



Unione Europea



*Ministero dell'Istruzione,  
dell'Università e della Ricerca*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE**

***Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica  
XIV Ciclo N.S. (2013-2015)***

***Abstract***

***“Modeling and control of advanced powertrain systems  
and Waste Heat Recovery technologies for  
the reduction of CO<sub>2</sub> emissions in light-duty vehicles”***

***Andrea Cricchio***

***Il Tutor  
Ch.mo Prof. Cesare Pianese***

***Il Coordinatore  
Ch.mo Prof. Vincenzo Sergi***



Unione Europea



Ministero dell'Istruzione,  
dell'Università e della Ricerca



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

## Abstract

I trasporti rappresentano il maggior settore nell'Unione Europea in cui le emissioni di gas a effetto serra sono in continuo aumento. Pertanto, negli ultimi anni, la ricerca e lo sviluppo nelle case automobilistiche sono concentrate sulla riduzione delle emissioni di biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) e delle emissioni inquinanti degli autoveicoli. D'altra parte, la Commissione Europea ha definito dei target per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> delle nuove automobili entro il 2020. In questo scenario, sono stati proposti concetti come il downsizing dei motori e altre tecnologie avanzate, nonché soluzioni ibride più costose e, più recentemente, i sistemi di recupero dell'energia dai gas di scarico (WHR).

Pertanto, è stata sviluppata una piattaforma computazionale model-based in grado di simulare diversi veicoli con differenti configurazioni del powertrain. A tal scopo, la proprietà di modularità è stata considerata sfruttando approcci e modelli con proprietà di componibilità e scalabilità. Il modello veicolo-powertrain sviluppato simula la dinamica del veicolo, il motore, il cambio, la trasmissione ed i componenti elettrici. Esso permette di valutare i benefici ottenibili in termini di risparmio di combustibile e riduzione di CO<sub>2</sub> a seconda della configurazione di powertrain considerata (veicolo, motore, cambio, ecc.), lo scenario scelto, la tecnologia ibrida o WHR (standard NEDC, WLTC o cicli di guida arbitrarie), il dimensionamento e la gestione dei componenti.

Dieci avanzate tecnologie sono state considerate per il miglioramento dell'efficienza di conversione complessiva dell'energia nei motori a combustione interna ed è stato investigato il loro impatto sulle emissioni di CO<sub>2</sub> mediante il metodo Willans line. Nella tesi sono state analizzate diverse configurazioni di veicolo ibrido al fine di fare una panoramica sulla conversione dell'energia e sulle strategie di controllo per supportare la progettazione dei diversi sistemi di propulsione e la scelta dei componenti. Tecnologie WHR più innovative includono il Turbo-Compound elettrico (ETC), il Generatore Termoelettrico (TEG) e il Ciclo Rankine Organico (ORC). L'indagine eseguita esplora da una prospettiva più ampia questi sistemi per comprendere meglio le opportunità ed i loro limiti per l'implementazione su veicoli convenzionali. In generale, qualsiasi tecnologia WHR può essere considerata un componente secondario del powertrain che consente di migliorare l'efficienza del veicolo e ridurre il consumo di combustibile e le emissioni di anidride carbonica. I risultati presentati dimostrano che i veicoli ibridi sono la soluzione alternativa più praticabile per ridurre le emissioni di gas serra. D'altra parte, anche se tecnologicamente fattibili, ETC, TEG e ORC non sono ancora maturi per una produzione e implementazione su larga scala. Come evidenziato dalle simulazioni, queste tecnologie offrono miglioramenti significativi sul risparmio di combustibile e riduzione di CO<sub>2</sub>. Le analisi effettuate forniscono un quadro globale per valutare le tecnologie che possono favorire lo sviluppo di sistemi di propulsione più efficienti e che permettono di raggiungere gli obiettivi in termini di emissioni di CO<sub>2</sub> fissati dalla Commissione Europea entro il 2020.