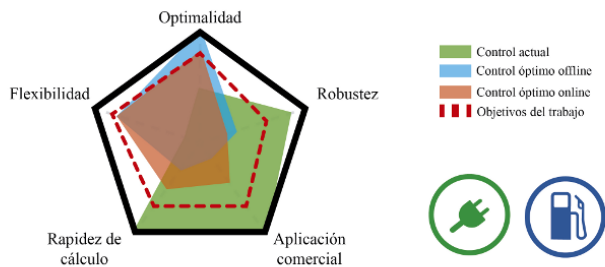


## 1 Objetivos

Los vehículos híbridos eléctricos han cobrado importancia en los últimos años. La **gestión conjunta del motor térmico, eléctrico y baterías** es fundamental para reducir consumo y emisiones contaminantes.

El objetivo de este trabajo es **desarrollar estrategias de control óptimo** para la gestión energética de vehículos híbridos que sean aplicables a la operación real del mismo.



## 2 Etapas principales

### Optimalidad

Evaluación de métodos existentes (DP/PMP/ECMS)

### Rapidez de cálculo

Desarrollo de métodos alternativos (analítico<sup>3</sup>/lineal<sup>5</sup>/algoritmos genéticos)

### Flexibilidad

Integración del control de MCIA  
Aplicación en dimensionado de máquinas

### Robustez

Evaluación de métodos propuestos en condiciones reales (ensayos MCIA<sup>5</sup>/vehículo)

### Aplicación comercial

Estimación de condiciones de operación (histogramas/geolocalización<sup>1</sup>)

Revisión bibliográfica

Evaluación estado del arte con modelo MCIA cuasiestático

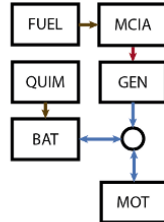
Modelo MCIA de valores medios (MVEM)

Modelo de acción de ondas

Control implementado en banco vía dSPACE

Ensayos vehículo en banco dinámico

Validación en carretera



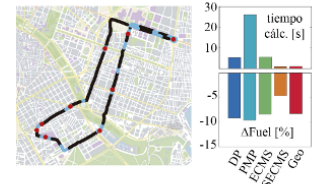
dSPACE



## 3 Resultados previstos

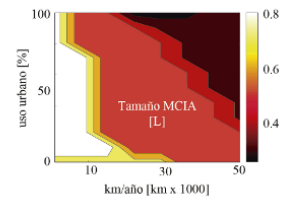
### Estimación<sup>1</sup>

Histogramas de operación:  
- Reconocimiento de estilos de conducción  
- Rapidez de cálculo



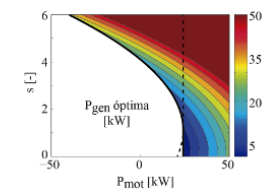
### Dimensionado<sup>2</sup>

Optimización del tamaño de la planta motriz:  
- Metodología general para cualquier tipología de vehículo



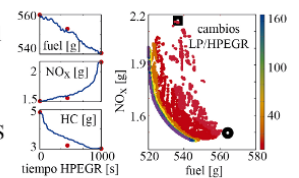
### Control analítico<sup>3</sup>

Reducción del EMS a una solución explícita del PMP:  
- Muy bajos requisitos computacionales  
- Optimización de zonas de operación más probables del MCIA



### Control integrado EGR HP-/LP<sup>4</sup>

Técnicas óptimas en el control del MCIA:  
- Límite de emisiones dinámico  
- Prescinde de calibración fija  
- Posibilidad de integrar en EMS



## 4 Utilidad y aplicación

- Las técnicas óptimas permiten **variar dinámicamente límites de emisiones**, ruidos, confort, etc., modificando el control de forma inmediata
- La **integración del control del MCIA en el EMS** contribuye al aumento de eficiencia y simplifica (suprime) la calibración
- Las técnicas son aplicables para dimensionar de forma óptima la planta motriz
- La estimación de condiciones de operación permite aplicar el control óptimo en vehículo

### Trabajos futuros:

- Integración completa del control del MCIA en EMS (EGR, SOI, VGT, fuel...), desde MVEM hasta ensayos Hardware-in-the-Loop
- Evaluación de vehículo completo en banco de ensayos dinámico

## Glosario

### Problema de control óptimo

Conjunto de ecuaciones matemáticas que definen la dinámica de un sistema y un coste que ha de ser minimizado durante la operación, p.e.:  
minimizar  $J(X_{EGR,t}) = \text{fuel}(X_{EGR,t}) + k \cdot \text{NO}_x(X_{EGR,t})$ , variando  $X_{EGR}$

### PMP/ECMS (Principio Mínimo de Pontryagin)

Estrategia de control óptimo que se basa en incluir el consumo de batería en el coste, resultando:  
 $J = \text{fuel} + k \cdot \text{NO}_x + s \cdot P_{\text{batería}}$

### Estrategia de control óptimo

Método matemático que ofrece una solución al problema de control óptimo mediante el uso de un modelo del sistema

### EMS (Energy Management System)

Controlador encargado de gestionar el reparto energético entre MCIA y baterías

### Publicaciones

- (1) Modelling driving behaviour and its impact on the energy management problem in hybrid electric vehicles, C. Guardiola, B. Pla, D. Blanco-Rodríguez, A. Reig, International Journal of Computer Mathematics, 2012
- (2) Cost of ownership-efficient HEV powertrain sizing for multi-scenario driving cycles, J.M. Luján, C. Guardiola, B. Pla, A. Reig, Journal of Automobile Engineering, 2014
- (3) Analytical solution to the energy management problem in series hybrid electric vehicles, J.M. Luján, C. Guardiola, B. Pla, A. Reig, Energy 2014, en revisión
- (4) Switching strategy between HP- and LPEGR systems for reduced fuel consumption and emissions, J.M. Luján, C. Guardiola, B. Pla, A. Reig, Energy 2014, en revisión
- (5) Evaluation of impact on pollution of a linear HEV optimal control strategy by engine-in-the-loop simulation, A. Reig, L. del Re, Advances in Automotive Control, 2012

Este trabajo ha estado apoyado por la Universidad Politècnica de Valencia mediante los proyectos DECOAH, ATOM y PIME-2011-2897, el Ministerio de Ciencia e Innovación a través de los proyectos TRA2010-16205 uDiesel y INNPACTO EGRCOEN, y por el COMET K2 Center "Austrian Center of Competence in Mechatronics (ACCM)". Los autores agradecen la participación de Carlos Guardiola en el desarrollo del trabajo.

