


Información General

Facultad: CIENCIAS NATURALES E INGENIERIAS			
Programa Académico Ingeniería Electromecánica		Grupo(s) de Investigación DIMAT	
Nombre del semillero /Sigla semillero de investigación en ingeniería y mecánica automotriz / siima		Fecha creación:	
		Regional:	
Líneas de Investigación			
Áreas del saber (1)			
	1. Ciencias Naturales		2. Ingeniería y Tecnologías
	3. Ciencias Médicas y de la Salud		4. Ciencias Agrícolas
	5. Ciencias sociales		6. Humanidades

Información del Director del Proyecto

Nombre M. Sc Eng Diana Carolina Dulcey Díaz		No. de identificación y lugar de expedición	
Nivel de Formación Académica		Asesor	
		Líder de semillero	
Celular		Correo Electrónico	

Información de los autores

Nombre	No. Identificación y lugar de expedición:	Celular	Correo Electrónico
Andrés Stiven Carreño Jerez	1.098.767.270 BUCARAMANGA	3156208743	ascarreno@uts.edu.co
David Andrés Torres Rojas	1.098.798.718 BUCARAMANGA	3174635513	davidatorres@uts.edu.co

Proyecto

1. Diseño y construcción de un dinamómetro de chasis a escala, para estudios experimentales de variables dinámicas en vehículos.	Modalidad del Proyecto (2)				
	PA	PI	TG	RE	Otra. Cuál?
		x			
2. Planteamiento de la Problemática: Uno del campo de acción de un ingeniero electromecánico de las Unidades Tecnológicas de Santander, es proponer y establecer políticas técnicas y estrategias tecnológicas para el ahorro de la energía (Ingeniería Electromecánica, 2020). De tal manera que la aplicación del ahorro energético en el área automotriz es esencial para los estudiantes de la carrera; dado que desde el 2015 con la puesta en marcha de la fórmula E(Fiaformulae.com. 2020), que es el homólogo de la fórmula 1 pero con motores eléctricos, ha dado un salto exponencial y con avances que nunca se contemplaron.					
Para seguir complementando todos los conocimientos proporcionados por los docentes, en las diferentes asignaturas de la carrera de ingeniería electromecánica, en los cuales se tiene en cuenta todo el estudio de la dinámica, resistencia de					

materiales, diseño de elementos de máquinas y uso racional de la energía; sin embargo no es suficiente para un área de aprendizaje tan extensa, donde la medición experimental de potencia y torque hasta en vehículos de menor tamaño, es una tarea que necesita de equipos especiales.

¿Puede un dinamómetro de chasis, a través de la implementación de herramientas computarizadas y análisis ingenieril contribuir en la formación de competencias, que aprueben los estándares nacionales e internacionales en investigaciones de ahorro energético automotriz?

3. Antecedentes:

Las investigaciones sobre este proyecto son reducidas y el análisis que se hace es más específico. Se realiza un análisis partiendo desde dinamómetros a nivel industrial, utilizados en el campo de las competencias automovilísticas y con la globalización de la información el muy bien conocido "Hazlo tu mismo"; de una forma indirecta hace que las modificaciones en todo tipo de vehículo crezcan y nace la experiencia de conocer como resulta en cuestión de potencia su nuevo vehículo.

Investigaciones Nacionales

En Pamplona la siguiente investigación, presenta un modelo matemático de un dinamómetro hidráulico, con el fin de obtener un modelo más refinado a través de datos experimentales; obtenidos en un banco de pruebas con motor de combustión interna acoplado al dinamómetro hidráulico. En los resultados de este trabajo se hallan datos como el error, pérdidas de energía mecánicas y perdidas de energía por el efecto de fricción viscosa. (Carrilo, P. Blanco, F. Bermudez, J. & Catilla, C. 2019). La aplicación de dinamómetros para análisis de fuerzas es esencial y a eso se refieren en la Universidad distrital Francisco José de Caldas con el estudio de un banco para la medición de fuerzas radiales, axiales y transversales en un torno. En este trabajo se emplea un transductor que entrega una señal que es leída por un microcontrolador obteniendo también un programa que cumple la función de leer los datos. (Palacios, N. Torres, W. 2019). Análisis en la eficiencia energética aporta una base fundamental y es el proyecto de la Universidad de La Costa (Moreno Gamboa, F., Floréz Serrano, E., & Moreno Conteras, G. 2019), que realizaron pruebas de torque y potencia con un dinamómetro de chasis junto con otras pruebas de contaminantes en la ciudad de Bogotá para realizar pruebas de aceleración en una carretera plana y con pendiente y medir el desempeño mecánico de forma experimental cuando al motor se le suministran productos resultantes de la hidrólisis del agua. Se concluye que los productos de hidrólisis no mejoran el desempeño ambiental pero sí el desempeño del combustible aumentando la aceleración y en parte el torque y la potencia del motor. Una tesis de la Universidad industrial de Santander (Hormiga, E, & Moreno, E. 2013), a pesar del tiempo es un aporte valioso, donde el objetivo es Diseño y construcción de un dinamómetro inercial para motocicletas(monoplazas) patrocinado por la empresa JB soluciones de ingeniería, para su laboratorio de metrología. Retomando la idea del inicio, debido a que su justificación se basa en medir la potencia y eficiencia mecánica a motocicletas; puesto que los bancos de potencia son una herramienta esencial en talleres especializados de reparación y repotenciación. Con el análisis de resultados se infiere que las motocicletas automáticas tienen un solo máximo de potencia haciendo su validación debido a que su sistema no es de marcha; muy parecido en los vehículos eléctricos. Los autores recomiendan calibrar periódicamente cada una de las variables medidas en la máquina para garantizar la fidelidad en las lecturas. Para concluir Pinilla Rodríguez, L. (2016) tienen como objetivo el desarrollo de una metodología que formula el procedimiento para generar factores de eficiencia energética y la base para los factores de emisiones, a partir de la evaluación y caracterización de los métodos de medición de consumo de energía al freno y consumo de energía total (energía suministrada por el combustible) en vehículos para transporte de pasajeros en el sistema integrado de transporte.

Investigaciones Internacionales

En Estados Unidos, con la implementación de dinamómetro de chasis, aplican técnicas de simulación en las evaluaciones del rendimiento de los vehículos, en particular para vehículos avanzados como los vehículos eléctricos híbridos (HEV), los HEV también llamados enchufables y los vehículos eléctricos de batería. (N. Kim, A. Rousseau y E. Rask, 2016). En la Universidad internacional SEK (Hoyos, R. Villavicencio, J. Julio 2019) de Ecuador, se determina una mezcla de combustible más autónoma y menos contaminante para el ambiente por medio de pruebas en un dinamómetro. En este proyecto además de encontrar una mezcla menos nociva para el ambiente se define en el estudio de opacidad dinámica low down, la confiabilidad de los equipos bien calibrados y con su correcto mantenimiento. Siguiendo con trabajos de investigación del mismo país, se muestra el diseño de un dinamómetro para motocicletas donde se describen parámetros a considerar durante el diseño (Suasnavas, V. Cando, I. Torres, G. 2016). En este proyecto se hayan resultados computacionales de las pruebas como el torque, velocidad y potencia además del análisis del diseño de cada elemento. Referente a Bolivia (Baltazar, A 2017) con el proyecto de torque y potencia para un peso de 3220(Kg). Nace de la necesidad de equipar los talleres para un completo mantenimiento; finalizando con el análisis, que el freno hidráulico es la mejor opción, pero con un costo elevado debido a su importación. Desde la ciudad de Guayaquil (Ávila, A 2016) se estudia el diseño de un dinamómetro con la finalidad de comparar los datos del dinamómetro y los del fabricante. En este proyecto se resalta más el sistema de seguridad en los anclajes del sistema.

4. Justificación: El presente proyecto de investigación se enfocará en el estudio y análisis de parámetros experimentales dinámicos. Donde el estudiante de ingeniería pueda contar con un equipo, para realizar simulaciones de manejo con

vehículos monoplazas (tracción en una sola rueda) en condiciones controladas; reconociendo datos y comportamientos de la potencia, par torsional y velocidad angular.

Realizar comparaciones de la relación de emisiones vehiculares y la eficiencia energética, el consumo de los amperios hora con respecto al kilometraje recorrido y de esta manera fortalecer el aprendizaje basado en experiencias significativas y reales.

Conociendo las propiedades físicas y estructurales de algunos elementos, se construirá una estructura de dimensiones asequibles para un traslado sencillo, con dos rodillos macizos, un volante de inercia (40Kg aproximadamente) que es comunicado con la estructura a través de una flecha metálica. Adicionalmente equipos electrónicos ayudarán en la toma de los datos proporcionado por los sensores.

Gracias a la sanción de la ley (Congreso de Colombia. 2019, 11 julio) sobre vehículos eléctricos, se aumentaron las exportaciones del parque automotor, y el análisis de las especificaciones presentadas por los fabricantes se convierten de parte esencial en la revisión en dichos vehículos; así mismo la revisión técnico-mecánica luego del primer año, y todos los parámetros requeridos pueden ser medidos con un dinamómetro de chasis.

5. Marcos Referenciales:

Dinámica

Forma parte de la mecánica y se refiere al análisis de objetos en movimiento. En el estudio de la potencia y el par, la cinemática corresponde al estudio de la geometría cinemática. Se utiliza para correlacionar el desplazamiento, la velocidad, la aceleración y el tiempo sin considerar el motivo del movimiento. La cinética es el estudio de la relación entre la fuerza que actúa sobre el cuerpo, su masa y movimiento. Se utiliza para predecir el movimiento causado por una fuerza determinada o para determinar la fuerza necesaria para producir un movimiento específico. (Ferdinand, 2010).

Inercia

Como parte importante en el diseño estructural del dinamómetro, pues en la dinámica del movimiento, se introduce el concepto del momento de inercia del objeto con respecto al eje de rotación, y luego se especifica el concepto de momento de inercia para las personas que son simétricas con respecto al eje. La fórmula de cálculo del momento de inercia utilizada para resolver este tipo de problemas se utiliza para resolver el problema, pero es importante brindar a los estudiantes un método para determinarlo experimentalmente y verificar estas expresiones teóricas. (Hernández Ferreira, A. and Hernández Gessa, A., 2011) El volante es básicamente un sistema de almacenamiento, donde su característica es la capacidad de absorber energía mecánica.

Eficiencia Energética

La eficiencia energética como concepto, agrupa acciones que se toman tanto en el lado de la oferta como de la demanda, sin sacrificar el bienestar ni la producción, permitiendo mejorar la seguridad del suministro. Es fundamental tener claro el concepto para la aplicación en los monoplazas (eléctricos), además, ahorros tanto en el consumo de energía como en la economía de la población en general. Simultáneamente se logran reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoras en las finanzas de las empresas energéticas. La eficiencia energética, tanto del lado de la demanda como de la oferta, no implica sacrificios, exige cambio de hábitos e incorporación de tecnologías eficientes, para mejorar los servicios usando menos energía. (Poveda, M., 2007)

Diseño de elemento de máquinas

Tres factores están siempre presentes al resolver un problema de diseño; carga, elemento y esfuerzo o deformación. Cada elemento debe ser diseñado para que lleve un cierto tipo de carga dentro de un cierto esfuerzo o deformación admisible. Al diseñar dentro de estos admisibles, el diseñador debe escoger el material más eficiente y la sección más eficiente (tamaño y forma). La combinación de propiedades del material y propiedades de la sección. (García, G., n.d) determina la habilidad del elemento para llevar una carga dada. De acuerdo a las condiciones de carga que se presentan sobre una pieza mecánica se deben satisfacer ciertos requisitos de resistencia, rigidez y característica dinámica.

Diseño de elemento de máquinas (Vibraciones)

Puesto que los mayores problemas de la vibración se presentan en resonancia, el diseñador está interesado en controlar las velocidades críticas en el diseño, lo cual se consigue mediante los siguientes ítems: - El cambio de frecuencia forzada preferiblemente a frecuencias menores. Esto, usualmente significa un cambio en el motor o velocidad de operación. - El cambio de la frecuencia natural del elemento preferiblemente a frecuencias mayores, lo cual puede lograr mediante: a- El aumento del momento de inercia del elemento. b- El uso de materiales con mayor módulo de elasticidad. c- La reducción del área de la sección transversal del elemento, y d- La reducción de la longitud no soportada del elemento mediante, por ejemplo, la adición de apoyos. Con este procedimiento se mueve la frecuencia natural lejos de la frecuencia de operación. (García, G., n.d)

Diseño Asistido por Computadora (CAD)

El CAD atiende prioritariamente aquellas tareas exclusivas del diseño, tales como el dibujo técnico y la documentación del mismo, pero normalmente permite realizar otras tareas complementarias relacionadas principalmente con la presentación y el análisis del diseño realizado. Si bien un sistema CAD puede adoptar infinidad de aspectos y puede funcionar de muchas formas distintas. (Glen Rodríguez, R. 2016)

Ingeniería Asistida por Computadora (CAE)

En el desarrollo de nuevos productos generalmente involucra pocos modelos, de esta forma son evaluados (pruebas virtuales) y escoger el mejor. Luego hacerle pequeños ajustes, el diseño pasaba a producción del prototipo real. Si el prototipo real no responde adecuadamente, se empezaba de nuevo (Glen Rodríguez, R. 2016). De igual manera con el diseño de un dinamómetro, equipos industriales y productos de consumo masivo, si complementamos con herramientas computacionales se logra la optimización del producto.

Curvas características de torque y potencia

Existen curvas llamadas de velocidad, donde muestran la potencia y el torque en función de la velocidad y también hay otras curvas llamadas que muestran varios parámetros adicionales. Mera Garrido, E. (2018) Para preparar estos gráficos (torque y potencia), en un banco de pruebas con dinamómetros, el vehículo es acelerado a todo su rango de revoluciones que este pueda suministrar, siendo los valores de par y potencia en funciones de las revoluciones. Al sobreponer las dos gráficas, se puede apreciar el punto de máximo torque. Dicho máximo indica el rango más óptimo para el motor en cuestión. O sea, el régimen en el cual el motor es más eficiente, para ello se parte del punto de torque máximo hasta donde la gráfica de potencia llegue a su valor máximo.

Motores en la industria automotriz

Hay muchos tipos de motores en el mundo de la automoción. Ahora, con el continuo desarrollo de los vehículos eléctricos, el mercado está cambiando. (Tipos de motores. 2015). Cuando se habla de motores de combustión, no se puede negar la relación que la mayoría son de pistones, solo los rotativos o tipo Wankel sobresalen a la norma. Partiendo de esta base se dividen según la colocación y el número de cilindros, en línea (L), en V lo cuales son reconocidos por su alta cilindrada, los llamados boxer que son pistones colocados horizontales con respecto al suelo y marcas como Subaru y Porsche siguen utilizando, motor de pistones enfrentados debido a que tienen dos pistones por cilindro y de esta manera, cada explosión empuja dos pistones. Podemos encontrar según el tipo de combustible que queman como gasolina, Diesel o gas. De este listado tiene un gran auge los motores eléctricos, tanto así que desde el 2015 cuenta con una competición llamada Formula E, (Fiaformulae.com. 2020) donde promueven la investigación y el desarrollo de vehículos eléctricos.

Actividad experimental en física general y el uso de las TICS en las prácticas de laboratorio

La actividad experimental en Física General, para la enseñanza general politécnica y laboral y la formación del profesional en las carreras de ingeniería se ha visto en constantes transformaciones, tanto en las demostraciones en clases o fuera de ellas como en las prácticas de laboratorio, desde la puesta en práctica del proyecto Physical Sciences Study Commette (PSSC) hasta los tiempos actuales, donde predomina el uso de las computadoras y sus periféricos para la toma y procesamiento de los datos. El objetivo esencial es abordar la forma en que han evolucionado los objetivos y los medios con que se realiza la actividad experimental en la Física General destacando en esto las alternativas usadas por profesores y estudiantes de acuerdo con el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Palabras claves: enseñanza de la física, actividad experimental, prácticas de laboratorio, tecnologías de la información y la comunicación General. (Cumbrera González, R. A. 2007)

Estadística en ingeniería

En el ámbito de la ingeniería se aplica para control de calidad, mejoras en procesos, pronósticos, control del personal, seguridad industrial, entre otros muchos usos. A pesar de ser una ciencia exacta, también se pueden cometer errores (Outliers) por lo que es importante saber aplicar las técnicas y herramientas. (Sáenz C., Antonio 2012).

6. Objetivo General y Objetivos específicos:

Objetivo General

Desarrollar un dinamómetro de chasis a escala, para vehículos con tracción en una rueda, como alternativa de estudio experimental de variables dinámicas, cinemáticas y cinéticas; aplicado al curso de laboratorio de resistencia de materiales y proyectos de investigación del programa de Ingeniería Electromecánica de las Unidades Tecnológicas de Santander.

Objetivos Específicos

Identificar los requerimientos para el diseño mecánico, eléctrico y de control electrónico del dinamómetro por medio de la documentación de las variables y teorías de los procesos que permitan realizar el modelo de generación del torque, necesario para el estudio de variables dinámicas.

Diseñar el dinamómetro haciendo uso del software Solidworks para la definición del modelo y generación de planos detallados que faciliten el ensamble y construcción del mismo. Analizando el comportamiento a cargas estáticas mediante herramientas CAE para definir materiales, dimensiones, restricciones, fuerzas aplicadas e interacción de elementos, para así evaluar el comportamiento del dinamómetro.

Construcción del dinamómetro de acuerdo a los materiales seleccionados en el diseño y bocetos preliminares, teniendo presente todas las condiciones de seguridad para el desarrollo de las diferentes simulaciones.

Realizar la validación de datos obtenidos en las ensayos y simulaciones de puesta a punto del dinamómetro de chasis, con los obtenidos en bancos certificados y ensayos proporcionados por un proyecto de investigación de la carrera de ingeniería, de igual manera examinando el margen de error y colocándolo como uno de los principales campos de análisis.

7. Metodología: Es la descripción del método (observación, inductivo, deductivo o análisis), las técnicas (experimentos, encuestas, entre otros) y el procedimiento o fases que se van a emplear para desarrollar adecuadamente los objetivos planteados.

8. Avances realizados: Corresponde a las actividades relacionadas con los objetivos específicos de acuerdo con el cronograma.

9. Resultados esperados: Hace referencia a los entregables según la metodología planteada.

10. Cronograma:

Actividad (Semanal)	ENERO				MARZO				ABRIL				JUNIO / JULIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Entrega de la propuesta (1)																
Corrección de la propuesta																
Entrega final propuesta Cont.																
Recolección de información de vehículos monoplasas y tablas de eficiencia energética de vehículos,																
Diseño parametrizado(conceptual) <ul style="list-style-type: none"> - Norma nacional e internacional - Tipo de Dnamometro a construir - Diseño electrónico - Programación y software para las pruebas - Entregables de laboratorios con pruebas preestablecidas 																
Diseño asistido por computador CAD <ul style="list-style-type: none"> - Diseño final - Dimensionamiento de material para disposición final 																

<p>Construcción de Dinamómetro con parámetros seguidos de la investigación</p>																		
<p>Análisis de la estructura y modelado final</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deformación del material - Cálculos estadísticos y base de datos 																		
<p>Puesta a punto (verificación)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Correlación de datos - Entrega de resultados 																		

12. Bibliografía:

1. Ingeniería Electromecánica - Unidades Tecnológicas de Santander. Unidades Tecnológicas de Santander. (2020). Recuperado 29 Sep 2020, por <https://www.uts.edu.co/sitio/ingenieria-electromecanica/#1562800745644-b01213d3-1496>.
2. Ferdinand, B. (2010). Mecánica Vectorial Para Ingenieros Dinámica (9.a ed.). McGraw-Hill.
3. Hernández Fereira, A. and Hernández Gessa, A., 2011. *Evaluación De Tres Montajes Experimentales Para La Práctica De Laboratorio “Momento De Inercia De Un Cuerpo Rígido”*. Universidad de Cienfuegos.
4. Poveda, M., 2007. *EFICIENCIA ENERGÉTICA: RECURSO NO APROVECHADO*. [online] Biblioteca.olade.org. Available at: <<http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0054.pdf>> [Accessed 24 September 2020].
5. García, G., n.d. Una Teoría General De Análisis En El Diseño De Elementos De Máquinas. [online] Una teoría general de análisis en el diseño de elementos de máquinas. Available at: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4902424>> [Accessed 24 September 2020].

6. Marinier, J., Puglisi, H. y Julian, P. (2016). *Volante de Inercia*. Ria.utn.edu.ar. Consultado el 26 de septiembre de 2020, en <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/3378/Volante%20de%20inercia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
7. Palacios, N. Torres, W. (2019). Fabricación de un dinamómetro para medir fuerzas cortantes en torno. Tesis de pregrado, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
8. Cumbreira González, R. A. (2007). El desarrollo de la actividad experimental en física general y el uso de las TICS en las prácticas de laboratorio. *Pedagogía Universitaria*, 12(5), 33+.
9. Sáenz C., Antonio (2012). Apuntes de estadística para ingenieros. Universidad Jaén. Extraído el 7 mayo del 2020 del sitio:<http://www4.ujaen.es/~ajsaez/recursos/EstadisticaIngenieros.pdf>
10. Benítez, R., Giraldo, B., & Domingo, J. (2004). Aprendizaje cooperativo basado en problemas en el diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería. En Actas del XII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (Vol. 12).
11. Moreno Gamboa, F., Floréz Serrano, E., & Moreno Conteras, G. (2019). Influencia de productos de la hidrólisis en el desempeño de un vehículo que opera con gasolina y gas natural en la altura. *INGE CUC*, 15(1), 89-98. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.15.1.2019.08>
12. Congreso de Colombia. (2019, 11 julio). Ley No 1964 «Por medio de la cual promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones.» <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201964%20DEL%2011%20DE%20JULIO%20DE%202019.pdf>.
13. Carrilo, P. Blanco, F. Bermudez, J. & Catilla, C. (2019) Modelado y simulación del comportamiento de la velocidad de un dinamómetro hidráulico. Tesis de pregrado. Universidad de Pamplona, Colombia.
14. Glen Rodríguez, R. (2016, 23 noviembre). Ingeniería asistida por computadora y Optimización de productos. Universidad Ricardo Palma. http://168.121.49.88/index.php/Perfiles_Ingenieria/article/view/443/438
15. Hernández Morales, Verni Alexander. (2007) Propuesta para el diseño del control electrónico y construcción de un dinamómetro de inercia electrónico computarizado. Tesis de pregrado, Ingeniero mecánico eléctrico. Escuela de ingeniería mecánica eléctrica, Ciudad de Guatemala, Guatemala.
16. Ávila, A (2016). Estudio e implementación de dinamómetro de chasis modelo X tracción 2 rueda del fabricante DyNOCOM. Tesis de grado, Ingeniera en Mecánica Automotriz. Universidad Internacional del Ecuador.
17. Mera Garrido, E. (2018) Diseño e implementación de un software para la obtención de potencia y torque por el método de aceleración libre en un smartphone con protocolo obd II para la carrera de ingeniería automotriz. Tesis de pregrado, Ingeniero automotriz, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
18. Hormiga, E, & Moreno, E. (2013). Diseño y construcción de un dinamómetro de motos para la empresa JB soluciones prácticas de ingeniería. Tesis de pregrado, ingeniero mecánico, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
19. Cerecero, M. (2010). Diseño de un Dinamómetro de Chasis para Vehículos de hasta 3500 kg de peso bruto vehicular. Tesis de pregrado, ingeniero mecánico, Universidad autónoma de México.

20. Ariza, C & Vanegas (2013). Diseño de un dinamómetro hidráulico para motores de combustión interna con una potencia menor a 65 H. tesis de pregrado, ingeniero mecánico, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga.
21. Pinilla Rodríguez, L. (2016) Propuesta de Metodología para establecer Factores de Emisiones en [gr/kWh] de Vehículos para Sistemas Integrados de Transporte en Colombia bajo pruebas en ruta, Tesis de pregrado, Ingeniería mecánica y mecatrónica, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.
22. Hoyos, R. Villavicencio, J. (Julio 2019) Emisiones contaminantes y autonomía a efecto del uso del diésel y aditivos bajo ciclos dinamómetro. Tesis de pregrado, Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional SEK, Ecuador.
23. VEGA R., E., MUGICA A., V., DÍAZ G., L., & RAMOS L., F. (2012). Comparación DE PERFILES DE EMISIONES VEHICULARES EN TÚNEL Y EN DINAMÓMETRO. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 16(2), 55-60. Recuperado de <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/32543>
24. Baltazar, A (2017). Diseño de un dinamómetro de rodillos para determinar potencia y torque de vehículos livianos. Tesis de pregrado, licenciado automotriz, Universidad Mayor de San Andres, Bolivia.
25. Suasnavas, V. Cando, I. Torres, G. (2016) Diseño y construcción de un banco de pruebas dinamométrico para motos de 125 centímetros cúbicos. Artículo. Escuela Politécnica del Ejercito Extensión Latacunga, Ecuador.
26. Castillo, R. (2014) Determinación del consumo de combustible del vehículo en base a los ciclos de conducción EPAFTP75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis. Artículo. Escuela de ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad de Azuay, Ecuador.
27. Tipos de motores. (2015, 25 marzo). ActualidadMotor. <https://www.actualidadmotor.com/tipos-de-motores/>
28. Oficial de la Fórmula E | Fórmula E de la FIA. Fiaformulae.com. (2020). Consultado el 29 de septiembre de 2020 en <https://www.fiaformulae.com/>
29. N. Kim, A. Rousseau y E. Rask, (2016) Estimación de parámetros para una batería de iones de litio a partir de pruebas de dinamómetro de chasis, Transactions on Vehicular Technology, la oficina de tecnología de vehículos del departamento de Energía de los Estados Unidos.

(1) Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

(2) PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TG: Trabajo de Grado, RE: Reda