



Sistema de potencia
automotriz

Guía para el profesor
LSMN6007 / LTMN1806

Contenido

Curso Sistema de Potencia Automotriz.....	3
Metodología del curso.....	3
Temario.....	4
Recursos especiales.....	6
Evaluación.....	9
Notas de enseñanza por tema.....	10
Evidencia	16

Curso Sistema de Potencia Automotriz

Metodología del curso

Metodología para el curso Sistema de potencia automotriz

El curso Sistema de potencia automotriz tiene 8 créditos. El diseño del curso contempla la lectura del contenido, previo a la realización de las prácticas, actividades o avance de la evidencia, según corresponda en cada uno de los temas.

En cada tema encontrarás:

Una breve explicación del tema que te ayudará a ampliar tu conocimiento.

Una serie de lecturas y videos que debes revisar de manera obligatoria para una mejor comprensión de los temas.

Una lista de lecturas y videos que se te recomiendan para complementar el estudio del tema.

Una actividad de aprendizaje cuyo propósito es aplicar y experimentar con los conceptos estudiados.

A lo largo del curso debes trabajar en lo siguiente:

15 actividades

1 evidencia (1 avance de evidencia y una entrega final)

Actividades diseñadas para apoyar el desarrollo de la competencia del curso. Las actividades se deben enviar a través de la plataforma Canvas.

Evidencia

La evidencia consiste en la estimación de parámetros básicos de un automóvil, utilizando una configuración de un tren motriz eléctrico con un ciclo de manejo estándar para determinar el consumo de energía total.

Evidencia

IMPORTANTE

Guarda una copia digital de todos los trabajos, actividades y evidencias que realices en tus cursos, pues estos archivos te serán **INDISPENSABLES** para poder realizar tu Proyecto Integrador (última materia del certificado). Con ellos formarás un portafolio personal de proyectos que te será de gran utilidad para organizar estratégicamente el gran volumen de experiencias y aprendizajes realizados a lo largo de tu carrera; además, tu portafolio será un medio para enriquecer tu proyección profesional y demostrar todos tus conocimientos y habilidades, permitiéndote así también exhibir tus logros ante posibles empleadores.

Además, asegúrate de respaldar todos tus documentos localmente en un disco duro (computadora + USB *flash drive*) y, de preferencia, también almacenarlos en la nube (servicios como Dropbox y Google Drive).

Temario

Tema 1.	Estimación del centro de gravedad y obtención de datos técnicos de un vehículo
1.1	Ubicación longitudinal del centro de gravedad
1.2	Altura del centro de gravedad
1.3	Bases de datos técnicos de un vehículo
1.4	Aplicaciones
Tema 2.	Resistencia aerodinámica
2.1	Fuerza tractiva y torque
2.2	Potencia
2.3	Trabajo y energía
Tema 3.	Resistencia al rodamiento
3.1	Histéresis como mecanismo de generación de fuerzas en las llantas
3.2	Fuerza y torque para vencer resistencia al rodamiento
3.3	Potencia y energía
3.4	Factores que influyen la resistencia al rodamiento
Tema 4.	Efectos de gravedad: inclinación
4.1	Ecuaciones de movimiento
4.2	Ejemplos y aplicaciones
Tema 5.	Efectos de inercia
5.1	Ecuaciones de movimiento y diagrama de cuerpo libre
5.2	Efectos inerciales de elementos rotacionales
5.3	Ejemplos y aplicaciones
Tema 6.	Velocidad de crucero
6.1	Ecuaciones de movimiento
6.2	Ejemplos y aplicaciones
Tema 7.	Fuerza tractiva a máxima aceleración
7.1	Ecuaciones de movimiento y diagrama de cuerpo libre
7.2	Ejemplos y aplicaciones
Tema 8.	Desaceleración libre
8.1	Ecuaciones de movimiento y diagrama de cuerpo libre

8.2	Ejemplos y aplicaciones
Tema 9.	Aceleración con motor eléctrico
9.1	Ecuaciones de movimiento y diagrama de cuerpo libre
9.2	Resistencia aerodinámica y de rodamiento
9.3	Ejemplos y aplicaciones
Tema 10.	Subidas considerando motor eléctrico
10.1	Ecuaciones de movimiento y diagrama de cuerpo libre
10.2	Ejemplos y aplicaciones
Tema 11.	Velocidad promedio y aceleración en un ciclo de manejo
11.1	Ecuaciones de movimiento y diagrama de cuerpo libre
11.2	Modos de operación
11.3	Ejemplos y aplicaciones
Tema 12.	Detección de modos de operar y <i>coasting</i>
12.1	Ecuaciones de movimiento y diagrama de cuerpo libre
12.2	Pasos para la obtención de modos y <i>coasting</i>
12.3	Ejemplos y aplicaciones
Tema 13.	Resistencia aerodinámica, rodamiento y efectos inerciales en ciclos de manejo
13.1	Ecuaciones de movimiento y diagrama de cuerpo libre
13.2	Ecuación iterativa
13.3	Ejemplos y aplicaciones
Tema 14.	Energía y fuerza tractiva promedio
14.1	Ecuaciones de movimiento y diagrama de cuerpo libre
14.2	Caso 1: No recuperación de energía
14.3	Caso 2: Recuperación de energía
Tema 15.	Cálculo energético
15.1	Antecedentes de ciclos de manejo
15.2	Cálculo energético
15.3	Cálculo de costos energéticos

Recursos especiales

A continuación, se muestran los recursos necesarios para la solución de cada actividad. Al final del listado se encuentra la bibliografía requerida del curso:

Actividad 1

Opción 1:

Fichas técnicas determinadas.

Automóvil de la ficha técnica determinada.

Cinta métrica (solo si se tiene el automóvil).

Opción 2:

Datos técnicos de un vehículo.

Actividad 2

Opción 1:

Laptop con hoja de cálculo (preferentemente) o calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators”.

Investigar los datos técnicos de tres tipos de autos de diferente segmento (pick up, SUV, compacto, etc.), principalmente sus coeficientes de arrastre, área frontal, radio de neumáticos y tipo de tracción (4x2 o 4x4). Utilizar un radio de llanta de 27 cm para el vehículo compacto, 30 cm para SUV y 35 cm para Pick Up (considerar las medidas en metros). Considerar una densidad del aire de 1.225 kg/m^3

Opción 2:

Laptop con hoja de cálculo (preferentemente) o calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators”.

Actividad 3

Opción 1:

Automóvil con tacómetro en buenas condiciones.

Calibrador de presión.

Cronómetro.

Cámara fotográfica.

Opción 2:

Laptop con hoja de cálculo (preferentemente) o calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators”.

Actividad 4

Opción 1:

Artículos técnicos.

Datos del automóvil de interés; se recomienda vehículo compacto con caja de velocidades.

Opción 2:

Datos vehículo descrito en la actividad; considerar el tamaño de las llantas y el sistema de engranaje de las velocidades para determinar la velocidad a la que puede subir una pendiente con un ángulo determinado.

Actividad 5

Opción 1:

Vehículo de preferencia de transmisión manual, calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators” y temporizador. Considerar un espacio despejado y seguro para realizar las pruebas

Opción 2:

Hoja de especificaciones del vehículo y calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators”.

Actividad 6

Opción 1:

Acceso a Internet.

Especificaciones del vehículo que indica la actividad. Conocer las características del control crucero en automóviles.

Opción 2:

Acceso a Internet para investigar las especificaciones del motor eléctrico

NX o Solid Edge.

Actividad 7

Opción 1:

Ficha técnica de automóvil que indica la actividad. Se recomienda comprender la actividad anterior opción 1.

Opción 2:

NX o Solid Edge. Es importante hacer énfasis en el correcto diseño de engranes para poder realizar el planetario.

Actividad 8

Opción 1:

Tener los datos técnicos del vehículo seleccionado.

Entender conceptos de cinemática y cinética de la partícula (Dinámica en especial 2ª Ley de Newton).

Actividad 9

Opción 1:

Especificaciones de motor eléctrico del laboratorio o, de no contar con este equipo, realizar la investigación de un motor eléctrico que pueda ser implementado en un vehículo.

Laptop con hoja de cálculo (preferentemente) o calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators”.

Opción 2:

NX o Solid Edge. Imágenes de motores eléctricos de vehículos eléctricos en diferentes vistas para realizar el diseño CAD.

Actividad 10

Opción 1:

Reporte y resultados de la actividad 9.

Especificaciones del vehículo requerido en la actividad.

Laptop con hoja de cálculo (preferentemente) o calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators”.

Opción 2:

Datos de auto Jetta 2022

Conceptos básicos de fuerza tractiva, torque y potencia aprendidos.

Actividad 11

Opción 1:

Datos de ciclo de manejo FTP_75

Hoja de cálculo

Investigación de los diferentes ciclos de manejo en la siguiente dirección:

<http://www.dieselnet.com/standards/>

Opción 2:

Laptop con hoja de cálculo (preferentemente) o calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators”.

Investigación de diferentes desempeños de automóviles en carreras cuarto de milla.

Actividad 12

Opción 1:

Búsqueda en sitios confiables de Internet sobre los datos de un vehículo SUV.

Ciclo de manejo FTP_75.

Opción 2:

Investigación sobre funcionamiento de una caja de velocidades.

Software NX o Solid Edge

Actividad 13**Opción 1:**

Datos de ciclo de manejo con historial de tiempo de velocidades, velocidades promedio, aceleraciones, distancias recorridas y modos de operación.

Datos del automóvil (peso, área frontal).

Datos del aire (densidad específica, coeficiente de arrastre).

Factor de resistencia al rodamiento.

Laptop con hoja de cálculo (preferentemente) o calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators”.

Opción 2:

Datos de ciclo de manejo con historial de tiempo de velocidades, velocidades promedio, aceleraciones, distancias recorridas y modos de operación.

Datos del automóvil (peso, área frontal).

Datos del aire (densidad específica, coeficiente de arrastre).

Factor de resistencia al rodamiento.

Hoja de cálculo o calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators” y computadora.

Actividad 14**Opción 1:**

Búsqueda en sitios confiables de Internet de los datos del auto que se ha trabajado trabajando.

Ciclo de manejo FTP_75.

Opción 2:

Especificaciones de un vehículo eléctrico moderno, las cuales se pueden obtener de las páginas oficiales de los fabricantes y empresas automotrices.

Actividad 15**Opción 1:**

Investigar las siguientes características del vehículo seleccionado:

Capacidad energética de la gasolina.

Capacidad energética de cualquier clase de baterías de litio utilizadas en los automóviles eléctricos.

Es importante contar con los resultados de la actividad 14 Opción 1, así como el entendimiento de dicha actividad.

Opción 2:

Especificaciones de un vehículo eléctrico moderno.

Rendimiento del vehículo eléctrico.

Calculadora en línea <https://es.symbolab.com/> seleccionando el icono de “calculators”.

Computadora.

Bibliografía

Libro de texto

No aplica.

Libro de apoyo

- Denton, T. (2015). *Sistemas mecánico y eléctrico del automóvil -Tecnología automotriz: Mantenimiento y reparación del vehículo*. México: Alfaomega
ISBN 978-607-622-509-7
- Husain Iqbal. (2021). *Electric and Hybrid Vehicles* (3rd ed.). USA: CRC Press.
- Zoepf, J., y Enge, P. (2020). *Electric Vehicle Engineering*. USA: McGraw Hill
- Wahyu, D. (2021). Comprehensive Analysis of Minibuses Gravity Center: A Post-Production Review for Car Body Industry. *Mechanical Engineering for Society and Industry*. Vol 1, No 1 pp 31-40 issn 2798-5245

Requisitos especiales

Requisitos	Especificación	Temas en los que se utilizará
Siemens NX	V 12	6, 7, 9, 12
Solid Edge		6, 7, 9, 12
Excel		2-15
Calculadora online https://es.symbolab.com/		2, 3, 5, 10, 11, 13 ,15

Evaluación

La evaluación del curso se estructura de la siguiente manera:

Unidades	Instrumento Evaluador	Puntos
15	Actividades	60
1	Avance evidencia 1	5
1	Evidencia final	35
Total:		100

Dichos productos se entregarán de acuerdo con la siguiente agenda, definida una vez que se hayan validado fechas y valores con la información disponible en Servicios en Línea:

GUÍA PARA EL PROFESOR

Actividad	Ponderación
Actividad 1	4
Actividad 2	4
Actividad 3	4
Actividad 4	4
Actividad 5	4
Actividad 6	4
Actividad 7	4
Actividad 8	4
Avance evidencia 1	5
Actividad 9	4
Actividad 10	4
Actividad 11	4
Actividad 12	4
Actividad 13	4
Actividad 14	4
Actividad 15	4
Evidencia final	35

Notas de enseñanza por tema

Antes de impartir el curso, por favor revise de manera general los datos y conceptos proporcionados en el mismo, con el fin de detectar y, en su caso, poder actualizar y/o enriquecer previamente la información específica al tiempo en que se está impartiendo el curso.

Un aspecto de gran importancia en el desarrollo de los temas es el involucramiento del facilitador para propiciar que la competencia del curso se cumpla, pero también ir preparando a los participantes para que vayan desarrollando propuestas de soluciones innovadoras a problemas actuales.

Tema 1 Estimación del centro de gravedad y obtención de datos técnicos de un vehículo

- Para comprensión del ejemplo y ejercicios del tema 1 se recomienda explicar de forma clara y puntual la elaboración de diagramas de cuerpo libre.
- Es importante explicar los fenómenos físicos de fuerza que afectan al vehículo.
- Ejemplificar a los estudiantes el efecto que tiene el centro de gravedad en un vehículo en las curvas y pendientes en la conducción.
- Explicar cómo se realiza la lectura de especificaciones de un vehículo.

Tema 2 Resistencia aerodinámica

- Explicar el torque de un vehículo respecto al diámetro de la llanta.
- Realizar la explicación de potencia en términos energéticos de un automóvil.
- Resolver el ejercicio en clase explicando a los estudiantes cada paso del procedimiento.
- Mediante un ejemplo con un modelo de vehículo específico, detallar el efecto que tiene la resistencia aerodinámica en el avance y aceleración automotriz.

Tema 3 Resistencia aerodinámica

- Explicar las fuerzas restrictivas del avance de un vehículo.
- Se sugiere ejemplificar el efecto de histéresis de una llanta con un caso real.
- Explicar la construcción de un neumático y su estructura interna para un mejor entendimiento del tema.
- Realizar los ejemplos en una hoja de cálculo en clase para que los estudiantes comprendan el procedimiento de cálculo.
- Para el desarrollo de actividades enfatizar las medidas de seguridad, elegir un sitio seguro y controlado anteponiendo siempre la seguridad de los estudiantes. También se sugiere que la actividad se realice con anticipación a la entrega.

Tema 4 Efectos de gravedad: inclinación

- Explicar el efecto del ángulo de inclinación en las componentes de fuerza del sistema inclinado.
- Para mejor entendimiento del efecto de la inclinación se requiere enfatizar que las llantas traseras tienen el mayor peso en un plano inclinado ascendente.
- Se recomienda hacer los cálculos de nuevo en clase para que el estudiante pueda comprender el procedimiento expuesto en el curso.
- Para el desarrollo de la actividad es importante orientar al estudiante en cada punto redactado.

Tema 5 Efectos de inercia

- Se recomienda realizar el ejercicio explicado en clase con un modelo de automóvil diferente para que el estudiante comprenda el procedimiento de cálculo.
- Explicar el efecto de cada una de las fuerzas, tanto restrictivas como de avance en un vehículo para que el estudiante comprenda el origen de las fórmulas.

Tema 6 Velocidad de crucero

- Explicar cómo se configura el control crucero en los automóviles modernos.
- Realizar el ejemplo de velocidad crucero con el modelo de otro automóvil,
- Se recomienda la solución del ejercicio mediante el uso de una hoja de cálculo, explicando al estudiante paso a paso el uso de cada fórmula.

Tema 7 Fuerza tractiva a máxima aceleración

- Analizar las especificaciones del vehículo seleccionado
- Realizar cada paso del ejemplo en clase explicando al estudiante casa paso.
- Como sugerencia, realizar el ejemplo en una hoja de cálculo.
- Analizar las fórmulas utilizadas indicando que las fuerzas restrictivas son igual a la masa por la aceleración del vehículo.

Tema 8 Desaceleración libre

- Realizar previo al tema un recordatorio de las fuerzas restrictivas al avance del vehículo y la fuerza de resistencia aerodinámica del vehículo seleccionado.
- Explicar cómo se realizan las gráficas demostrativas del tema y qué variables se emplean para su elaboración.
- Explicar el ejercicio mostrado en el tema en clase, asegurándose de elaborarlo paso a paso.
- Para la solución del ejemplo mostrado en clase se recomienda el uso de tablas de cálculo como Excel.

Tema 9 Aceleración con motor eléctrico

- El ejemplo mostrado en este tema es extenso, por lo que para su explicación se recomienda realizarla en dos sesiones mínimo.
- Analizar las especificaciones del vehículo seleccionado de acuerdo con las variables especificadas en el tema.
- Mostrar el ejemplo en una hoja de cálculo y explicar el uso de las fórmulas en el ejemplo.
- Previo a la Actividad 9, indicar al estudiante las fórmulas posibles que pueden ser utilizadas.

Tema 10 Subidas considerando motor eléctrico

- Analizar las especificaciones del vehículo seleccionado, de acuerdo con las variables especificadas en el tema.
- Analizar y explicar en clase la teoría que se tiene para la obtención de las fórmulas, considerando como base las variables del automóvil.
- Explicar la lectura y variables utilizadas mostradas en las especificaciones del motor eléctrico seleccionado en el ejercicio del tema.
- Para la actividad 10 es recomendable realizar la explicación de cada punto que conforma la actividad, así como el uso de las variables del motor eléctrico.

Tema 11 Velocidad promedio y aceleración en un ciclo de manejo

- Asegurarse de comenzar con un recordatorio sobre conceptos de velocidad y aceleración.
- Enfatizar el tipo de unidades de medición utilizadas en las fórmulas.
- Realizar ejercicios de conversión de Km/h a m/s.
- Elaborar ejercicios en los que se calcule la distancia recorrida en un tiempo determinado en velocidad constante y promedio.
- Realizar el cálculo de variables utilizando hojas de cálculo y explicar a los estudiantes cada una de la interpretación de las variables.

Tema 12 Detección de modos de operar y *coasting*

- Explicar a los estudiantes en qué consiste el *coasting* y cómo se interpreta en una conducción real de un vehículo.
- Hay que indicar que el *coasting* es afectado por las características físicas de cada vehículo y que en cada modelo es diferente, debido a la construcción del automóvil.
- Realizar el cálculo de variables utilizando hojas de cálculo y explicar a los estudiantes cada una de la interpretación de las variables.

Tema 13 Resistencia aerodinámica, rodamiento y efectos inerciales en ciclos de manejo

- Previo a la explicación del tema es recomendado realizar una recopilación de los conceptos de resistencia aerodinámica, rodamiento y efectos inerciales.
- Explicar a los estudiantes las etapas del ciclo de manejo y cómo en un caso real ocurren a lo largo del tiempo de conducción.
- Hay que aclarar de que en la fórmula se ocupan las fuerzas que aportan al frenado del vehículo y, por lo tanto, tienen signo negativo.
- Realizar el cálculo de variables utilizando hojas de cálculo y explicar a los estudiantes cada una de la interpretación de las variables.
- Brindar la hoja de cálculo relazada en clase como guía para la solución de la actividad por parte del estudiante.

Tema 14 Energía y fuerza tractiva promedio

- Realizar un repaso a los estudiantes sobre las fórmulas de potencia, de acuerdo con el trabajo realizado en un tiempo determinado.
- Elaborar los ejemplos mostrados en clase utilizando una hoja de cálculo.
- Explicar de forma detallada cada uno de los pasos de la elaboración de los ejemplos mostrados en el tema.
- Explicar a los estudiantes el planteamiento de la actividad, así como los requerimientos de esta; realizar sugerencias de solución y establecer un tiempo para aclarar las dudas de clase.

Tema 15 Cálculo energético

- Se recomienda explicar a los estudiantes el proceso de descarga de baterías.
- Explicar el significado de kilowatt hora.
- Determinar los costos energéticos actuales, de acuerdo con lo establecido por la compañía de luz.
- Hay que enfatizar que se debe de utilizar los datos recientes sobre el costo del kilowatt y combustible para los cálculos energéticos.
- Desarrollar un ejemplo explicativo para aclarar dudas de los estudiantes respecto al tema.

Evidencia

El alumno deberá elaborar una evidencia dividida en avance de evidencia y evidencia final en la que demuestre el dominio de la competencia del curso, como elemento indispensable para conseguir la acreditación. Las instrucciones para la realización de la evidencia son las siguientes:

Avance de Evidencia

El estudiante realizará el análisis de un vehículo compacto, analizará las especificaciones y determinará la pendiente máxima que puede subir, siendo de tracción delantera y, posteriormente, analizar si es de tracción trasera. Para este avance de evidencia el estudiante puede auxiliarse de los 5 temas del módulo 1 y los temas 6 y 7 del módulo 2. Es una actividad que requiere cálculos y se recomienda el uso de hojas de cálculo como Excel y gráficas. La entrega del avance de evidencia se realizará considerando los criterios de la rúbrica de evaluación.

Evidencia final

Utilizando el mismo vehículo del avance de evidencia (opción 1), el estudiante deberá de hacer el estudio sobre cómo se puede adecuar un motor eléctrico, capacidad del motor y estudio de freno regenerativo. El estudiante puede tomar como referencia los conocimientos de los temas 8, 9 y 10 del módulo 2 y los 5 temas del módulo 3. Para realizar la entrega se deben de considerar los elementos de la rúbrica de evaluación.

Avance evidencia

Criterios de evaluación

Criterios puntaje

Criterios	Puntaje
Establece la pendiente máxima para un vehículo con tracción delantera, con tracción trasera y toda tracción.	30
Estima la pendiente máxima considerando el torque.	30
Define la pendiente máxima para un automóvil eléctrico considerando motor y tracción	40

Evidencia final

Competencia: Serás capaz de estimar y evaluar prestaciones básicas de un automóvil, entre las que se encuentran: aceleración, aerodinámica, resistencia de rodamiento, propulsión eléctrica y consumo de combustible.

Instrucciones: Cada unidad de competencia tiene un valor. Si el participante cumple con un criterio, deberá colocar la palabra “sí” en la columna “¿Cumple?” y escribir el mismo valor en la columna “Puntaje”. Por el contrario, si el participante no cumple con el criterio, deberá escribir la palabra “no” en la columna “¿Cumple?” y un puntaje de 0 en la columna de la derecha.

Unidades de competencia y criterios correspondientes	Valor	¿Cumple?	Puntaje
Pendiente máxima			
1. Determina la pendiente máxima para un vehículo eléctrico.			
a. Establece la pendiente máxima para un vehículo con tracción delantera, con tracción trasera y toda tracción.	8		
b. Estima la pendiente máxima considerando el torque.	9		
c. *Define la pendiente máxima para un automóvil eléctrico considerando motor y tracción.	7		
Prestaciones de un vehículo electrificado			
2. Estima la aceleración máxima para un automóvil eléctrico.			
d. Determina la velocidad máxima para las cuatro velocidades de le vehículo.	9		
e. *Establece el torque máximo del motor para cada una de las cuatro velocidades.	7		
f. *Estima el tiempo máximo en el que el vehículo alcanzará los 100 km/h.	9		

3. Propone la configuración para un vehículo eléctrico			
g. *Establece el tipo de tracción para el vehículo.	7		
h. *Define la cantidad de motores a utilizar.	8		
i. *Estima torque, velocidad y la potencia máxima para la configuración propuesta.	9		
4. Evalúa los diferentes tipos de propulsión para un vehículo eléctrico.			
j. Calcula el consumo energético de un vehículo sin frenado regenerativo.	9		
k. *Estima el consumo energético de un vehículo que utiliza frenado regenerativo.	9		
l. *Evalúa si el ciclo de manejo FTP-75 es óptimo para un vehículo eléctrico.	9		