

## VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS

**Modalidad:** Distancia/Teleformación

**Objetivos:**

- Conocer las arquitecturas de vehículos alternativos.
- Analizar las diferentes baterías en vehículos híbridos y eléctricos, los diferentes parámetros de las baterías así como los fundamentos de las células electroquímicas.
- Estudiar los tipos de almacenamiento de energía alternativa.
- Conocer las diferentes máquinas eléctricas y las unidades de motor eléctrico.
- Analizar las estrategias de control de vehículos híbridos.
- Descubrir las diferentes comunicaciones dentro de los vehículos.

**Contenidos:**

Prólogo

Tema 1: Introducción a vehículos alternativos

- 1.1. Vehículos híbridos
- 1.2. Vehículos híbridos eléctricos
- 1.3. Componentes de vehículos híbridos y eléctricos
- 1.4. Masa de vehículo y rendimiento
- 1.5. Valoraciones del motor eléctrico
- 1.6. Historia de vehículos híbridos y vehículos eléctricos
  - 1.6.1. Los primeros años
  - 1.6.2. Los años 60
  - 1.6.3. Los años 70
  - 1.6.4. Años 80 y 90
- 1.7. Análisis de las ruedas
- 1.8. Comparación de VE con VECI
  - 1.8.1. Comparación de eficiencia
  - 1.8.2. Comparación de polución
  - 1.8.3. Comparación de costes
  - 1.8.4. Dependencia americana en aceite extranjero
- 1.9. Mercado de valores eléctricos.

Tema 2: Arquitectura de vehículos alternativos

- 2.1. Vehículos eléctricos
- 2.2. Vehículos eléctricos híbridos
  - 2.2.1. Híbridos según arquitectura
    - 2.2.1.1. Arquitecturas series y paralelas
    - 2.2.1.2. Arquitectura Serie-Paralelo
  - 2.2.2. Híbridos según montaje de transmisión
- 2.3. Vehículo eléctrico híbrido Plug-in
- 2.4. Dimensionamiento del sistema de propulsión
  - 2.4.1. Dimensionamiento del sistema de propulsión de VE

- 2.4.1.1. Aceleración inicial
- 2.4.1.2. Velocidad máxima
- 2.4.1.3. Graduabilidad máxima
- 2.4.2. Dimensionamiento del sistema de propulsión para los VEH
- 2.4.2.1. Velocidad de vehículo valorada
- 2.4.2.2. Aceleración inicial
- 2.4.2.3. Velocidad máxima
- 2.4.2.4. Graduabilidad máxima
- 2.4.3. Poder total requerido. Aceleración inicial
- 2.4.3.1. Potencia de motor CI: velocidad normal.
- 2.4.3.2. Velocidad máxima
- 2.4.3.3. Cálculo del tamaño del generador
- 2.4.3.4. Cálculo del tamaño de la batería
- 2.5. Análisis de masa y empaquetado
- 2.6. Simulación del vehículo
- 2.6.1. Modelo de simulación
- 2.6.2. Ciclos de conducción estándar

### Tema 3: Almacenamiento de energía en las baterías

- 3.1. Baterías en vehículos híbridos y eléctricos
- 3.2. Básicos de las baterías
- 3.2.1. Estructura de la célula de la batería
- 3.2.2. Reacciones químicas
- 3.3. Parámetros de las baterías
- 3.3.1. Capacidad de las baterías
- 3.3.2. Voltaje de circuito eléctrico
- 3.3.3. Voltaje en bornes
- 3.3.4. Capacidad práctica
- 3.3.5. Velocidad de descarga
- 3.3.6. Estado de carga
- 3.3.7. Estado de descarga
- 3.3.8. Profundidad de descarga
- 3.3.9. Energía de batería
- 3.3.10. Energía específica
- 3.3.11. Energía de batería
- 3.3.12. Potencia específica
- 3.3.13. Tramas Ragone
- 3.4. Fundamentos de las células electroquímicas
- 3.4.1. Tensión termodinámica
- 3.4.2. Electrolisis y corriente faradaica
- 3.4.3. Cinética de electrodos
- 3.4.4. Transporte de masa
- 3.4.5. Doble capa eléctrica
- 3.4.6. Resistencia de Ohm
- 3.4.7. Polarización de concentración
- 3.5. Modelado de la batería
- 3.5.1. Modelos de circuitos eléctricos
- 3.5.1.1. Modelos básicos de la batería
- 3.5.1.2. Modelo de tiempo de ejecución de la batería
- 3.5.1.3. Modelo basado en la impedancia
- 3.5.1.4. Modelo de primer principio

- 3.5.2. Modelos empíricos
  - 3.5.2.1. Rango de predicción con descarga de corriente constante
  - 3.5.2.2. Rango de predicción con enfoque de densidad de potencia
- 3.6. Baterías de tracción
  - 3.6.1. Batería plomo-ácido
  - 3.6.2. Batería níquel-cadmio
  - 3.6.3. Batería níquel-metal-hidruro
  - 3.6.4. Batería litio-ión
  - 3.6.5. Batería li-polímero
  - 3.6.6. Baterías de zinc-aire
  - 3.6.7. Batería sodio-sulfuro
  - 3.6.8. Batería de cloruro de sodio-metal
  - 3.6.9. Metas para baterías avanzadas
- 3.7. Gestión del módulo de batería
  - 3.7.1. Sistemas de gestión de batería
  - 3.7.2. Medidas de SoC
  - 3.7.3. Equilibrado de células de la batería
  - 3.7.4. Carga de baterías

#### Tema 4: Almacenamiento de energía alternativa

- 4.1. Células de combustible
  - 4.1.1. Características de las células de combustible
  - 4.1.2. Tipos de células de combustible
    - 4.1.2.1. Células de combustible alcalina
    - 4.1.2.2. Células de membrana de intercambio de protones
    - 4.1.2.3. Células de combustible de metanol directo
    - 4.1.2.4. Células de combustible de ácido fólico
    - 4.1.2.5. Células de combustible de carbonato fundido
    - 4.1.2.6. Células de combustible de óxido sólido
  - 4.1.3. Modelo de célula de combustible
  - 4.1.4. Sistemas de almacenamiento de hidrógeno
  - 4.1.5. Reformadores
  - 4.1.6. Vehículo eléctrico de células de combustible
- 4.2. Ultracondensadores
  - 4.2.1. Ultracondensadores simétricos
  - 4.2.2. Ultracondensadores asimétricos
  - 4.2.3. Modelo de ultracondensador
- 4.3. Almacenamiento de aire comprimido
- 4.4. Tecnología flyweel

#### Tema 5: Máquinas eléctricas

- 5.1. Máquinas eléctricas simples
  - 5.1.1. Fenómenos fundamentales de máquina
    - 5.1.1.1. Tensión dinámica
    - 5.1.1.2. Fuerza electromagnética
  - 5.1.2. Máquina simple de CC
    - 5.1.2.1. Tensión inducida
    - 5.1.2.2. Fuerza y torque
  - 5.1.3. Máquina de reluctancia simple

- 5.2. Máquinas de CC
- 5.3. Máquinas de CA trifásicas
  - 5.3.1. Bobinado del estator sinusoidal
  - 5.3.2. Números de polos
  - 5.3.3. Bobinado sinusoidal trifásico
  - 5.3.4. Representación del espacio vectorial
    - 5.3.4.1. Interpretación del espacio vectorial
    - 5.3.4.2. FMM resultante en un sistema equilibrado
    - 5.3.4.3. Inductancia mutua y tensión inducida del motor
  - 5.3.5. Tipos de máquinas de CA
- 5.4. Máquinas de inducción
  - 5.4.1. Circuito equivalente por fase
  - 5.4.2. Expresión de torque simplificado
  - 5.4.3. Métodos de control de velocidad
  - 5.4.4. Frenado regenerativo
- 5.5. Máquinas de imán permanente
  - 5.5.1. Imanes permanentes (PM)
    - 5.5.1.1. Ferritas
    - 5.5.1.2. Cobalto samario
    - 5.5.1.3. Neodimio-hierro-boro
  - 5.5.2. Motores PM síncronos
  - 5.5.3. Modelos PMSM
    - 5.5.3.1. Ecuaciones de tensión
    - 5.5.3.2. Circuito equivalente por fase
  - 5.5.4. Motores de PM de CC sin escobillas
    - 5.5.4.1. Modelado de máquina PM BLDC
- 5.6. Máquina de reluctancia cambiada
  - 5.6.1. Ventajas y desventajas
  - 5.6.2. Diseño básico de SRM
  - 5.6.3. Conversión de energía
  - 5.6.4. Producción de torque
  - 5.6.5. Características de torque-velocidad

## Tema 6: Unidades de motor eléctrico

- 6.1. Componentes de unidad eléctrica
- 6.2. Unidades CC
  - 6.2.1. Chopper de dos cuadrantes
  - 6.2.2. Aceleración (CCM)
  - 6.2.3. Aceleración (DCM)
  - 6.2.4. Aceleración (Modo incontrolable)
- 6.3. Unidades de CA
  - 6.3.1. Análisis armónico
  - 6.3.2. Métodos de control de corriente
  - 6.3.3. Controlador de corriente de histéresis
  - 6.3.4. Controlador de comparación de rampa
- 6.4. Unidades SRM
  - 6.4.1. Controles SRM
  - 6.4.2. Unidad controlada por tensión
  - 6.4.3. Unidad controlada por corriente

## Tema 7: Control de máquinas CA

- 7.1. Control vectorial de motores de CA
- 7.2. Potencia y torque electromagnético
- 7.3. Control vectorial de máquinas de inducción
  - 7.3.1. Control vectorial directo
  - 7.3.2. Control vectorial indirecto
  - 7.3.3. Implementación del control vectorial
- 7.4. Control vectorial de máquinas PM
  - 7.4.1. Tensión y torque en marco de referencia
  - 7.4.2. Unidades de motor de PM síncronos
    - 7.4.2.1. Debilitamiento de flujo
    - 7.4.2.2. Controladores de corriente y voltaje

## Tema 8: Estrategias de control de vehículos híbridos

- 8.1. Controlador supervisor del vehículo
- 8.2. Estrategia de selección de modo
  - 8.2.1. Modos híbridos de división mecánica de potencia
    - 8.2.1.1. Sólo electricidad (velocidades bajas, marcha atrás, cargando batería)
    - 8.2.1.2. Arranque de motor (velocidad baja)
    - 8.2.1.3. Modo paralelo (aceleración fuerte)
    - 8.2.1.4. Modo de potencia dividida (velocidad normal, baja aceleración)
    - 8.2.1.5. Modo de frenado de motor
    - 8.2.1.6. Modo regeneración (frenado del vehículo)
  - 8.2.2. Modos híbridos serie-paralelo 2x2
    - 8.2.2.1. Sólo electricidad (velocidades bajas, marcha atrás, cargando batería)
    - 8.2.2.2. Modo en serie (velocidades bajas)
    - 8.2.2.3. Modo potencia dividida (baja aceleración)
    - 8.2.2.4. Modo paralelo (aceleración pesada)
- 8.3. Estrategia de control modal
  - 8.3.1. Control en serie
  - 8.3.2. Control paralelo
  - 8.3.3. Control serie-paralelo
    - 8.3.3.1. Control de motor de combustión interna dividido mecánicamente
    - 8.3.3.2. Control serie-paralelo 2x2
  - 8.3.4. Control de sistemas de almacenamiento de energía
  - 8.3.5. Control de regeneración

## Tema 9: Comunicaciones del vehículo

- 9.1. Modelo de siete etapas
- 9.2. Comunicaciones dentro del vehículo

## Bibliografía