



Cambiamenti climatici: i ghiacciai si ritraggono, l'acqua diminuisce, i raggi solari intrappolati aumentano l'effetto serra



TECNOLOGIE PER L'ARIA CONDIZIONATA IN AUTOMOTIVE ED IMPATTO DEGLI ATTUALI REGOLAMENTI

**C. MALVICINO
FCA ITALY S.p.A.**

TECNOLOGIE PER L'ARIA CONDIZIONATA IN AUTOMOTIVE ED IMPATTO DEGLI ATTUALI REGOLAMENTI

Carloandrea Malvicino
FCA Italy S.p.A.

Introduzione

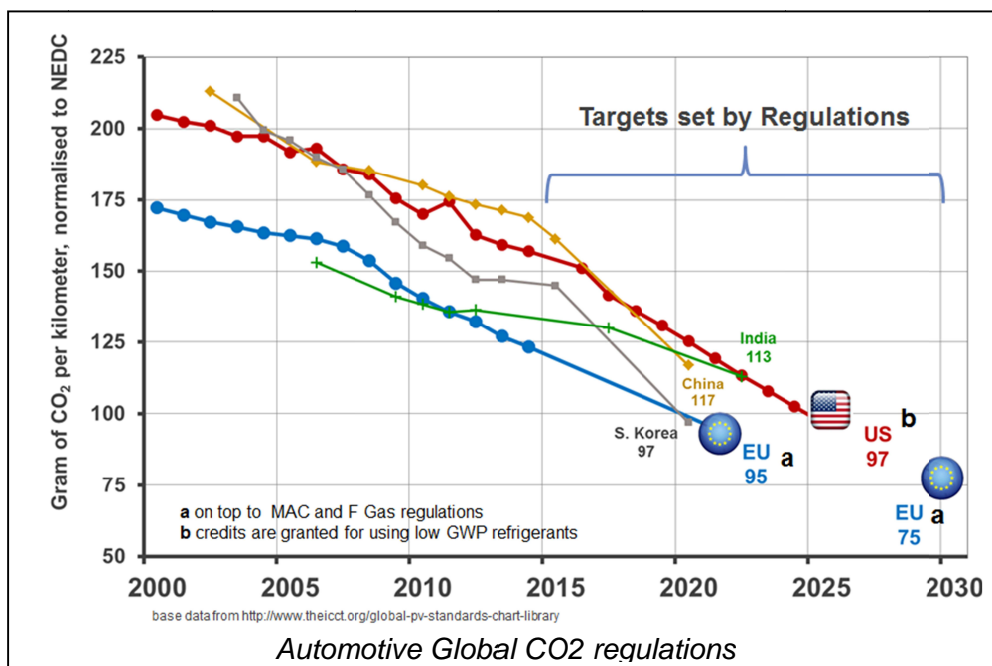
In risposta al protocollo di Montreal, i veicoli nuovi dotati di aria condizionata (AC) sono stati dotati di sistemi che utilizzano HFC-134a mentre i bus utilizzano in parte di R-407C. Nel 2000 è stata completata la transizione all'HFC-134a in tutte le aree sviluppate mentre la transizione nei paesi in sviluppo si è conclusa nel 2007

A partire dal 2013 a seguito della direttiva MAC in Europa e delle normative equivalenti USA, è stata avviata la transizione verso i refrigeranti a basso GWP (Global Warming Potential) ed attualmente quasi tutti i veicoli leggeri in Europa e molti negli Stati Uniti e in altri paesi sono prodotti con R-1234yf.

Il refrigerante R-1234yf è stato il principale sostituto del R-134a mentre lo R-744 (CO₂) è una possibile alternativa anche se nel 2017 solo pochi modelli premium hanno iniziato a utilizzarlo. Sui veicoli elettrificati (veicoli elettrici o ibridi plug in) lo R-744 è una possibile opzione per i sistemi a pompa di calore.

Anche per i veicoli commerciali la transizione allo R-1234yf è in atto ma con una velocità inferiore.

I sistemi attuali sono di tipo ad espansione diretta, mentre sistemi di espansione indiretta (cicli secondari) iniziano a comparire sui veicoli elettrificati dove è necessario sistema di gestione termica specifica e le batterie devono essere refrigerate durante le fasi di ricarica o scarica intensa.



Un elemento che rimane importante è l'uso di refrigeranti contraffatti in particolare nei paesi extraeuropei, questo anche se il costo dell'HFC-134a è basso, cioè 5 US \$ / lb o 11 US \$ / kg. Il rischio di contraffazione sarà ancor più rilevante in caso di refrigeranti più costosi (ad

esempio R-1234yf) con un potenziale impatto negativo sul vantaggio previsto per l'ambiente. La diffusione progressiva dei veicoli elettrificati nei principali mercati automobilistici porterà alla diffusione progressiva di sistemi di climatizzazione elettrici, in alcuni casi con funzione pompa di calore sia per il comfort dei passeggeri che per la gestione termica delle batterie.

Scenario globale di CO2 e GHG (Green House Gas)

L'Unione Europea e gli Stati Uniti hanno in vigore regolamenti sulle emissioni di CO2 che influenzano le caratteristiche dei sistemi di condizionamento mentre altri paesi con un'elevata densità di veicoli si stanno rapidamente muovendo nella stessa direzione (ad esempio Brasile, Inovar Auto, 2012).

Questo scenario indurrà lo sviluppo di sistemi energeticamente più efficienti, inclusi i sistemi di condizionamento, ed alla progressiva sostituzione dei refrigeranti con sostanze con GWP inferiore.

Le stesse regolamentazioni indurranno nel breve medio termine (3-10 anni) alla progressiva diffusione di veicoli ibridi a cui, nel medio e lungo periodo (5-15 anni), si aggiungeranno veicoli completamente elettrici. These vehicles require highly efficient mobile air conditioning to minimise the impact on the pure electric range and, as additional evolution, able to operate also as heat pump.

Queste sfide saranno soddisfatte sviluppando e adottando soluzioni tecniche che rappresentano il miglior compromesso tra sostenibilità economica e ambientale.

In questo contesto, i sistemi termici e in particolare i sistemi MAC hanno un ruolo rilevante e saranno oggetto di cambiamento profondo basata sull'integrazione funzionale.

In questo scenario si diffonderanno motori turbocompressi "downsized", talvolta accoppiati a livelli di ibridazione per rendere aumentare l'efficienza e ridurre le emissioni di CO2.

Road Transport Electrification and Mobile Air Conditioning

La diffusione di veicoli in grado di svolgere parte della loro missione con il motore di combustione spento (ad es. Stop & Start, Extended Stop & Start e ibridi) richiederà nuove soluzioni per la climatizzazione per garantire il comfort termico estivo e invernale in tutte le condizioni d'uso.

La maggior parte di questi veicoli utilizzerà fonti di energia elettrica da 12 a 48 V e solo una parte di loro avrà una rete di tensione maggiore (ad es. Fino a 350 V), mentre tutti avranno un ulteriore dispositivo di accumulo di energia elettrica con una capacità da 0,2 kWh (bassa tensione) fino a 5 kWh (alta tensione).

Ciò implica che solo una piccola parte dei veicoli futuri avrà un compressore elettrico, mentre la restante parte sarà dotata di compressori meccanici come oggi.

Per garantire la sostenibilità economica e l'efficienza energetica saranno adottate ulteriori misure, come ad esempio:

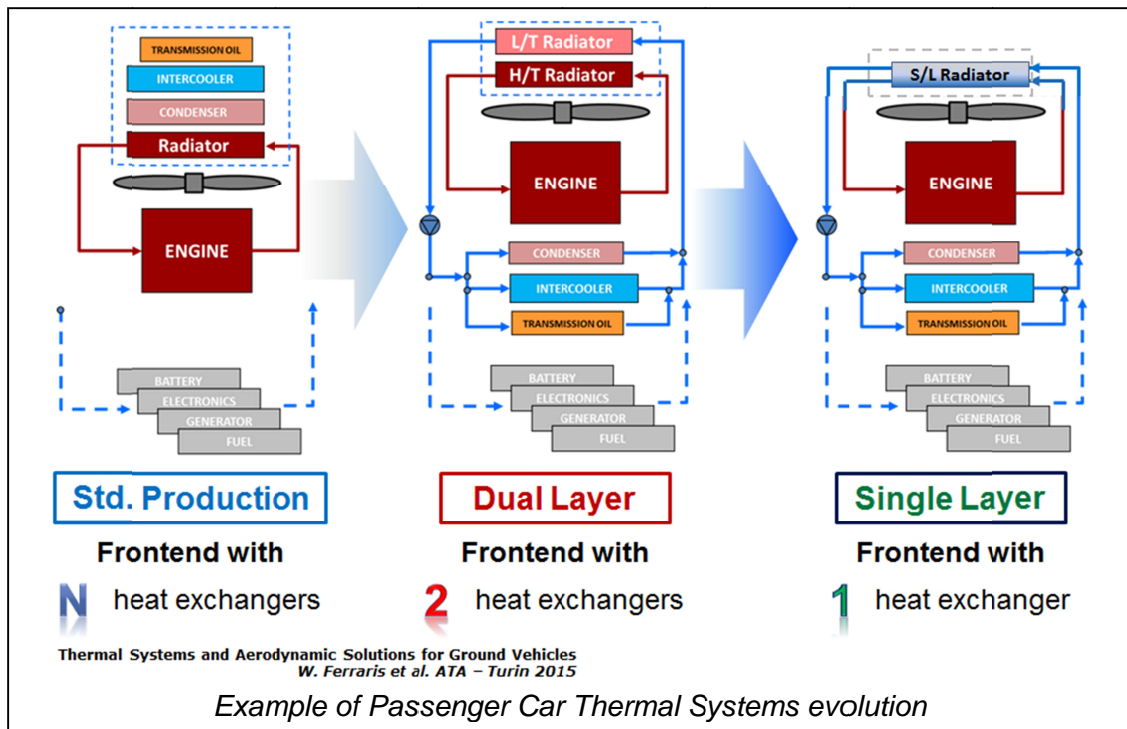
- unità di stoccaggio dell'energia di raffreddamento basata sui materiali di cambiamento di fase
- sistema a ciclo secondario che sfrutta la sua inerzia termica per memorizzare la potenza di raffreddamento
- compressore elettrico secondario, riducendo il principale

L'aumento della potenza elettrica a bordo e la diffusione di motori sovralimentati insieme alla necessità di ridurre resistenza aerodinamica porterà a sistemi raffreddamento che integra il dispositivo di raffreddamento dell'aria di sovralimentazione, condensatore di aria condizionata e, nel caso di sistema di propulsione ibrido, elettronica di potenza e motogeneratore.

Per ridurre al minimo l'impatto sull'autonomia degli ibridi plug-in (PHEV) e dei veicoli elettrici (BEV – Battery Electric Vehicle), i sistemi di condizionamento e di raffreddamento incluse i sistemi a pompe di calore dovranno avere un'efficienza energetica molto elevata.

Una opportunità per migliorare l'efficacia dei sistemi ed in particolare quelli a pompa di calore possono trarre vantaggio dalle sorgenti di calore a bordo (batteria, elettronica di potenza, ecc.) in particolare in caso di temperature ambiente molto basse. Tale funzione può essere ottenuta adottando un ciclo secondario che raccogliendo il calore dall'elettronica a bordo può aumentare la temperatura della sorgente di calore.

In questo contesto, i sistemi dual loop (con condensatori a liquido raffreddato e evaporatori liquidi riscaldati) offrono il massimo livello di flessibilità e allo stesso tempo consentono all'OEM di minimizzare la carica del refrigerante, la perdita di carico e il rischio di dispersione in caso di incidente.



Nuovi sistemi di refrigerazione

La necessità di aumentare progressivamente l'efficienza energetica richiede lo sfruttamento di tutte le energie di scarto disponibili, calore incluso.

L'applicazione di sistemi di refrigerazione alimentati da calore di scarto (adsorbimento, assorbimento, ecc.) può essere una opportunità nel settore dei veicoli commerciali pesanti che spesso operano a velocità quasi costante (autostrada) e dove i vincoli di peso e installazione sono meno vincolanti che nel settore delle autovetture.

Recupero di calore residuo

L'adozione di un ciclo Rankine per convertire una parte del calore dei rifiuti di combustione di un motore termico in energia meccanica o elettrica potrebbe consentire ai produttori di aumentare drasticamente l'efficienza energetica del veicolo. Come fluido di lavoro il ciclo Rankine può utilizzare acqua, etanolo o una miscela di entrambi, o un fluido organico come ad esempio HFC-245fa, idrocarburi o anidride carbonica. Il fluido HFC-245fa ha buone proprietà per l'applicazione, ma ha un GWP di 1050, superiore alla soglia della direttiva MAC in Europa. Sono in corso studi per valutare l'applicazione di fluidi con proprietà simili, ma con un GWP inferiore, come ad esempio HCFC-1233zd (E) e HFC-1336mzz.

Conclusione

Nei paesi sviluppati la transizione verso i refrigeranti a basso GWP è ormai quasi completa e, dopo una lunga e complessa analisi l'opzione preferita è costituita dallo R-1234yf.

Al contempo la crescente elettrificazione della mobilità indurrà una evoluzione importante dei sistemi termici autoveicolistici che consenta l'implementazione di pompe di calore efficienti sia per garantire il comfort dei passeggeri sia la gestione termica delle batterie ed in questo quadro R-744 (CO₂) rimane una delle opzioni alternativa all'impiego dello R-1234yf.