoso.

Nella Figura 5.15 sono sintetizzati qualitativamente i benefici elencati. Da questa emerge che, anche se evitare un breakdown ha un peso maggiore, essendo meno frequente di uno stop non programmato, al regime dell'attività l'impatto cumulativo dei due benefici è equiparabile; inoltre, risulta evidente che la monetizzazione più importante per l'azienda è rappresentata dalla riduzione dei costi di garanzia.

	 Enterprise	 Customer	 Workshop
Avoided a Possible Breakdown			
Efficient Management of repair			
Warranty Cost Reduction			

Figura 5.15: Stima qualitativa dei benefici

5.8 Sviluppi futuri

È stato dimostrato, dunque, quanto la telediagnosi da remoto, pur essendo soltanto agli albori, sia in grado di offrire numerosissimi vantaggi. Nonostante l'analisi sia stata limitata al segmento dei Veicoli Pesanti, che risultano comunque il segmento di mercato che può trarre maggiori benefici, la logica di fondo può essere estesa a tutto il parco circolante e personalizzata per ciascuna gamma. In particolare, una menzione a parte, va fatta per i veicoli completamente elettrici. In questi, infatti, l'architettura elettronica risulta estremamente più semplice rispetto a quella di un veicolo a trazione tradizionale dove, per controllare la gestione di ogni funzionalità, la sensoristica è ormai talmente tanto complessa che per l'autoriparatore sta diventando quasi ingestibile. Inoltre, essendo tutti parametri di natura elettrica, questi risultano facilmente monitorabili, talvolta senza dover ricorrere ad un DTC.

Un altro fattore a sostegno di queste ipotesi è quello dovuto agli innumerevoli vantaggi che si possono trarre dall'utilizzo di un Hardware telematico più performante: l'UTP, che è uno strumento abbastanza obsoleto rispetto agli standard che oggi possono essere offerti dagli OEM, ha reso possibile le analisi back-end da remoto di una grande quantità di dati che, tuttavia, risultano molto limitate se si paragonano a quelle che possono essere offerte dalle future tecnologie telematiche con cui saranno equipaggiati i veicoli negli anni a venire. Analogamente, le molteplici tecnologie coinvolte nell'Hype Cycle, descritte nel primo capitolo, contribuiranno in modo sostanziale allo sviluppo della Telediagnosi Real-Time.

5.8.1 Introduzione alla manutenzione predittiva

L'idea di monitorare costantemente un veicolo da remoto e di stabilire quando un guasto raggiunge uno stato critico può definirsi una metodologia di "diagnosi proattiva".

Purtroppo, considerare soltanto i guasti con le relative condizioni al contorno o con un determinato numero di occorrenze, non è sufficiente per prevenire tutti i possibili breakdown di un veicolo legati ad un qualunque tipo di cedimento. Infatti, non a tutte le anomalie corrisponde un DTC.

Inoltre, alcuni di questi risultano critici già alla prima occorrenza e/o rappresentano un cedimento che ha già generato un fermo veicolo, il che si traduce in nessuna possibilità di attuare alcuna azione preventiva.

Va ricordato anche che stabilire la criticità di un codice guasto non è scienza, ma frutto di considerazioni basate in gran parte sull'esperienza e su statistiche non poco dispersive.

Nasce così la necessità di focalizzare l'attenzione su nuovi parametri e nuovi dati da integrare a quelli già disponibili, al fine di colmare le lacune sopracitate.

È ormai uno standard da decenni, nel campo automobilistico, il concetto di manutenzione ordinaria e programmata. Alla base di questa ci sta la sostituzione/controllo di alcuni componenti critici (che rientrano nelle possibili cause di breakdown di cui si è fatto cenno prima) su base chilometrica.

Da quest'ultima considerazione emerge che: fare affidamento al chilometro per prevenire una rottura, frutto di elaborazioni statistiche alquanto aleatorie, sia un concetto parecchio riduttivo, vista l'enorme quantità di variabili che entra in gioco nello stabilire la vita di un componente.

Ha origine da questi concetti la necessità di passare alla manutenzione predittiva. Questa si basa sull'idea di raccogliere e monitorare tutti i segnali CAN relativi ad ogni componente di interesse durante il normale utilizzo del veicolo e stabilire, mediante algoritmi back-end, la vita utile dei componenti stessi.

Le nuove tecnologie digitali di cui si è parlato nell'Hype Cycle come la Machine Learning, la connettività, i Big Data, Cloud Computing, avranno un ruolo chiave nel successo di questa strategia.

CONCLUSIONI

Si è visto, dunque, come l'elettronica ha rivoluzionato i veicoli pesanti moderni sia nei sistemi di motopropulsione che in una serie di sistemi funzionali e soprattutto, aprendo le porte all'utilizzo della telematica per la creazione di nuovi servizi e la generazione di nuove opportunità di business.

Lo sviluppo di un sistema telematico per il monitoraggio guasti rientra a tutti gli effetti nella mega tendenza della "Servitization" che sta rivoluzionando l'intera industria automobilistica sulla scia della trasformazione dello scenario competitivo che passa dall'ingegneria pura verso domini sempre più legati al digitale.

In particolare, le aziende si dimostrano pronte ad applicare queste tendenze al campo della diagnosi e a stravolgere il concetto di manutenzione straordinaria con il fine di rendere i servizi più efficienti, più Smart e meno costosi.

Le sole informazioni diagnostiche dei Data Trouble Code trasmesse dall'applicativo telematico attuale, si sono rivelate un ottimo punto di partenza per la creazione di un sistema di monitoraggio, ma non sono sufficienti per poter prevenire e comprendere a pieno qualunque tipo di anomalia presente su un camion.

Nonostante le tecnologie non siano ancora del tutto consolidate e le risorse non siano ancora state sfruttate al massimo, azienda, cliente e dealer hanno già iniziato ad usufruire di importanti benefici apportati dalle attività di Control Room.

Per consolidare il brand, ridurre i costi e migliorare la customer experience le aziende automobilistiche e gli O.E.M. (Original Equipment Manufacturer) devono concentrare gli sforzi sullo sviluppo della telematica, producendo Hardware più performanti, sfruttando le potenzialità dei Big Data Analytics e di tutte le tecnologie finalizzate alla trasformazione digitale del settore Automotive.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Hines J.F., 2016, *Forecast: Connected car production, Worldwide*, Gartner
- [2] Wikipedia, *Hype Cycle*, disponibile al sito https://it.wikipedia.org/wiki/Hype_cycle
- [3] Birkner M., Michael Ramsey, 2017, *Hype Cycle for Connected Vehicles and Smart Mobility*, Gartner
- [4] Accenture, 2017, *Connected truck study & benchmark Abstract*
- [5] Statista, *Automotive electronics cost as a percentage of total car cost worldwide from 1950 to 2030*, disponibile al sito <https://www.statista.com/statistics/277931/automotive-electronics-cost-as-a-share-of-total-car-cost-worldwide/>
- [6] Texa, 2017, *IDC5 Truck istruzioni di base*, disponibile online al <https://www.texa.it/Upload/Depliant/texaedu-p5t-it.pdf>
- [7] Iveco SPA, *Evoluzione Linea CAN*
- [8] Chong A., *The Growth of Automotive Electronics in Apac*, disponibile online al https://www.infineon.com/export/sites/default/cn/drivingasia_chap2.pdf
- [9] Wikipedia, *CAN BUS*, disponibile al sito https://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus
- [10] Junge M., 2010, *Introduction to J1939*, disponibile online al https://vector.com/portal/medien/cmc/application_notes/AN-ION-1-3100_Introduction_to_J1939.pdf
- [11] CNH industrial Academy, 2016, *Manuale del Corso ME66 Motori Cursor 13-11 EURO VI C*
- [12] CNH industrial Academy, 2016, *Manuale del Corso E66 Impianto HI-MUX*
- [13] CNH Industrial, 2016, *Manuale Istruzioni STRALIS EVO EURO VI C*
- [14] Iveco S.p.A., *TECHNOLOGY & TELEMATICS: Iveconnect*, <https://www.iveco.com/italy/servizi/pages/hi-technology-telematics-iveconnect.aspx>
- [15] CNH Industrial, 2015, *ANS System description*

APPENDICE A - SAE J1939-73 Failure Mode Identifier (FMI): Assignment description and guideline

FMI	text	SAE J1939-73 Assignment description and guideline
0	Data Valid, Above Normal Range - Most Severe	The signal communicating information is within a defined acceptable and valid range, but the real world condition is above what would be considered normal as determined by the predefined most severe level limits for that particular measure of the real world condition (Region e of the signal range definition). Broadcast of data values is continued as normal.
1	Data Valid, Below Normal Range - Most Severe	The signal communicating information is within a defined acceptable and valid range, but the real world condition is below what would be considered normal as determined by the predefined least severe level limits for that particular measure of the real world condition (Region d of signal range definition). Broadcast of data values is continued as normal.
2	Data Erratic, Intermittent Or Incorrect	Erratic or intermittent data includes all measurements that change at a rate that is not considered possible in the real world condition and must be caused by improper operation of the measuring device or its connection to the module. Broadcast of data value is substituted with the “error indicator” value. Incorrect data includes any data not received and any data that is exclusive of the situations covered by FMIs 3, 4, 5 and 6 as follows in A.1.2.4 through A.1.2.7. Data may also be considered incorrect if it is inconsistent with other information collected or known about the system. See FMI 20 and FMI 21 for systems which desire to have separate DTCs for a rationality check for data drifted high and another DTC for a rationality check for data drifted low for the same component.
3	Voltage Above Normal, Or SCB	a. A voltage signal, data or otherwise, is above the predefined limits that bound the range (Region g of the signal range definition). Broadcast of data value is substituted with the “error indicator” value. b. Any signal external to an electronic control module whose voltage remains at a high level when the ECU commands it to low. Broadcast of data value is substituted with the “error indicator” value.
4	Voltage Below Normal, Or SCG	a. A voltage signal, data or otherwise, is below the predefined limits that bound the range (Region f of the signal range definition). Broadcast of data value is substituted with the “error indicator” value. b. Any signal external to an electronic control module whose voltage remains at a low level when the ECU commands it to high. Broadcast of data value is substituted with the “error indicator” value.
5	Current Below Normal Or OL	a. A current signal, data or otherwise, is below the predefined limits that bound the range (Region f of the signal range definition). Broadcast of data value is substituted with the “error indicator” value. b. Any signal external to an electronic control module whose current remains off when the ECU commands it on. Broadcast of data value is substituted with the “error indicator” value.
6	Current Above Normal Or Grounded Circuit	a. A current signal, data or otherwise, is above the predefined limits that bound the range (Region f of the signal range definition). Broadcast of data value is substituted with the “error indicator” value. b. Any signal external to an electronic control module whose current remains on when the ECU commands it off. Broadcast of data value is substituted with the “error indicator” value.

FMI	text	SAE J1939-73 Assignment description and guideline
7	Mech.System Not Respond Or Out Of Adjust.	Any fault detected as the result of an improper mechanical adjustment or an improper response or action of a mechanical system that, with a reasonable confidence level, is not caused by an electronic or electrical system failure. This type of fault may or may not be directly associated with the value of general broadcast information. This FMI is applicable for rationality type failures (see section 3.20).
8	Abnormal Frequency Or PWM Or Period	To be considered in cases of FMI 4 and 5. Any frequency or PWM signal that is outside the predefined limits which bound the signal range for frequency or duty cycle (outside Region b of the signal definition). Also if the signal is an ECU output, any signal whose frequency or duty cycle is not consistent with the signal which is emitted. Broadcast of data value is substituted with the "error indicator" value.
9	Abnormal Update Rate	Any failure detected when receipt of data via the data link or as input from a smart actuator or smart sensor is not at the update rate expected or required by the ECU (outside Region c of the signal range definition). Also any error detected causing the ECU not to send information at the rate required by the system. This type of fault may or may not be directly associated with the value of general broadcast information. This FMI is applicable for rationality type failures (see section 3.20).
10	Abnormal Rate Of Change	Any data, exclusive of the abnormalities covered by FMI 2, that is considered valid but whose data is changing at a rate that is outside the predefined limits that bound the rate of change for a properly functioning system (outside Region c of the signal range definition). Broadcast of data values is continued as normal. This FMI is applicable for rationality type failures (see section 3.20).
11	Root Cause Not Known	It has been detected that a failure has occurred in a particular subsystem but the exact nature of the fault is not known. Broadcast of data value is substituted with the "error indicator" value.
12	Bad Intelligent Device Or Component	Internal diagnostic procedures have determined that the failure is one which requires the replacement of the ECU, used here to mean the packaged unit that includes some microprocessor and its associated components and circuits. It can be assumed that the communications subsystem is not the part that has failed, and that the manufacturer has determined that there is no serviceable component smaller than the ECU involved in the failure. Broadcast of data value is substituted with the "error indicator" value if appropriate, as there may or may not be any broadcast data involved. This error is to include all internal controller trouble codes that can not be caused by connections or systems external to the controller. This FMI is applicable for rationality type failures (see section 3.20).
13	Out Of Calibration	A failure detected that can be identified to be the result of not being properly calibrated. This may be the case for a subsystem which can identify that the calibration attempting to be used by the controller is out of date. Or it may be the case that the mechanical subsystem is determined to be out of calibration. This failure mode does not relate to the signal range definition as do many of the FMIs.

FMI	text	SAE J1939-73 Assignment description and guideline
14	Special Instructions	<p>"Special Instructions" is the FMI to be used when the on-board system can isolate the failure to a small number of choices but not to a single point of failure. When this FMI is used, there is a clear necessity for the service technician to take some action to complete the specific diagnosis, and the Manufacturer has provided instructions for the completion of that diagnosis. There are two cases where this will be used: 1. for emission-related diagnostics where the particular failure cannot be separated between a sensor out of range and the case where the actual value is at the edge of a diagnostic region, and 2. for the older SPN 611 to 615 where the problem is in determining which of two or more circuits (which may interact) is the one that needs repair. SPNs 611 through 615 are defined as "System Diagnostic Codes" and are used to identify failures that cannot be tied to a specific field replaceable component. Specific subsystem fault isolation is the goal of any diagnostic system, but for various reasons this cannot always be accomplished. These SPNs allow the manufacturer some flexibility to communicate non-"specific component" diagnostic information. Since SPNs 611-615 use the standard SPN/FMI format it allows the use of standard diagnostic tools, electronic dashboards, satellite systems and other advanced devices that scan Parameter Groups containing the SPN/FMI formats. Because manufacturer defined codes are not desirable in terms of standardization, the use of these codes should only occur when diagnostic information cannot be communicated as a specific component and failure mode. Possible reasons for using a System Diagnostic Code include:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cost of specific component fault isolation is not justified, or 2. New concepts in Total Vehicle Diagnostics are being developed, or 3. New diagnostic strategies that are not component specific are being developed. <p>Due to the fact that SPNs 611-615 are manufacturer defined and are not component specific, FMIs 0-13 and 15-31 have little meaning. Therefore, FMI 14, "Special Instructions", is usually used. The goal is to refer the service personnel to the manufacturer's troubleshooting manual for more information on the particular diagnostic code. This failure mode does not relate to the signal range definition as do many of the FMIs. This type of fault may or may not be directly associated with the value of general broadcast information. This FMI is applicable for rationality type failures (see section 3.20).</p>
15	Data Valid, Above Normal Range - Least Severe	<p>The signal communicating information is within a defined acceptable and valid range, but the real world condition is above what would be considered normal as determined by the predefined least severe level limits for that particular measure of the real world condition (Region h of signal range definition). Broadcast of data values is continued as normal.</p>

FMI	text	SAE J1939-73 Assignment description and guideline
16	Data Valid, Above Normal Range - Moder.Severe	The signal communicating information is within a defined acceptable and valid range, but the real world condition is above what would be considered normal as determined by the predefined least severe level limits for that particular measure of the real world condition (Region i of signal range definition). Broadcast of data values is continued as normal.
17	Data Valid, Below Normal Range - Least Severe	The signal communicating information is within a defined acceptable and valid range, but the real world condition is below what would be considered normal as determined by the predefined least severe level limits for that particular measure of the real world condition (Region h of signal range definition). Broadcast of data values is continued as normal.
18	Data Valid, Below Normal Range - Moder.Severe	The signal communicating information is within a defined acceptable and valid range, but the real world condition is below what would be considered normal as determined by the predefined moderately severe level limits for that particular measure of the real world condition (Region j of signal range definition). Broadcast of data values is continued as normal.
19	Received Network Data In Error	Any failure that is detected when the data received via the network is found substituted with the “error indicator” value (i.e. FE 16, see J1939-71). This type of failure is associated with received network data. The component used to measure the real world signal is wired directly to the module sourcing the data to the network and not to the module receiving the data via the network. This FMI is applicable to Regions f and g of the signal range definition. This type of fault may or may not be directly associated with the value of general broadcast information.
20	Data Drifted High	Systems which use one DTC to report, data drifted high and data drifted low, rationality failures for a component shall use FMI 2. When a product has separate DTCs for a rationality check for data drifted high and another DTC for a rationality check for data drifted low for the same component it shall then use FMI 20 and FMI 21 accordingly. The signal communicating information is within a defined acceptable and valid range, but the real world condition is above what would be considered normal when compared to other measurements. This may include sensor drifts, measurements that do not seem possible when compared with other data, measurements that change at a rate that is not considered possible in the real world or whose values themselves do not seem possible in the real world. It is understood that it is not feasible to always differentiate the cause of the data drifted low (e.g. Is the INTAKE MANIFOLD PRESSURE low because the sensor has drifted or is there a mechanical problem with either the turbocharger or the hose connections?) This FMI is applicable to Region b of the signal range definition. Broadcast of data value is substituted with the “error indicator” value. This FMI is applicable for rationality type failures (see section 3.20).

FMI	text	SAE J1939-73 Assignment description and guideline
21	Data Drifted Low	<p>Systems which use one DTC to report, data drifted high and data drifted low, rationality failures for a component shall use FMI 2. When a product has separate DTCs for a rationality check for data drifted high and another DTC for a rationality check for data drifted low for the same component it shall then use FMI 20 and FMI 21 accordingly.</p> <p>The signal communicating information is within a defined acceptable and valid range, but the real world condition is below what would be considered normal when compared to other measurements. This may include sensor drifts, measurements that do not seem possible when compared with other data, measurements that change at a rate that is not considered possible in the real world or whose values themselves do not seem possible in the real world. It is understood that it is not feasible to always differentiate the cause of the data drifted low (e.g. Is the INTAKE MANIFOLD PRESSURE low because the sensor has drifted or is there a mechanical problem with either the turbocharger or the hose connections?) This FMI is applicable to Region b of the signal range definition. Broadcast of data value is substituted with the "error indicator" value.</p> <p>This FMI is applicable for rationality type failures (see section 3.20).</p>
22-23-24-25-26-27-28-29-30	Reserved For SAE Assignment	
31	Condition Exists	<p>This FMI is used to indicate that the condition identified by the SPN exists when no other applicable FMI exists or in cases when the reported SPN name spells out the component and a non-standard failure mode. This type of fault may or may not be directly associated with the value of general broadcast information. This FMI will mean "not available" when the associated SPN is also "not available" as when the remainder of a packet is filled with binary ones after all data has been transmitted.</p> <p>This FMI is applicable for rationality type failures (see section 3.20).</p>