



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“Diseño de un sistema electromecánico para optimizar el proceso
de armado de motores de combustión interna de vehículos
ligeros”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. **Visueta Yacila, Luis Frederick** (ORCID: 0000-0002-4925-1332)

ASESORES:

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

Mg. Reyes Tassara, Pedro Demetrio (ORCID: 0000-0002-0395-7065)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación, principalmente a Dios, por darme la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi esposa Sila Gallardo y a mi hija Maryori Visueta, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más.

A mis padres Luis y Sheila, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía y los buenos valores en mi vida

A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional

A la familia de mi esposa porque con sus oraciones y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona

Gracias familia porque de una u otra forma me acompañaron en todos mis sueños y metas.

Luis Frederick Visueta Yacila

Agradecimiento

Agradezco a Dios por la existencia y bendiciones dadas por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo

A mi esposa e hija por el apoyo incondicional que, con su amor y paciencia, me ayudaron a alcanzar mis objetivos

Agradezco a los docentes de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo, por haber compartido sus compromisos a lo largo de la preparación de la profesión

Finalmente agradecerles a los asesores Pedro Reyes Tasara, James Celada Padilla y un sincero agradecimiento al Dr. Aníbal Salazar Mendoza, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo de investigación.

Luis Frederick Visueta Yacila

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	12
2.1. Diseño de Investigación.	12
2.2. Variables, Operacionalización.....	12
2.3. Población y Muestra.....	14
2.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.	14
2.5. Métodos de análisis de datos.....	16
2.6. Aspectos éticos.....	16
III. RESULTADOS.....	17
3.1 Determinación de parámetros de diseño del sistema electromecánico para el ensamble de motores.....	17
3.2 Cálculo de los elementos electromecánicos del sistema para el ensamble de motores, respetando la normatividad vigente.	22
3.3 Calcular los parámetros de diseño que intervienen en el diseño del soporte	31
3.4. Realización de la evaluación económica del equipo electromecánico para el ensamble de motores de combustión interna de vehículos ligeros.....	41
IV. DISCUSIÓN.....	43
V. CONCLUSIONES.....	44

VI. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS.....	46
ANEXOS.....	52
Acta de aprobación de originalidad de tesis	54
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	55
Reporte Turnitin	56

Índice de tablas

Tabla 1. Cantidad de unidades vehiculares clasificadas por su tipo y cantidad por región	2
Tabla 2. Esquema de operacionalización de las variables	13
Tabla 3. Cuadro para la recolección de datos	14
Tabla 4. Dimensiones y medidas de modelos de motores del parque automotriz actual.....	19
Tabla 5. Presupuesto de fabricación y ensamble.....	40
Tabla 6. Ahorro de mano de obra durante el periodo de un año	40
Tabla 7. Flujo de caja del equipo diseñado.	41

Índice de figuras

Figura 1. Fases del proceso de diseño	5
Figura 2. Esquema de un Motor de Combustión Interna MCI.	19
Figura 3. Partes del equipo a diseñar.....	20
Figura 4. Diagrama de cuerpo libre de equipo a diseñar.....	21
Figura 5. Dimensiones generales de equipo electromecánico de ensamble y desensamble de MCI	22
Figura 6. Diagrama de Fatiga de un acero.....	26
Figura 7. Diagrama de relación de r/d de un eje.	28
Figura 8. Diagrama de cuerpo libre de la estructura de soporte.....	31
Figura 9. Sección 1 de estructura de soporte.....	33
Figura 10. Diagrama de Fuerza Cortante.....	33
Figura 11. Diagrama de Momentos Flectores	34
Figura 12. Sección de la barra	35
Figura 13. Momento de Inercia de una placa rectangular	37
Figura 14. Propuesta final de diseño.....	39

RESUMEN

La moderna ingeniería Mecánica , requiere de mecanismos simples , confiables en su funcionamiento y seguros en su uso por parte de los trabajadores , por lo que utilizando la teoría de resistencia de Materiales , Esfuerzos en elementos de máquina y diseño de máquinas diseñaremos en el presente trabajo un soporte de motores , con movimiento para el desplazamiento y giro de motores a combustión interna , de las marcas de vehículos más comerciales en el medio , para poder facilitar su desarme , reparación , cambio de piezas y rearme de la manera más rápida y eficiente , de modo que nos permita aumentar la productividad dentro de las actividades del taller , con seguridad y confiabilidad y de esta manera cumplir con las disposiciones del ministerio de trabajo – Sunafil , y a la vez reducir costos y aumentar la confiabilidad

El análisis de resistencia de materiales, el análisis de deformaciones por esfuerzos de flexión, compresión, tensión, torsión, complementado con el análisis de resistencia por fatiga serán utilizados para la elaboración de los cálculos de diseño necesario, para luego ser confirmados con la utilización de software tal como autocad y solidwords, con los correspondientes factores de seguridad y códigos de colores correctos y necesarios

El Dimensionamiento consecuente del diseño, también será necesario para el correcto diseño de la máquina, los cuales podemos transformar el plano de ingeniería de detalle para la respectiva fabricación de la maquina

El análisis de los costos de fabricación, que incluye suministro y montaje, es analizado al detalle con la segregación de costos, al cual al final se le incluye los costos indirectos, gastos generales y utilidad

Su viabilidad técnica económica se verifica con los indicadores financieros económicos, TIR y VAN, los cuales deben superar al costo promedio ponderado del capital y tener un valor positivo

Palabras Clave: Resistencia por flexión – Torsión, Resistencia por fatiga y desgaste, análisis de esfuerzos, identificación de esfuerzos, viabilidad económica – financiera

ABSTRACT

Modern Mechanical Engineering, requires simple mechanisms, reliable in its operation and safe in its use by workers, so using the theory of resistance of Materials, Efforts in machine elements and machine design we will design in this work an engine support, with movement for the displacement and rotation of internal combustion engines, of the most commercial vehicle brands in the middle, in order to facilitate its disassembly, repair, change of parts and rearmament in the fastest and most efficient way, so that it allows us to increase productivity within the activities of the workshop, safely and reliably and thus comply with the provisions of the Ministry of Labor - Sunafil, while reducing costs and increasing reliability

The analysis of resistance of materials, the analysis of deformations by efforts of flexion, compression, tension, torsion, complemented with the analysis of resistance by fatigue will be used for the elaboration of the necessary design calculations, to then be confirmed with the use of software such as autocad and solidwords, with the corresponding security factors and correct and necessary color codes

The consequent design sizing will also be necessary for the correct design of the machine, which we can transform the detailed engineering drawings for the respective manufacture of the machine

The analysis of manufacturing costs, which includes supply and assembly, is analyzed in detail with the desegregation of costs, which in the end includes indirect costs, overhead and utility

Its technical economic viability is verified with the economic financial indicators, IRR and NPV, which must exceed the weighted average cost of capital and have a positive value

Keywords: Flexural strength - Torsion, Fatigue and wear resistance, stress analysis, stress identification, economic and financial viability.

I. INTRODUCCIÓN.

Con el crecimiento y avance de la tecnología en los servicios de manteniendo automotriz cada vez se incrementa los requerimientos de mejora del ambiente de trabajo en los diversos procesos de mantenimiento.

“En Ecuador la industria de ensamble automotriz se encuentra en vías de desarrollo por lo que los procesos en las diferentes ensambladoras se encuentran con un bajo grado de automatización utilizando equipos como tecles, montacargas y sistemas neumáticos de sujeción. En ese contexto y con la idea de aportar en el ámbito tecnológico al desarrollo automotriz en la provincia de Tungurahua, surgió la idea de diseñar y construir un sistema de volteo para compartimiento de motor, para la empresa Ciudad del Auto CIA LTDA que tiene por finalidad automatizar el proceso, minimizar el riesgo físico de los operadores que trabajan” (Arteagas, 2018 pág. 89)

“Durante los últimos años el mercado de la cerámica ha ido cambiando hacia la fabricación de productos de mayor superficie para pisos y paredes, por lo cual se hace necesario un molde acorde con los nuevos formatos; junto con esta ampliación de dimensiones fue aumentado también su masa, haciéndose más difícil la manipulación de los componentes de los moldes. Esto constituye una acción insegura y una condición de riesgo para el trabajador, que puede desencadenar en enfermedades profesionales o incluso accidentes. A partir de esta condición se busca dar solución a esta situación con el diseño de equipos que sirva para la realización de estas actividades sin exponer la salud, bienestar entre otros parámetros de los trabajadores, lo cual constituye la finalidad del presente proyecto de investigación” (Murcia, & Vega, 2015 pág. 132)

“El crecimiento del parque automotor ha venido incrementándose en forma continua, teniendo a lima y callao como los dos lugares que concentran el 66% de autos que existen en el país, esto trae como consecuencia una disminución de la competitividad de las empresas” (Posada, 2018 pág. 15)

Tabla 1. Cantidad de unidades vehiculares clasificadas por su tipo y cantidad por región

Departamentos	CLASE DE VEHÍCULO									
	TOTAL	Automóvil	Station wagon	Camionetas			Ómnibus	Camión	Remolcador	Remolque Semirem.
				Pick-up	Rural	Panel				
TOTAL	2'661.719	1'167.041	403.193	283.479	365.316	43.387	80.119	213.155	43.604	62.425
Lima / Callao	1'752.919	807.529	284.251	163.793	236.502	31.006	50.441	116.601	29.520	33.276
La Libertad	190.073	77.440	21.459	25.037	18.382	1.372	7.105	21.208	4.548	13.522
Arequipa	187.929	89.335	14.236	21.353	27.142	1.989	5.099	16.853	4.804	7.118
Cusco	73.997	29.313	12.253	9.108	11.300	578	2.938	8.160	281	66
Lambayeque	68.261	30.741	5.908	9.192	9.418	1.034	1.348	8.088	572	1.960
Junín	67.049	22.296	12.308	8.749	9.715	295	2.139	9.231	881	1.435
Piura	55.060	23.771	4.922	10.378	7.915	400	1.280	5.503	518	373
Tacna	49.382	18.040	11.476	4.777	5.580	1.556	1.703	4.727	614	909
Puno	47.696	8.711	8.867	4.740	14.029	3.246	2.562	4.887	297	357
Áncash	33.542	14.484	5.472	4.009	5.555	235	940	2.415	199	233
Los demás	135.811	45.381	22.041	22.343	19.778	1.676	4.564	15.482	1.370	3.176

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Revisando la información del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la cantidad de vehículos en el Perú desde el 2012 se ha visto incrementado en promedio 7%, habiendo llegado en el 2016 a 2'661.719 vehículos transitando en el Perú. En Lima Metropolitana (incluyendo Callao) es la región que cuenta con más unidades vehiculares transitando por sus calles (1'752.919 vehículos). (Posada, 2018 pág. 18)

Frente a este crecimiento del parque automotriz, los servicios de mantenimiento han ido en aumento, siendo la reparación del motor una actividad frecuente en los talleres automotrices, este trabajo que consiste en el desmontaje y montaje del motor para efectuar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo es una actividad que conlleva a grandes esfuerzos físico, y a la vez riesgoso, es por eso que los talleres viene fabricando diverso dispositivos que les permita realizar este trabajo de forma eficiente y segura.

En los talleres automotrices en la localidad de Chiclayo el ensamblaje de los diversos componentes del motor cuando se realiza una reparación total del mismo, trae consigo diversos problemas, el de ensamblaje es un proceso lento y con alto riesgo a los trabajadores ya que este trabajo se realiza soportando al motor con

tacos de madera, lo que dificulta este trabajo, además de su difícil manipulación por el peso que tiene el motor, lo que trae consigo una baja calidad de atención a los clientes.

Se fabrica un motor de combustión interna con sistema microelectromecánico (motor IC MEMS) para demostrar la conversión de energía del calor a la potencia mecánica. Las dimensiones y la relación superficie / volumen de la cámara de combustión son 5 mm × 3 mm × 1 mm (0.015 cc) y 3.07 mm – 1, respectivamente. El movimiento de reciprocidad de un pistón puede ser sostenido por el equilibrio de fuerza entre la presión de combustión y la fuerza de repulsión de Un resorte elástico. Un gas premezclado compuesto de hidrógeno y oxígeno se usa como combustible bajo combustión estequiométrica (la relación equivalente es 1). La combustión se confirma mediante la medición de la presión y la observación directa de la propagación de la llama. Se adopta una cámara CMOS de alta velocidad para observación de llama (Suzuki, et al, 2018, pág. 74.)

El pistón se devuelve hacia el punto muerto superior, sobre su posición inicial usando la fuerza de repulsión del elástico. Entonces, la segunda combustión es inducida por la segunda encendido por chispa en las proximidades del punto muerto superior. El piston se desplaza de nuevo hacia el centro muerto inferior. Antes el pistón vuelve a su posición inicial, se suministra combustible nuevo a la cámara de combustión desde el puerto de captura. (Tanaka & Toriyama, 2018, pág.178).

Sin embargo, los problemas técnicos, sobre la baja presión de combustión y bajo trabajo mecánico, aún queda. Estos problemas están relacionados con el flujo de grietas De fuga del espacio libre entre el pistón y la caja del cilindro, y la transferencia de calor de la cámara a las paredes frías (Gatowski, et al, 2018, pág. 87).

Un modelo estándar de la KTM 510 cc, motor monocilíndrico, de inyección de combustible, de combustión interna (IC), El motor está modelado y simulado en el software Ricardo Wave paquete para mapear el rendimiento del motor stock y consumo específico de combustible con el acelerador abierto (WOT). La línea de

base modelo de simulación se valida contra la experiencia de lecturas con 98% de precisión (Sawant & Bari, S. 2018, pág. 23).

Respiración del motor (inducción de carga y barrido), es decir, eficiencia volumétrica, y el diseño de la cámara de combustión, gobierna la dinámica de las olas y los gases en el cilindro y es un importante contribuyente al rendimiento y eficiencia general del motor (Cleary & Silvas, 2017, pág. 161) también ha sugerido ese ajuste se centra principalmente en capturar la compresión y onda de presión de rarefacción que surge en el colector de admisión y dependen principalmente del movimiento del pistón y la resonancia, características del aire en el colector de admisión . Estas ondas se generan principalmente debido a la presión negativa en el cilindro durante la carrera de admisión (Malkhede & Khalane. 2018, pág. 171)

De las discusiones anteriores, está claro que el diseño del sistema de inducción de un motor IC es crítico para mejorar la eficiencia volumétrica que puede conducir a mejorar la eficiencia del combustible y / o rendimiento. Esta investigación se centra principalmente en el ajuste de los tiempos de apertura de la válvula solo, y luego junto con la válvula se levanta para lograr un rendimiento óptimo y mejorar el consumo específico de combustible. (Fontana & Galloni, 2019, pág. 67)

Cuando hablamos del diseño mecánico, podemos decir que se necesitan capacidades para realizar este trabajo complicado, cada idea debe ser mostrada y revisada. Crear implica plantear un plan para solucionar una necesidad o inconveniente. Si esta idea se plasma en un objeto real, este debe ser seguro, servible, competitivo para que pueda ser construido y comercializado. (Budynas & Nisbett, 2008 pág. 43).

Diseñar representa un desafío revolucionario y tremendamente iterativo, se debe tomar diversas decisiones durante el proceso, en algunas ocasiones esta toma de decisiones es con muy poca información y se hace a tientas, por lo que es necesario la realización de algunos cambios cuando se logra tener mayor información, es por eso que quien hace de diseñador debe se practicó al momento de tomar decisiones y de resolución de conflictos. (Budynas & Nisbett, 2008 pág. 44)

El trabajo de diseño podemos decir que se inicia con la identificación del problema, que no siempre está definido ni claro, reconocer esto dentro del medio de estudio es algo que debe formarse. (B Budynas & Nisbett, 2008, pág. 44)

La definición del problema, es un proceso por medio del cual se pueden identificar las características del equipo a diseñar, a estas características podemos llamar datos de entrada y a las propiedades del elemento a diseñar, podríamos indicar que son datos de salida, haciendo comparaciones semejantes a una caja negra. (Budynas & Nisbett, 2008, pág. 54).

En algunas ocasiones el primer gran paso para la solución de un problema es realizar un diseño de concepto, eso se realiza a través de un proceso de síntesis, donde se propone y se investiga diversas medidas que se establecen. Conforme se avanza en el desarrollo de los esquemas estos son revisados y evaluados, podemos decir que estos se mejoran o se desechan después de la revisión. (Budynas & Nisbett, 2008, pág. 55).

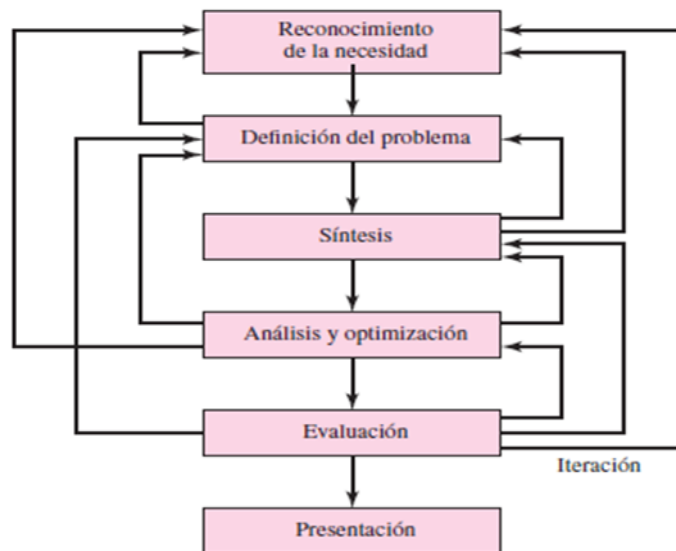


Figura 1. Fases del proceso de diseño

Lo que se plantea es que diseñar es un proceso iterativo, es decir que se sigue una metodología por medio de la cual se trabaja en diferentes fases, estas son evaluadas y a partir de estos resultados sirve para retroalimentar la fase anterior. A

través de esta metodología se puede analizar los diversos componentes del sistema viendo sus efectos en las otras partes del sistema. (Budynas & Nisbett, 2008, pág. 65)

Actualmente los profesionales de ingeniería, cuentan con diversas herramientas, así como también de recursos para plantear una solución a los problemas de diseño.

El uso de los softwares en el diseño ha conllevado el desarrollo de diversos softwares CAD (Diseño asistido por computadora), el cual permite el modelamiento en tres dimensiones (3D), teniendo la capacidad de elaborar diversas vistas del objeto, así como también observar sus dimensiones. (Budynas & Nisbett, 2008 pág. 134)

La información se ha convertido en esta época un recurso muy importante, es por eso que se debe mantener al tanto de los nuevos desarrollos y alcances en los diferentes campos de estudio. (Budynas & Nisbett, 2008 pág. 87)

El modelo está alterado y se supone que la ingesta de los corredores tiene un área de sección transversal uniforme para simplificar los cálculos de los valores que se simularán. El motor simulado su rendimiento se corresponde con el rendimiento de prueba del motor y resultados de 5500 a 7500 rpm con una precisión del 98% (Ibrahim & Bari, 2017, pág. 154)

Después de la adición de elevadores de válvula variable a la válvula variable de Tiempos, las mejoras en la eficiencia volumétrica se reducen en un promedio de 0.8% en todas las velocidades del motor de rango medio en comparación con los tiempos de válvulas variables solo (Shieh & Kana, 2015, pág. 209)

Primero, una estructura simple de desglose del producto de la solución se presenta. Más tarde, una taxonomía de cinco aspectos para desglosar la información del sistema en cinco categorías, a saber, estructural, conductual, contextual, temporal y perceptual. Se enfatiza la percepción de valor cuando la estructura y el comportamiento del sistema de grúas cambian del diésel tradicional más sistema de motor hidráulico a eléctrico. (Hovden, Unhjem & Gaspar, 2016, pág. 135)

Con componentes hidráulicos puede ser difícil controlar cada paso del circuito. El equipo de monitoreo necesita ser instalado para controlar la grúa Este equipo no es estándar, para este tipo de sistema de maquinaria, y se instala por separado con

sensores y cableado en toda la grúa, que requieren un sistema paralelo (Langston, et al, 2016, pág. 84)

: Las grúas eléctricas completas se han propuesto recientemente como una Solución para mitigar las deficiencias discutidas de las grúas hidráulicas Consiste en una fuente de alimentación eléctrica principal y eléctrica, dispositivos de distribución alrededor del sistema. La grúa puede tener energía de la embarcación o tener un generador diésel separado para la grúa (Gaspar, Rhodes, Ross & Erikstad, 2018, pág. 93)

El primer nivel en la estructura de desglose del producto (PBS), muestra las diferentes disciplinas antes de los frenos de segundo nivel. El producto en partes. De esta forma, se puede separar la carga de trabajo entre los diferentes departamentos de ingeniería. Desde esto el proyecto se centra en el motor principal y la maquinaria. Sistemas, se realiza otro desglose para profundizar en este tema. (Ross & Rhodes, 2018, pág.134)

Investigando la seguridad, la grúa eléctrica es más segura. La grúa es solución de problemas para mantener operaciones seguras y evitar fallas en la grúa misma. Además, si la carga es demasiado pesada, la grúa no permitirá la operación evitando accidentes y daños a la grúa. El aceite hidráulico es venenoso y potencialmente puede tener un efecto muy negativo sobre el medio ambiente si se derrama También crea situaciones peligrosas al mantener el sistema. Esto puede evitarse con una grúa totalmente eléctrica. (Ross & Rhodes, 2018, pág. 81).

Una desventaja de implementar maquinaria totalmente eléctrica a los sistemas puede ser la actitud de los operadores que trabajan en la grúa. Desde días anteriores estaban acostumbrados a ajustar las válvulas en el sistema hidráulico y conozco muy bien la grúa. Cuando se introducen grúas eléctricas, ya no pueden hacer el trabajo al que están acostumbrados (Emadi, Williamson & Khaligh, 2018, pág 32)

Los trabajadores en líneas industriales a menudo deben hacerlo manualmente, el manejar material pesado. Esta actividad puede cargar significativamente la columna lumbar y por lo tanto conlleva un alto riesgo de lesiones físicas. Según las Cuartas Condiciones Europeas de Trabajo y la encuesta, sobre un cuarto de la fuerza laboral en Europa informa de dolor de espalda. Las lesiones relacionadas con el trabajo no solo aumentan los costos sostenido por las industrias, pero lo más

importante tiene un severo impacto en la calidad de vida del trabajador. (Toxiri, et al, 2015, pág. 196)

Además, varios institutos en Japón centran su investigación en trajes de asistencia de energía punibles. El conocido exoesqueleto HAL de la Universidad de Súcuba fue diseñado como un dispositivo portátil y dispositivo liviano para ayudar a las extremidades inferiores para caminar. (Konz, 2012, pág. 21)

En este análisis bidimensional preliminar, el dispositivo fue modelado como solo introduciendo el peso y una fuerza. La siguiente sección va un paso más allá y desarrolla posibles conceptos para impulsar el desarrollo de un hardware prototipo. (Lee & Sana, 2018, pág. 94)

Los módulos de muslo y torso presentan una cinemática de similar. Configuración, que permiten la colocación del archivo adjunto, se apunta en una amplia gama de ubicaciones, dando la requerida libertad de movimiento para el operador. Cada módulo tiene un total de 6 grados de libertad (Do), siendo solo uno de ellos actuante. Desde el módulo de la pelvis hasta el muslo / torso fijación (proximal al orden distal) (Revés & Cholewicki, 2018, pág. 176)

El trabajo adicional estará relacionado con el desarrollo de una estrategia de control adecuada. Los diversos sensores del dispositivo, incluidos los ángulos articulares y la orientación del torso, serán utilizados para extraer información postural. Además, las medidas de la carga externa transportada contribuirán como parte de la estrategia de control, de modo que el tiempo y el alcance de la asistencia física se modula de acuerdo con él. (Naruse, et al, 2018, pág. 209)

Se han resuelto varios problemas en el área de ambas tecnologías, la fabricación relaja las limitaciones de diseño relacionadas con la capacidad de fabricación de una pieza. El soporte del motor está optimizado topológicamente. Se incluyen dos funcionalidades en la optimización, una conexión entre el tren motriz y el chasis del vehículo, y anclar para una polea que aplica tensión al cinturón que impulsa el sistema de enfriamiento del vehículo. Se muestra cómo las cargas se determinaron en este caso práctico de estudio (Marchesi, et al, 2017, pág. 145)

Ayuda a los diseñadores a adoptar una técnica de optimización de topología que directamente se centra en la funcionalidad del producto sin preocupación por su capacidad de fabricación. El caso de estudio es un soporte del motor diésel que conecta el tren motriz y el chasis del vehículo. Además, como segunda intención

de diseño, el soporte proporciona un punto de anclaje para una polea que se aplica tensión al cinturón, que impulsa el sistema de enfriamiento del vehículo. (Bendsoe & Sigmund, 2008, pp. 107)

Las técnicas de optimización de topología tienden a maximizar eficiencia del diseño en función de su funcionalidad. Sin embargo, este proceso es exitoso solo si la capacidad de fabricación se monitorea simultáneamente durante la topología del proceso de optimización. Esta práctica hace que la topología del problema de optimización altamente no lineal en muchos casos (Silva, et al, 2019, pág. 82)

La optimización de topología es un método que abarca un algoritmo de optimización dado y una solución numérica (por ejemplo, el método de elementos finitos). Como se dijo anteriormente, para determinar la disposición óptima de una decisión debe hacerse sobre qué puntos deben estar llenos de material o nulo. De esta manera, el objetivo del método es determinar la conectividad de la estructura agregando o eliminando material en el dominio de diseño (Tsuzuki, et al, 2017, pág. 211)

Las normas con conjunto de reglas o especificaciones de diferentes ítems, procesos o materiales, con el objetivo de lograr uniformizar diversas características. (Budynas & Nisbett, 2008, pág. 60)

En el proceso de diseño el costo es un factor muy importante el cual nos sirve para la toma de decisiones en cada etapa del mismo, su estudio es tan importante como la del diseño mismo. (Budynas & Nisbett, 2008, pág. 147)

Una forma eficiente de reducir el costo es utilizar tamaños estándar que se encuentren en el mercado, siendo este principio muy importante en ese sentido.

Después del costo, las tolerancias representan un punto de gran influencia en el diseño, la tolerancia influye en gran medida en la fabricación final del producto, el tener tolerancias extremadamente estrictas puede representar pasos adicionales en el proceso de fabricación, lo que conllevaría posiblemente a una inviabilidad económica. (Budynas & Nisbett, 2008, pág. 189)

En el diseño mecatrónico, el intercambio de datos entre las partes interesadas de diferentes disciplinas es necesario para garantizar una ingeniería eficiente y simultánea. Los diseñadores de todas las disciplinas involucradas necesitan adoptar nuevos enfoques de diseño que faciliten la colaboración concurrente. Un nuevo método basado en Ingeniería basada en el conocimiento se presenta en este trabajo. El método tiene dos características clave. Primero apoyar a los diseñadores

en los diferentes pasos del ciclo de diseño. Y segundo, reutilizar los resultados del diseño y adaptarlos a los cambios requeridos (Mehdi, et al, 2018, pág. 193)

Actualmente, es una práctica común para los sistemas de Ingeniería mecatrónico usar una amplia gama de lenguajes de modelado, herramientas y técnicas. Para unificar diferentes modelos de dominio cruzado, lenguaje de modelado de ingeniería de sistemas (SysML) que se proponen como solución (Albarelo, Arnold & Budinger, 2016, pág. 92)

“Algunas veces sucede que, cuando se compara el costo de dos o más enfoques de diseño, la elección entre ellos depende de un conjunto de condiciones como la cantidad de producción, la velocidad en las líneas de ensamble o alguna otra condición” (Budynas & Nisbett, 2008, pág. 75)

Para determinar adecuadamente las cargas involucradas en el problema de optimización, un prototipo de todo el vehículo tiene que ser probado en una pista especial. El circuito corre durante la prueba destinada a simular las peores condiciones que normalmente se encuentran en este tipo de aplicación (Williams, et al, pág. 60)

Antes de la introducción de sensores y microcontroladores, el aire de admisión del motor fue controlado por un acelerador y un cable relacionado con el acelerador. El controlado mecánico del proceso de combustión no fue óptimo en términos de eficiencia de combustible (Badin, et al, 2018, pág. 205).

El diseño mecatrónico necesita de la organización de las tareas en un ambiente concurrente Nuestro enfoque es compatible con este entorno y ofrece flexibilidad y conocimiento e intercambio entre usuarios multidisciplinarios. El elemento clave Aplicado a KCM en diseño mecatrónico es la organización de roles durante el proceso (Shetty & Kolk, 2010, pág. 118)

El soporte del diferencial, conocido también como caja, cárter o porta diferencial corresponde a los elementos que contienen, los engranajes y el par cónico o el par de reducción final. Cuando el motor se halla situado sobre el eje tractor, la caja, soporte cárter o porta diferencial se construye en bloque, por otro lado, en el caso de propulsión trasera y suspensión por eje rígido, el soporte va incorporado al puente trasero (Cruz & Mesías, 2018, pág. 131)

“Los materiales reforzados por fibras son los más importantes desde el punto de vista tecnológico. El objetivo es conseguir materiales con una elevada resistencia

a la fatiga y rigidez, a bajas y altas temperaturas, y simultáneamente una baja densidad”. (Duncan, 2014, pág. 101)

“Un material compuesto estructural está formado tanto por materiales compuestos como por materiales homogéneos y sus propiedades no sólo dependen de los materiales constituyentes sino de la geometría del diseño de los elementos estructurales”. (González & García, 2016, pág. 101)

Los procesos de manufactura refieren a la transformación de las materias primas en productos terminados donde se entiende como proceso al conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado. (Ojeda, 2019, pág. 200)

Los centros de mecanizado por control numérico están pensados para dar soluciones a una gran variedad de productos de distintos sectores desde el rotulista o taller de carpintería hasta el sector industrial y la enseñanza (como la fabricación digital). (Talleres y repuestos, 2019, pág. 58)

Es la eliminación de poco material con mucha precisión; proceso final cuyo objetivo es el de dar el acabado superficial que se requiera a las distintas superficies de la pieza. Se utiliza pensando en tener una superficie con poca rugosidad. Velocidad de avance baja y velocidades de corte altas (Jaramillo & Játiva, 2018, pág. 167)

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación.

No Experimental

Esta investigación se considera no experimental ya que la toma de datos se va a realizar a través de la observación de las variables como se encuentran en la realidad, sin intervención por parte del investigador.

Se inicia con la búsqueda de información técnica necesaria para el diseño del sistema de ensamble, a partir de allí se realizan los cálculos correspondientes.

Descriptiva

Esta investigación se enmarca como descriptiva debido a que se va a observar y describir el problema en la realidad, sin que el investigador altere esto.

Estudio	T ₁
M ₁	O ₁
M ₂	O ₂

Dónde:

M₁ y M₂; ----- muestras

O₁ y O₂; -----observaciones

2.2. Variables, Operacionalización.

2.2.1 Variable Independiente

- ✓ Diseño de un sistema electromecánico de ensamble

2.2.2 Variable Dependiente.

- ✓ Tiempo de armado de motores

2.2.3 Operacionalización de las Variables.

Tabla 2. Esquema de operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Variable Independiente: Diseño de sistema electromecánico de ensamble	Es un proceso por medio del cual se propone la solución a un problema a través de una máquina, definiendo sus características destacadas.	Es un equipo que va permitir el montaje de los MCI de vehículos ligeros de forma más eficiente.	Potencia	KW	Observación Revisión Documentaria
			Dimensiones	Mm	
			Material	Tipo	
			Capacidad de Trabajo:		
Variable Dependiente: Tiempo de armado de motores	Es la cantidad de tiempo que se demora el operario en realizar el ensamble de las diversas piezas en el motor.	El armado de los diferentes elementos del MCI, de vehículos ligeros, cuando se hace una reparación total del motor	Tiempo de ensamble de componentes	Tiempo	Observación

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y Muestra.

2.3.1 Población.

Talleres automotrices en la ciudad de Chiclayo

2.3.2 Muestra.

Talleres automotrices en la ciudad de Chiclayo

2.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.

Tabla 3. Cuadro para la recolección de datos

Técnicas	U S O	Instrumentos
Observación	Caracterizar el proceso de ensamble con el uso de diversos elementos en un motor durante el proceso de reparación. Evaluación de la funcionalidad del diseño	Ficha registro características de ensamble de motor. Ficha pruebas de funcionalidad
Revisión de documentos	Se realizará la búsqueda de diversos ítems que permitan realizar el diseño.	Ficha registro de documentos.

Fuente: Elaboración propia

2.4.1 Observación

Con la aplicación de esta técnica caracterizará las diferentes condiciones de trabajo actuales de cómo se realiza el ensamblaje de los motores en los diversos talleres de la ciudad de Chiclayo, el tiempo de trabajo de ensamble del motor, las herramientas usadas y el riesgo en el trabajador.

2.4.2 Revisión documentaria

Con el uso de esta técnica se va a lograr ubicar diversos elementos que permitan desarrollar el diseño propuesto, se ubicara las materias óptimas para las diferentes partes de la máquina y de otros documentos.

2.4.3 Instrumentos de Recolección de Datos.

2.4.3.1 Ficha de registro tiempo de ensamble.

En este instrumento se llevará el tiempo que toma realizar el ensamble de las diversas partes del motor.

Tiene 02 secciones, en la primera sección se coloca los datos de quien realiza la toma de datos, así como también la fecha en que se realiza la medición, en la segunda sección se inspecciona el montaje terminado con el uso de indicadores.

2.4.3.2 Ficha de control de diseño

Este instrumento, nos va a permitir evaluar diversos aspectos del diseño de la máquina de ensamble de MCI, como dimensiones, funcionalidad, etc.

Cuenta con 02 partes, la primera parte de este instrumento se coloca los datos del evaluador, la fecha y hora de la evaluación y otras condiciones generales, en la segunda parte se llena los indicadores de los diversos sistemas de la máquina de ensamble de MCI, cada uno de estos sistemas es evaluado con sus indicadores.

2.4.3.3 Ficha de revisión documentaría.

Este instrumento nos va a permitir el registro de los diversos documentos consultados, por parte del diseñador, se usa normalmente cuando se realiza la consulta de normas técnicas, manuales especializados, y otros documentos cuya información sea relevante para el desarrollo del diseño del equipo para montaje de MCI.

2.4.4 Validez

La validez en esta investigación se realizará a través de profesionales especialistas en el tema que estamos desarrollando, así como también se realizara la validación por parte de los usuarios finales (los profesionales técnicos) que sería lo que van a

usar este dispositivo. En esos dos aspectos se realizará la validación de los instrumentos.

2.4.5 Confiabilidad.

Los diversos profesionales con la aplicación de los diversos instrumentos validarán la confiabilidad de esta investigación, de acuerdo a lo que se requiera se dará prioridad a lo que expresen en beneficio del equipo.

2.5. Métodos de análisis de datos.

Se usará el análisis estadístico para poder determinar la relación entre una y otra variable, eso se logrará a través de la tabulación de los valores encontrados para cada uno de los factores que se evalué. Todo esto teniendo como premisa que cualquier desviación debe permitir la optimización del diseño del equipo de ensamble para motores.

2.6. Aspectos éticos.

Yo, como investigador, tengo el compromiso de respetar la autoría y derechos de propiedad de los diversos elementos que utilice para el desarrollo de mi investigación, además de guardar la confiabilidad de la información que la empresa me proporcione, y de esta forma poder decir con garantía que los resultados mostrados son veraces.

.

III. RESULTADOS

3.1 Determinación de parámetros de diseño del sistema electromecánico para el ensamble de motores.

Se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones.

- Dimensiones geométricas, actualmente en el mundo del automóvil se ha estandarizado las piezas más importantes en los motores, como es el caso del monoblock, que suele ser el mismo para diversos motores; las diferentes potencias que se logran conseguir se debe principalmente al uso de la electrónica, por lo que se debe ser muy específico cuando se detalle un vehículo, en nuestro medio los más comerciales son: Toyota, Mitsubishi, Nissan, etc.
- Otra consideración a tomar en cuenta es la ergonomía en la realización del trabajo, esto conlleva a evaluar la comodidad, minimizar los movimientos al ejecutar el trabajo, siendo su principal característica la adaptación del puesto de trabajo al hombre.

A través de esta investigación se realizó un análisis de la ergonomía en el ensamble de motores de unidad móviles livianas, para conocer los parámetros más influyentes y sus valores óptimos. Este es un estudio completo de los factores que pueden influir en el área de trabajo, no solo se va a determinar el diseño como una solución al problema, sino que se va a dar un valor para cada factor de estudio. Se comenzó estudiando los siguientes factores:

- Área de trabajo, son las dimensiones necesarias para realizar el proceso de armado y desarmado de motores.
- Postura del Trabajador, se enmarca en la posición en que los trabajadores van a realizar el trabajo.
- Confort Ambiental, está determinado por el tipo de ambiente donde se va a realizar el trabajo, puede ser un lugar cerrado, a la intemperie, etc.

Las dimensiones que debe tener el lugar de trabajo, tomando en cuenta la posición y movimientos, para la realización del trabajo son indispensables para la realización de un trabajo eficiente. Es el lugar de trabajo que debe adaptarse al operario, siendo esto un gran problema debido a los diferentes tamaños de las personas. En estos

casos no es suficiente con tomar las dimensiones de una persona mediana (50 percentil), al contrario, se debe tomar en cuenta las dimensiones extremas, por ejemplo, el espacio debajo de las mesas debería tomar las dimensiones de una persona alta, mientras que para los espacios de alcance se debe tomar en cuenta a personas de menor tamaño. (Percentiles 95 - 5).

Para establecer las dimensiones mínimas de una oficina para desempeñar un trabajo adecuado se debe seguir los siguientes criterios:

Nivel de trabajo

Espacio para miembros inferiores.

Alcance óptimo de zonas de trabajo

Además, considerar los factores ambientales como:

Nivel de ruido.

Grado de iluminación.

Ruido

Iluminación

Temperatura

Cuando se analiza la iluminación de los ambientes, se tiene que lograr la comodidad visual tomando lo siguiente:

Grado de Iluminación de la zona de trabajo.

Actividad a realizar.

Contraste de colores de objetos

Ubicación de puntos de iluminación.

Edad del operario.

La falta de consideración de estos factores, origina fatiga visual.

Debe evitarse la iluminación directa, se debe usar difusores, con un ángulo de visión 30° con respecto a una horizontal, de esa forma se evita la fatiga de la vista, una correcta y adecuada iluminación siempre va a traer ventajas en el desempeño laboral.

Las dimensiones y medidas de los modelos que más existen en el parque automotriz son diversos, sin embargo, hemos reducido la lista que detalla su potencia, peso seco y dimensiones que se muestran a continuación

Tabla 4. Dimensiones y medidas de modelos de motores del parque automotriz actual.

ITEM	MOTOR	VEHICULO	POTENCIA	DIMENSIONES	PESO
1	2GD	Hilux , Prado	110 – 130 KW	0.65*0,45 *0.55	210
2	M4R/MR20	Xtrail , Qasqai	101 – 150 KW	0.65*0,45 *0.55	230
3	YD25MO	Fluence	112 – 132 KW	0.65*0,45 *0.55	210
4	1.6 CRDI	Tucson	84 – 100 KW	0.65*0,45 *0.55	190

Fuente: Elaboración Propia.

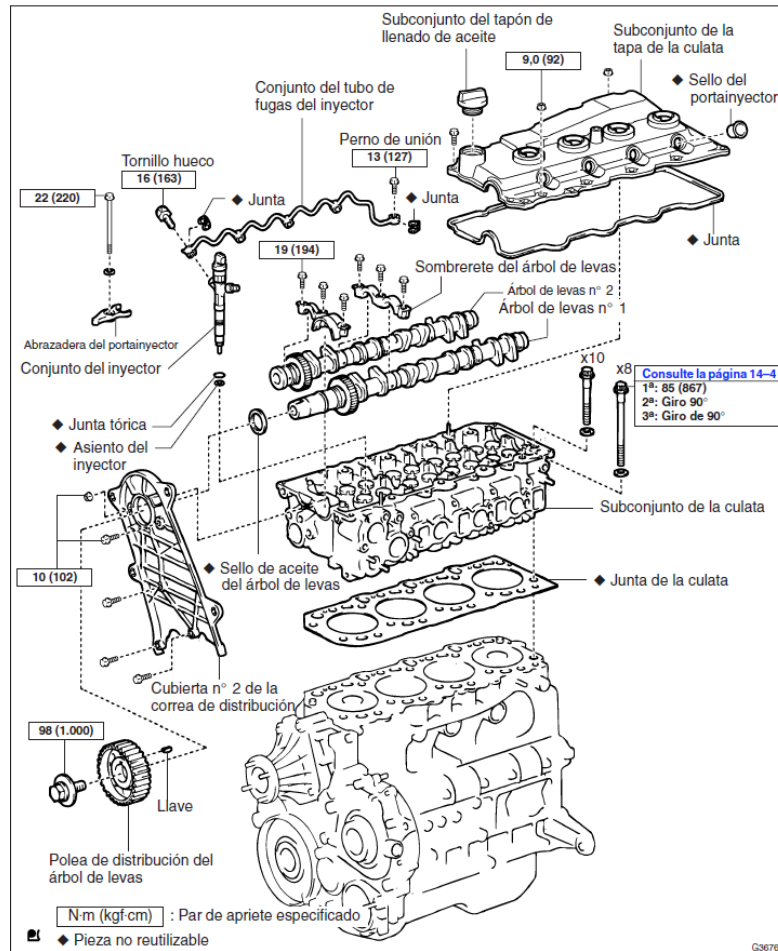


Figura 2. Esquema de un Motor de Combustión Interna MCI.

El cálculo se realizará de la siguiente forma:

Para realizar los cálculos se debe seleccionar la forma que tiene el soporte como se muestra a continuación.

Se ha dividido la estructura del soporte en las siguientes partes: a) Viga principal b) Columna de soporte c) Brazos de estabilización d) Placas de giro.

Viga principal

Para su diseño se ha tomado en cuenta la fuerza que va a tener que soportar, es decir a la que va a ser sometida.

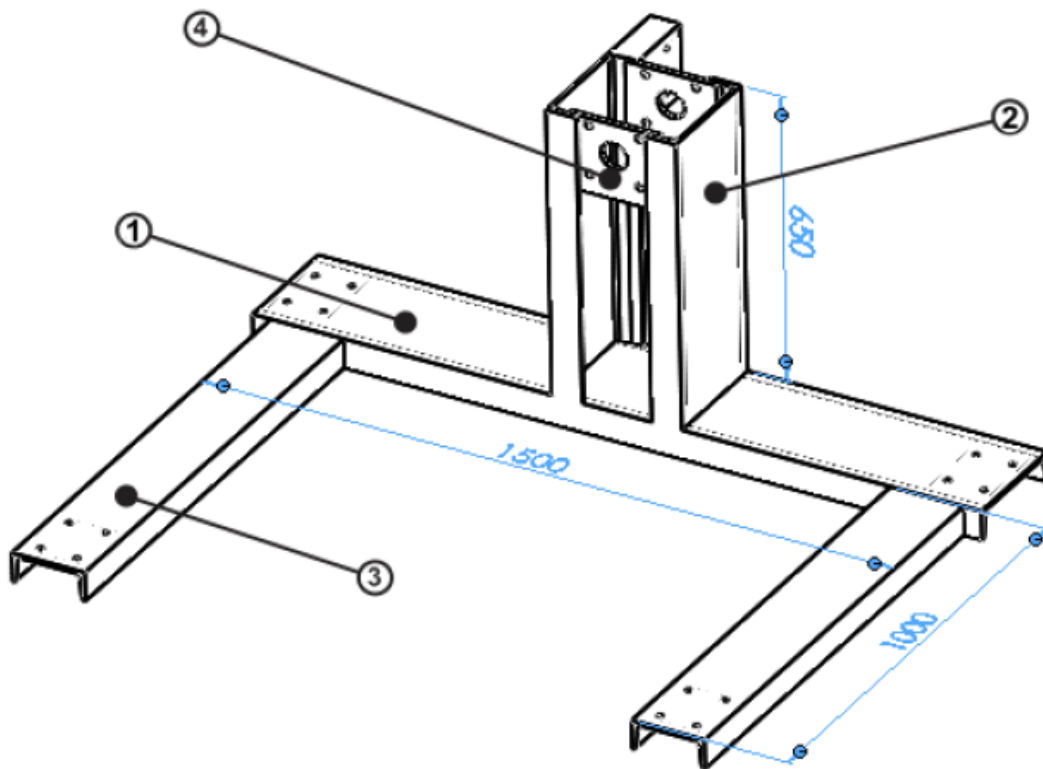


Figura 3. Partes del equipo a diseñar.

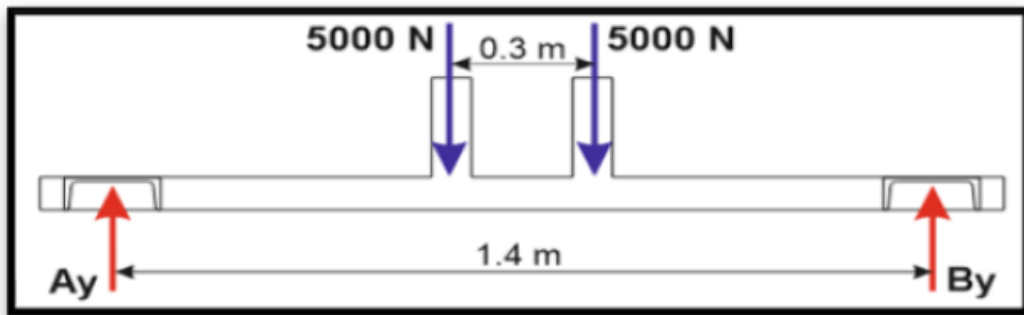


Figura 4. Diagrama de cuerpo libre de equipo a diseñar

3.2 Cálculo de los elementos electromecánicos del sistema para el ensamble de motores, respetando la normatividad vigente.

El proceso de transformar un cuerpo de naturaleza continua en uno de naturaleza discreta se conoce como discretización del modelo. Las reacciones de lo que pasa en el interior del cuerpo es aproximado y se calcula por interpolación tomando como referencia los valores conocidos en los nodos o extremos. Esta Aproximación de valores de una función partiendo de un número determinado y finito de puntos.

Actualmente el método MEF, es tan importante como el método matricial pudiendo utilizarse diversos programas que utilizan ambos métodos en su análisis. El MEF sigue siendo un método que requiere de mucha memoria para su análisis, por lo que se usa principalmente para losas o pantallas, mientras que se usa el método matricial los pórticos que se siguen trabajando como barras. Hoy día con el uso de los superordenadores la aplicación del MEF nos da resultados muy exactos para diferentes parámetros.

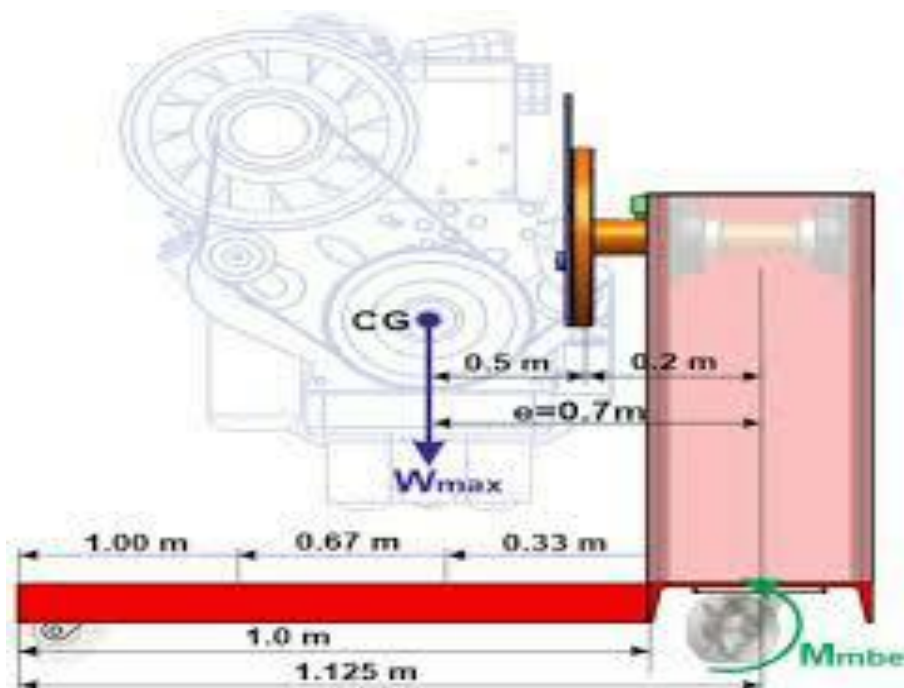


Figura 5. Dimensiones generales de equipo electromecánico de ensamble y desensamble de MCI

Para el diseño del mecanismo planteado, se debe tomar las siguientes consideraciones:

Cálculo a la torsión, flexión, compresión o el efecto combinados de estos.

Esfuerzo combinado (Torsión, Corte, Tracción-compresión, flexión):

Teorema de Castigliano – energía de deformación:

- Este método nos va a permitir calcular las deformaciones que ocurren por la acción de las fuerzas combinadas de flexión y torsión, además de problemas estáticamente indeterminados, esto se logra estableciendo la dirección del movimiento de un esfuerzo simple o esfuerzo combinado, el cual se iguala a la derivada de la de la energía total tomando como referencia el esfuerzo.
- El trabajo que se da por las fuerzas internas da como resultado a la energía elástica.
- Energía elástica bajo compresión y tracción:

$$U = \int_s \frac{1}{2} \cdot \frac{P^2}{EA} \cdot dx$$

Podemos indicar que el peso del motor tiene la misma dirección que la gravedad, genera esta carga P, además del módulo de Young (Módulo de elasticidad), siendo este el esfuerzo al que es sometido el soporte, esto ocurre cuando se desmonta el motor

- Energía en Flexión Elástica:

$$U = \int_s \frac{1}{2} \cdot \frac{M^2}{EI} \cdot dx$$

Esto pasa en el momento que el peso se desvía de la dirección de la gravedad, siendo mayor, debido a que esta desviación genera un brazo de momento, para esta situación no solo se tiene que tomar en cuenta el módulo de elasticidad (Young) del material, sino que además hay que tomar en cuenta

la forma (geometría), lo que conllevaría a tener en cuenta el momento de inercia del área transversal del elemento a calcular.

- Energía de Torsión (Elástica):

$$U = \int_s \frac{1}{2} \cdot \frac{T^2}{GI_p} \cdot dx$$

Los momentos polares de inercia, los cuales tienen a “torcer” el eje, se generan debido al movimiento del motor que está suspendido en el banco de ensamble.

Todos los esfuerzos generan una acción conjunta que puede expresarse de la siguiente forma:

$$U = \int_s \frac{1}{2} \cdot \frac{P^2}{EA} \cdot dx + \int_s \frac{1}{2} \cdot \frac{M^2}{EI} \cdot dx + \int_s \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{GJ} \cdot dx + \int_s \frac{1}{2} \cdot \frac{T^2}{GI_p} \cdot dx$$

Podemos decir que la deformación total es igual a la suma de todas las deformaciones con respecto a un punto determinado.

Aplicando la teoría de deformación, para un estado determinado de tensión sea esta simple o compuesta se puede determinar de la siguiente manera:

$$\xi_y = \frac{\partial U}{\partial y} = \frac{1}{EA} \int_s P \cdot \frac{\partial P}{\partial y} \cdot dx + \frac{1}{EI} \int_s M \cdot \frac{\partial M}{\partial y} \cdot dx + \frac{1}{GJ} \int_s Q \cdot \frac{\partial Q}{\partial y} \cdot dx + \frac{1}{GI_p} \int_s T \cdot \frac{\partial T}{\partial y} \cdot dx$$

Esta es la ecuación que utiliza el software SOLIDWORKS, con un determinado código de colores. No se debe de dejar de lado el desarrollo de los cálculos con el uso de estas fórmulas.

Por otro lado, a que considera el análisis y cálculo de la fatiga, considerando que el mecanismo de ensamble de motores está sometido a cargas variables.

Cuando un elemento, pieza o mecanismo está sometido a cargas variables, la rotura del elemento por fatiga es algo común debido al agotamiento del material, viéndose reducida su resistencia cuando se ve sometido a cargas fluctuantes, que después de una cantidad determinada de ciclos el elemento sufre fractura, los ciclos para que esto suceda va a depender de algunos factores, tales como: amplitud de carga, entalladuras en el elemento, grietas, micro fisuras o irregularidades. La falla por fatiga del material, llega en algunos casos a fallar aun cuando la fuerza está muy por debajo del valor de fluencia, fallando son llegar a estar sometido a esfuerzos internos elevados, o críticos.

Podemos describir las fallas por fatiga más comunes:

- Presencia de pequeñas rajaduras o grietas en el material, o también por inclusiones de material extraño en las piezas, así como también por discontinuidades internas.
- Irregularidades generadas durante el proceso de fabricación debido a la mecanización.
- Los cambios de sección son elementos causantes de estos problemas, además de los chaveteros, perforaciones y alguna otra irregularidad en la pieza.

Por lo expuesto la rotura por fatiga es posible a partir de una pequeña grieta en la pieza.

Una grieta debido a su geometría, en sus extremos presenta puntos de concentración de esfuerzos, eso amplificaría el efecto de las fuerzas cíclicas en el elemento, originado esfuerzos internos variables cuyo efecto hace que la grieta se amplíe en sus extremos ya que en estos puntos ocurre mayor concentración de esfuerzos.

Así de esta manera la grieta va incrementando en forma paulatina y progresiva su tamaño hasta que el área restante efectiva de la sección transversal se reduce tanto que es muy pequeña produciendo la rotura instantánea de la pieza.

Como se ha dicho anteriormente la rotura por fatiga se puede producir por el esfuerzo que producen las carga aun cuando este esfuerzo no es muy elevado, siendo incluso muy por debajo del material de fluencia.

Entonces:

$$S_f < S_c < S_e$$

S_i = Esfuerzo de falla por Fatiga

S_c = Esfuerzo de falla por esfuerzos combinados estáticos

S_e = Limite de elasticidad

Para la determinación de la vida útil (número de ciclos) y concentración de esfuerzos se realiza con los siguientes criterios:

Gráfico de fatiga:

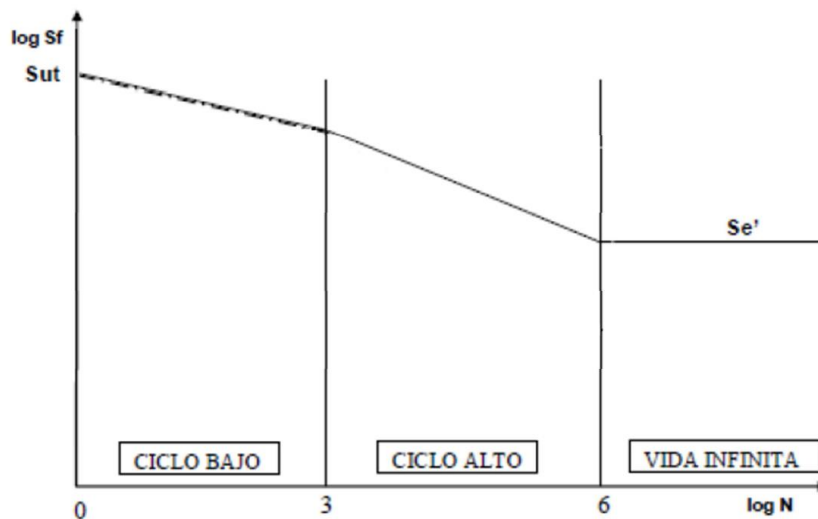


Figura 6. Diagrama de Fatiga de un acero.

Se define las etapas del ciclo de vida:

Zona de ciclo bajo: Situado por debajo de los 10^3 o 10^4 ciclos, se comporta como si estuviera sometido a cargas estáticas con una ligera reducción de la resistencia.

Zona de alto ciclo: los cuerpos soportan hasta 10^6 o 10^7 ciclos de vida, normalmente para los aceros, la reducción es mayor con la duración, y el material tiene un comportamiento diferente como se comportaría con cargas estáticas.

Zona vida infinita: Es el valor de tensión o esfuerzo con el cual la vida útil del material es infinita, es decir no se rompe. El esfuerzo con el que se produce esto se le llama límite de fatiga sin corregir (S_e')

Tomando un Acero Comercial AISC 45, se tiene:

$S_f = 0,5 \cdot S_e$, de donde S_e : 14 000 Kgf/cm²

Los criterios de concentración de esfuerzos son:

$$S_e = \prod_i K_i \cdot S'_e$$

Donde:

Ka: Factor por acabado superficial

Kb: Factor por tamaño

Kc: Factor por confiabilidad

Kd: Factor por temperatura

Ke: Factor por concentración de tensiones

Kf: Factor por efectos diversos

Entonces:

Ka: Acabado pulido, sin asperezas, $K_a = 1,00$

Kb: Este factor se va a calcular tomando en cuenta el diámetro del elemento:

$$K_b = 1'189 \cdot d^{-0.097} \quad 52 \leq d \leq 250 \text{ mm}$$

Kc: Este factor se ha determinado por un factor probabilístico = 0,702

Kd: Temperatura ambiente, menor de 450°C, $K_d = 1,00$

Ke: Para los soportes de rodaje se usará el siguiente gráfico para determinar el factor:

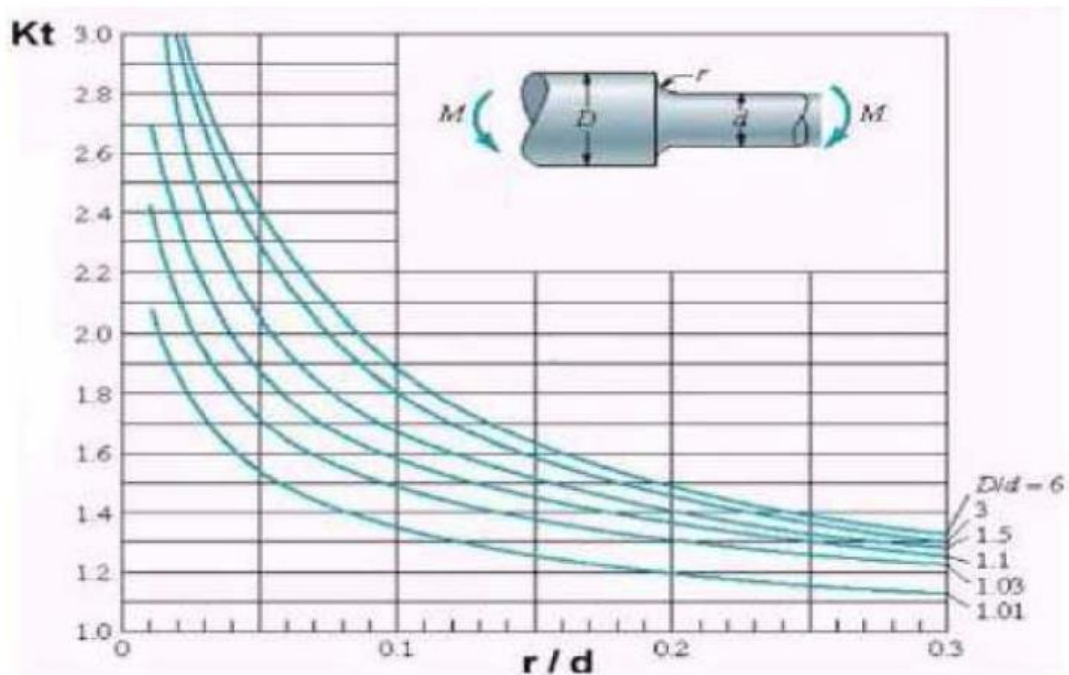


Figura 7. Diagrama de relación de r/d de un eje.

$K_t = 1,10$

K_f : No se ha considerado efectos por esfuerzos remanentes:

Además, se realizará el análisis de elementos finitos, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

Se utilizará para el cálculo el Método de Elementos Finitos (MEF)

Con la aplicación del MEF, no es necesario la construcción de un prototipo, las mejoras se pueden realizar con el software lo que trae un ahorro económico y ahorro de tiempo para la industria.

La simulación es una aproximación a la realidad basada en la hipótesis del método, sin embargo, los prototipos son muy importantes y necesarios en menor medida, el modelo se asemejará tanto a la realidad en la medida que se inserten las condiciones de contorno, modelo y del óptimo manejo del software.

A través de la discretización se logra la transformación de cuerpos de tipo continuos a un modelo de tipo discreto aproximado.

La metodología que se sigue es transformar un cuerpo continuo en uno discreto, el cual es lo más aproximado posible a la realidad, siendo este proceso un proceso de discretización. Se realiza la división de las piezas en muchas partes las cuales están interconectadas a través de nodos. Se considera también en el modelo las propiedades de los materiales de la pieza, además de incluir sistema de grados de libertad a través de ecuaciones diferenciales, el comportamiento del cuerpo se basa en ecuaciones lineales y no lineales.

En el análisis por el MEF se distingue lo siguiente:

Dominio: Espacio donde el diseñador define el modelo geométrico.

Condiciones de Frontera o Contorno: Son aquellas variables que se conoce, las cuales afectan al sistema, estas son cargas, apoyos, etc.

Incógnitas: Son las variables que se necesita encontrar que se encuentran después del análisis del sistema aplicando las condiciones de contorno, normalmente son los esfuerzos y las deformaciones.

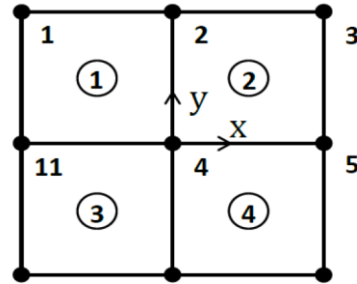
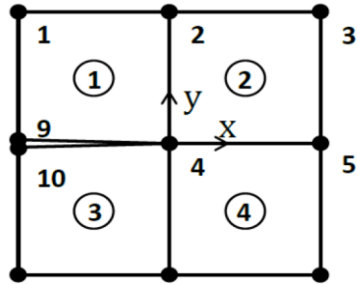
Existe al Extended Finite Element Method (Método de elementos finitos XFEM), utiliza el mismo concepto sin embargo se basa en la partición de la unidad, donde la sumatoria de las funciones que está sometida es la unidad. XFEM permite el ingreso de singularidades y discontinuidades en el modelo, esto se puede realizar independientemente de la malla logrando la propagación de la grieta en forma independiente. XFEM permite adicional al análisis clásico de elementos finitos la función de HEAVISIDE, la cual permite la representación de la grieta lo cual se describe a continuación:

Ecuación que gobierna este fenómeno es:

$$u^h(x) = \sum_{i=1}^{10} N_i(x)u_i$$

Podemos describir a \hat{u}_i describe la forma en el nodo i , donde x indica posición y u_i el desplazamiento que se genera en i . K y I se definen así:

$$k = \frac{u_9 + u_{10}}{2}, \quad l = \frac{u_9 - u_{10}}{2}$$



3.3 Calcular los parámetros de diseño que intervienen en el diseño del soporte

Análisis estático

$$\sigma_f = \frac{M_{m\acute{a}x}C}{I} = \frac{M_{m\acute{a}x}.C}{\frac{AB^3}{12} - \frac{A^*B^{*3}}{12}}$$

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau^2}$$

F.S. (Factor de Seguridad):

$$F.S = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Desarrollo del cálculo de análisis estático para la estructura del soporte

La fuerza F= masa x gravedad; masa=masa de la plancha; F= 15,00 x 9,81 = 147,50 N

Diagrama de cuerpo libre.

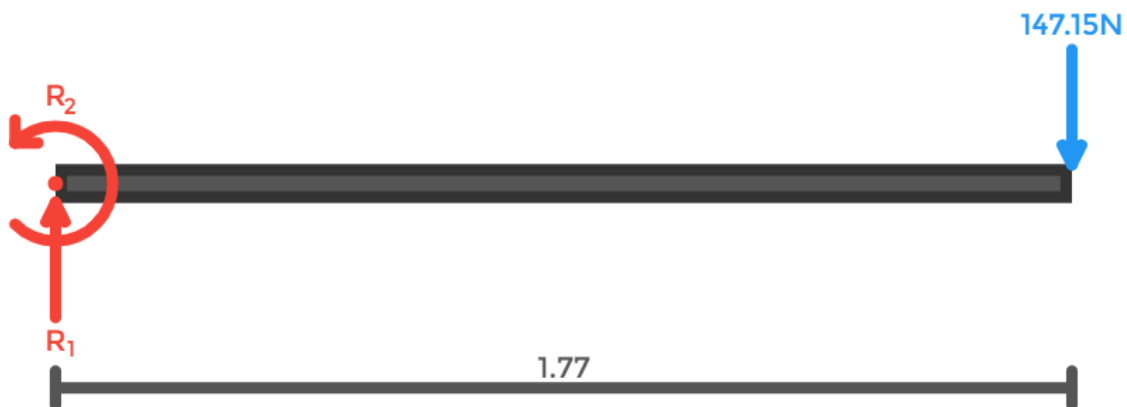


Figura 8. Diagrama de cuerpo libre de la estructura de soporte.

Aplicamos condiciones de la estática (sumatoria de fuerzas es cero):

$$\sum F_Y = 0$$

$$R_1 - F_1 = 0$$

$$R_1 = F_1$$

$$R_1 = 147,15 \text{ N}$$

$$\sum M = 0$$

$$R_2 - 147,15(1,77) = 0$$

$$R_2 = 147,15(1,77)$$

$$R_2 = 260,4555 \text{ Nm}$$

R1 = 147,50 N, R2=260,46 N.m

Análisis por secciones, se calculará la fuerza cortante (V) y el momento flector (M).

$$\sum F_Y + V_{(X)} = 0$$

Sección-1:(0,00 ≤ x ≤ 1,77)

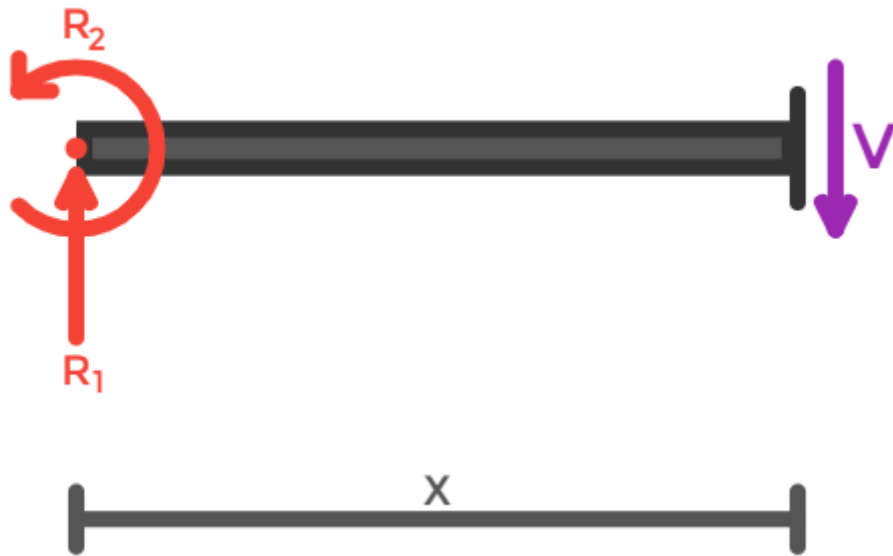


Figura 9. Sección 1 de estructura de soporte.

$$-R_1 + V_{(X)} = 0$$

$$V_{(X)} = 147,15$$

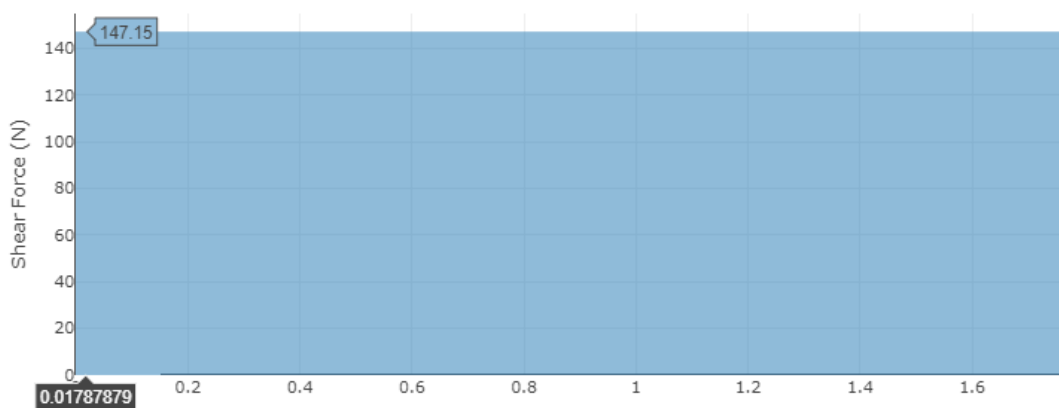
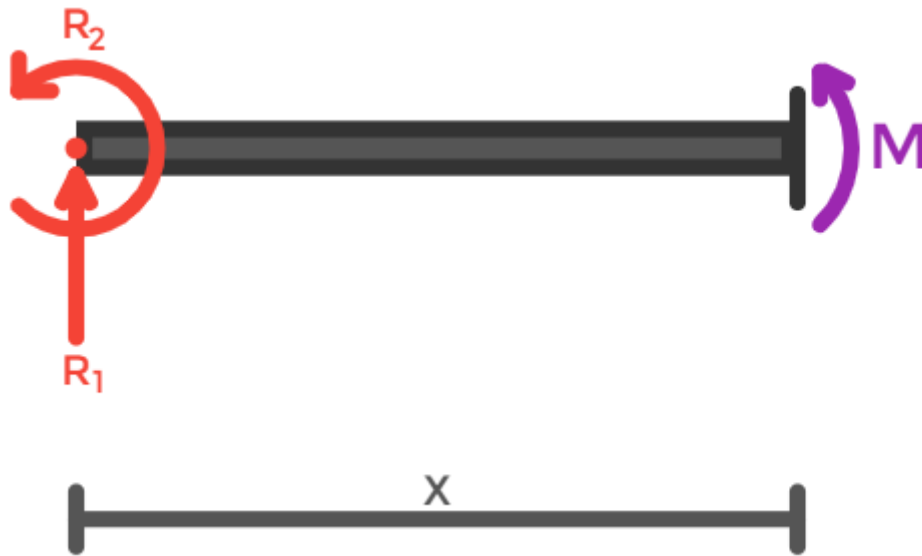


Figura 10. Diagrama de Fuerza Cortante.

Momento flector (M).

$$\sum F_Y(X - X_{CARGA}) + \sum M + M_X = 0$$

Sección-1:(0,00 ≤ x ≤ 1,77)



$$\begin{aligned}\sum M &= 0 \\ \sum F_Y(X) + \sum M + M_X &= 0 \\ -R_1(X) + R_2 + M_X &= 0 \\ M_X &= 147,5(X) - 260,4555 \text{ NM} \\ M_Y &= 0\end{aligned}$$

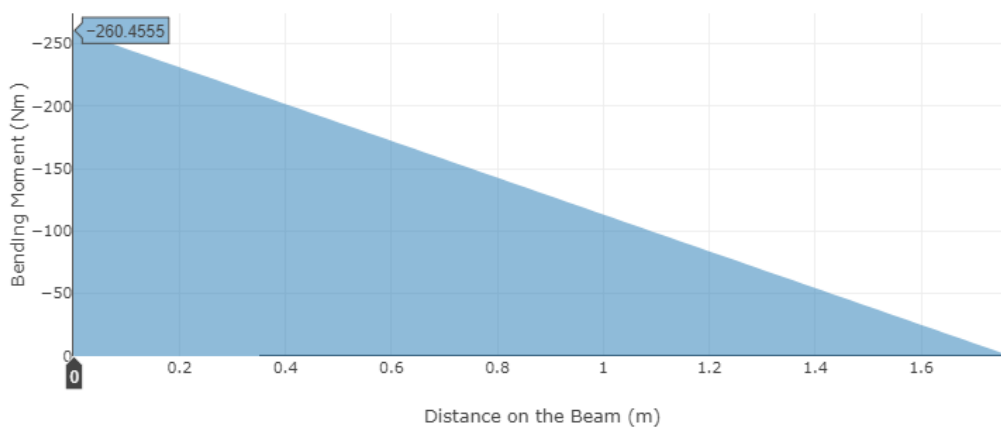


Figura 11. Diagrama de Momentos Flectores

Análisis estático para la barra

Barra Soporte:

Momento de inercia

Propiedades de las secciones:

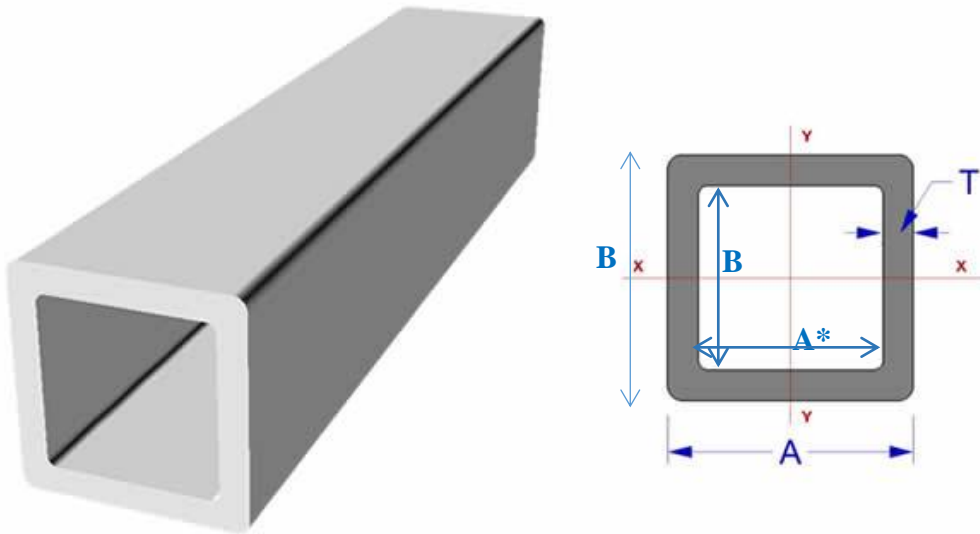


Figura 12. Sección de la barra

Esfuerzo Flector:

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} C}{I} = \frac{M_{\text{máx}} \cdot C}{\frac{AB^3}{12} - \frac{A^*B^{*3}}{12}}$$

Datos:

$$A = 0,025 \text{ m.}$$

$$A = 0,05 \text{ m.}$$

$$B = 0,05 \text{ m.}$$

$$A^* = 0,0436 \text{ m.}$$

$$B^* = 0,0436 \text{ m.}$$

$$M_{\text{max}} = 293,6133 \text{ Nm.}$$

C = Distancia del eje neutro hacia la fibra más alta.

El desarrollo de los cálculos, nos determina:

$$\sigma_f = \frac{M_{m\acute{a}x}C}{I} = \frac{(293,6133)(0,025)}{\frac{(0,05)(0,05)^3}{12} - \frac{(0,0436)(0,0436)^3}{12}}$$

$$\sigma_f = \frac{M_{m\acute{a}x}C}{I} = \frac{7,34033}{2,196959 \times 10^{-7}}$$

$$\sigma_f = 33,4113 \text{ MPa.}$$

Cálculo del esfuerzo aplicando Von Mises.

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau^2}$$

De Acuerdo al análisis de la propuesta del modelo la barra estará sometida a esfuerzo de flexión y no de torsión

En este caso podemos simplificar la ecuación:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_f^2}$$

Calculamos:

$$\sigma' = \sqrt{(33,4113)^2}$$

$$\sigma' = 33,4113 \text{ MPa}$$

Cálculo del factor de seguridad:

$$F.S = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Propiedades del acero estructural AISI 1030.

S_y : 97 MPa.

$$F.S = \frac{97}{33,4113}$$

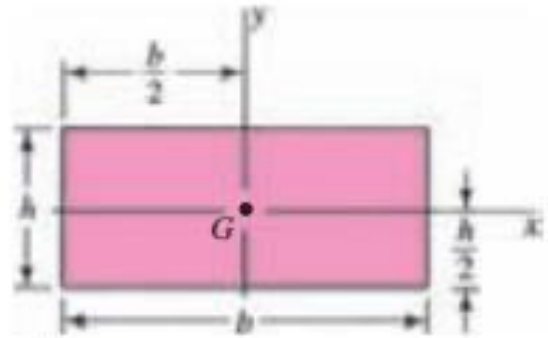
$$F.S = 2,9033$$

Desarrollo del análisis estático del soporte

Momento de inercia (I) del soporte.

Característica de la sección:

Rectángulo



$$A = bh \quad I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{b^3h}{12} \quad I_{xy} = 0$$

Figura 13. Momento de Inercia de una placa rectangular

Fuente: Shiglye 8th Edition

Cálculo del Momento Máximo:

$$M_{m\acute{a}x} = F \times D$$

En donde:

$$F = 3,45 \text{ KN.}$$

$$D = 0,18 \text{ m}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 3450 \text{ N} \times 0,18 \text{ m}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 621,0 \text{ Nm}$$

Esfuerzo Flector.

$$\sigma_f = \frac{M_{m\acute{a}x}C}{I} = \frac{M_{m\acute{a}x}.C}{\frac{bh^3}{12}}$$

Entonces:

$$b = 3,175 \times 10^{-3} \text{ m.}$$

$$h = 0,3 \text{ m.}$$

$$M_{max} = 621 \text{ Nm.}$$

$$C = 0,15 \text{ m}$$

Desarrollo:

$$\sigma_f = \frac{M_{\max} C}{I} = \frac{(621)(0,15)}{\frac{(3,175 \times 10^{-3})(0,3)^3}{12}}$$

$$\sigma_f = \frac{M_{\max} C}{I} = \frac{93,15}{7,14 \times 10^{-6}}$$

$$\sigma_f = 13,04 \text{ MPa.}$$

Cálculo del esfuerzo por Von Mises

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau^2}$$

Elemento sometido a esfuerzo por flexión no de torsión

Por lo tanto:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_f^2}$$

Calculamos:

$$\sigma' = \sqrt{(13,04)^2}$$

$$\sigma' = 13,04 \text{ MPa}$$

Determinamos el factor de seguridad:

$$F.S = \frac{S_y}{\sigma'}$$

Para el hierro dulce S_y : 97,0 MPa.

$$F.S = \frac{97,0}{13,04}$$

$$F.S = 7,43$$

La propuesta final:

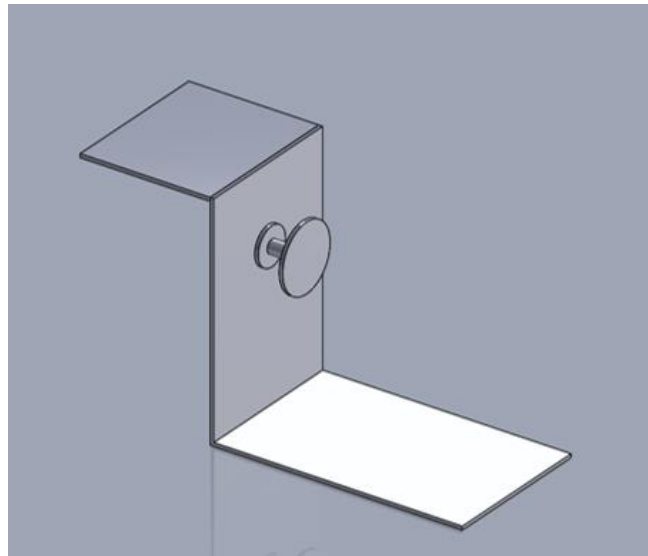


Figura 14. Propuesta final de diseño

De los cálculos obtenemos las siguientes dimensiones principales

Base: Plancha acero comercial 1,30 m x 0,80 m, espesor = $\frac{3}{4}$ " , apoyada en ruedas para trabajo pesado del tipo como garrucha.

Soporte Vertical: acero comercial 1,20 m x 0,80 m, espesor = $\frac{3}{4}$ " , se suelda con soldadura de arco eléctrico tipo cellocord 6011 cordón $\frac{1}{2}$ " .

Volante: Plato de forma circular de 0,35 m, espesor = $\frac{3}{4}$ " soportada por un eje de 0,07 m de diámetro.

El Presupuesto de fabricación y ensamblaje se detalla a continuación.

Tabla 5. Presupuesto de fabricación y ensamble.

ITEM	DESCRIPCION	CANTD	P. UNIT.	P. PARCIAL	P. TOTAL
A	SUMINISTRO				
A.1	Perfil U de 2"x2"x2" x 6 m.	2	120,00		
A.2	Plancha fierro Comercial de ¾"	1	210,00		
A.3	Eje pivotante sujeción de 2" Diámetro	1	90,00		
A.4	Plato de sujeción (bocamaza)	1	310,00		
A.5	Motor Eléctrico ½ HP	1	210,00		
A.6	Trasmisión por poleas motora y conducida	1	410,00		
	TOTAL DE SUMINISTRO			1 350,00	
B	MONTAJE				
B.1	Corte y Soldadura	1	340,00		
B.2	Pintado y montaje trasmisión	1	250,00		
B.3	Instalaciones eléctricas y pruebas	1	300,00		
	TOTAL DE MONTAJE			890,00	
	COSTO DIRECTO			2 240,00	
	GASTOS GENERALES			224,00	
	UTILIDAD			300,00	
	COSTO DE VENTA			2 764,00	
	IGV + IPM			498,00	
	PRECIO DE VENTA			3 262,00	

Fuente: Elaboración propia.

El dispositivo diseñado ha permitido una optimización de la mano de obra, es decir se ha optimizado el tiempo de ensamble y la cantidad de personal para este trabajo

Tabla 6. Ahorro de mano de obra durante el periodo de un año

ITEM	PRODUCCION ANTES	PRODUCCION DESPUES	INCREMENTO OBTENIDO
Mes Abril – 2018	12,400	13 700,00	1 300,00
Mes Junio- 2018	11,800	12 900,00	1 100,00
Mes Setp - 2018	10,500	11 400,00	900,00
Mes Nov - 2018	12,100	13 200,00	1 100,00
TOTAL 2018			4 400,00

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Realización de la evaluación económica del equipo electromecánico para el ensamble de motores de combustión interna de vehículos ligeros.

Se realizó el análisis de ingresos y costos a nivel marginal (establecido por la teoría de Montaner, donde se considera los precios privados, precios sombra o también llamados precios sociales), además se ha elaborado los estados financieros a los cuales se aplicó el cálculo del Valor actual neto a precios privados (VANE), y la tasa interna de retorno (TIRE), con lo cual se pudo evaluar la factibilidad económica del equipo.

Se usó lo siguientes criterios:

Vida útil de la Maquina: 05 años, se ha considerado la obsolescencia tecnológica
 Tasa de Descuento: 10%, tomando en cuenta que se analizara como si fuera un préstamo bancario la totalidad del costo del equipo, se consideró costos por mantenimiento del equipo equivalentes al 3% anual del costo de la máquina.

Se ha definido que al final de la vida útil no se va a considerar valor residual a la máquina, no se realizará análisis de sensibilidad, ya que se ha considerado los hechos como del tipo determinístico. A continuación, se muestra el flujo de caja.

Tabla 7. Flujo de caja del equipo diseñado.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS		4.400,00	4.400,00	4.400,00	4.400,00	4.400,00
EGRESOS	3.262,00	163,10	163,10	163,10	163,10	163,10
NETO	-3.262,00	4.236,90	4.236,90	4.236,90	4.236,90	4.236,90

Fuente: Elaboración propia.

Se ha tenido en cuenta lo siguiente:

Relación Beneficio – Costo: $\sum B / \sum C$, donde:

B = Beneficios del Equipo

C = Costos del Equipo

VAN (Valor Actual Neto): $\sum I_i - E_i / (1 + i)^N$, donde :

I_i = Ingresos en el año

E_i = Egresos en el año

i = Costo del Préstamo en porcentaje

TIR (Tasa Interna de Retorno) = VAN = 0, entonces $TIR = \sum I_i - E_i / (1 + TIR)^N$

Realizando los cálculos financieros correspondientes se ha obtenido los siguientes indicadores del Van y TIR

VAN	13.417,46	TASA	10,00%
TIR	127,77%		

IV. DISCUSIÓN

- ✓ De acuerdo a lo estudiado podemos indicar que los Motores de vehículos se encuentran estandarizados, esto se hace con el objetivo de disminuir los costos de fabricación, dentro de los elementos estandarizados podemos destacar a la cilindrada, cantidad de cilindros, carrera o recorrido de los pistones, diámetro del cilindro, peso entre otros valores, lo que puede modificar es la ECU, lo que permite pequeños márgenes, sin embargo eso permite que el equipo de ensamble y desensamble de motores puede ser usado en diversos tipos.
- ✓ La ley 29783 referida a la seguridad en el trabajo y su reglamento DS 005-2012-TR, especifican en su artículo No 24 las condiciones con que debe contar el puesto de trabajo para que este sea ergonómicamente viable con lo cual se evita lesiones del tipo lumbar y accidentes producto de esta incomodidad.
- ✓ El diseño y fabricación de este equipo electromecánico resulta ser económicamente rentable, debido a los beneficios obtenidos, sin embargo, para el desarrollo de este equipo se ha requerido de conocimientos de equilibrio, resistencia de materiales, falla por fatiga, análisis de elementos de máquinas y de diseño electromecánico.

V. CONCLUSIONES

- ✓ El diseño y fabricación de un equipo para el ensamble y desensamble de motores de combustión interna ha sido posible ya que son estos equipos los MCI que se fabrican bajo un sistema estandarizado, eso ha permitido que su izaje sea realizado de forma segura lo que beneficia las diversas actividades de mantenimiento.
- ✓ Las exigencias actuales sobre la seguridad y comodidad del trabajo impuestas por la ley de seguridad en el Trabajo vigente en el Perú, determinan que el organismo supervisor y fiscalizador tal como SUNAFIL, obliguen a las empresas vía implementación de multas a tener este tipo de mecanismos para optimizar las condiciones laborales en los trabajadores
- ✓ El mecanismo debe ser practico y económico en su fabricación y utilización, por lo cual su diseño debe superar las pruebas de resistencia a la flexión – Torsión y resistencia a la fatiga y desgaste
- ✓ La fabricación del equipo para ensamble y desensamble de MCI tiene un valor de aproximadamente S/ 3 362,00 nuevos soles y genera un ahorro de S/ 4 400,00 nuevos soles en un año, lo que genera una tasa interna de retorno de 127,77%.
- ✓ Con este diseño además de lo expresado se genera beneficios ambientales y sociales que mejoran la vida de los trabajadores.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se debe implementar este equipo de ensamble y desensamble en los talleres automotrices que realizan actividades de mantenimiento en vehículos debido al beneficio que conlleva en la realización de estas actividades.
- ✓ La verificación de fallas y fisuras por fatiga debe ser periódica y perenne, para evitar problemas con la confiabilidad de este mecanismo, este análisis del mantenimiento óptimo por confiabilidad puede ser materia de otro trabajo de investigación.
- ✓ La verificación por resistencia también se puede realizar utilizando los mecanismos de cálculo de deformaciones por energía de deformación.

REFERENCIAS.

- ADDRESSING Complexity Aspects in Conceptual Ship Design - A Systems Engineering Approach por Gaspar Henrique [et al]. Revista Journal of Ship Production and Design [en línea]. Noviembre de 2015. [Fecha de consulta 22 de enero de 2019]
Disponible en https://www.researchgate.net/publication/273708006_Addressing_Complexity_Aspects_in_Conceptual_Ship_Design_A_Systems_Engineering_Approach
- ALBARELLO, Nicolás, ARNOLD, Alexandre y BUDINGER, Marc. Future Challenges in Mechatronics, 2016. 25-39 pp.
- ARTEAGA Cabezas, Andrés. Diseño y construcción de un sistema de volteo para el compartimiento del motor para la línea de ensamblaje de vehículo modelo M4 para la empresa CIAUTO. Tesis (Magíster Ingeniería Mecatrónica). Quito : Universidad Internacional de Ecuador, 2018.
- A WEARABLE device for reducing spinal loads during lifting tasks: Biomechanics and design concepts por Toxiri Stefano [et al]. Revista IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO) [en línea]. Diciembre de 2015. [Fecha de consulta 29 de septiembre de 2019]
Disponible en <https://www.semanticscholar.org/paper/A-wearable-device-for-reducing-spinal-loads-during-Toxiri-Ortiz/61200c144ff962d5d3bc9251f0d9ec6ec95fea3e>
- BENDSOE, Martin y SIGMUND, Ole. Topology Optimization: Theory, Methods and Applications. Madrid: Springer, 2008.
ISBN 978-3-662-05086-6
- BONE tissue engineering using polycaprolactone scaffolds fabricated via selective laser sintering por Williams Jessica [et al]. Revista Elsevier [en línea]. Julio 2016. Fecha de consulta 13 de enero de 2019].
Disponible en http://web.mit.edu/course/3/3.042/team1_06/reference/modulus/Bone%20tissue%20engineering%20using%20polycaprolactone%20scaffolds%20fabricated%20via%20selective%20laser%20sintering.pdf
- BUDYNAS, Richard y NISBETT, Keith. Diseño en ingeniería mecánica de shigley. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana, 2008. 43 pp. 107

ISBN: 970-10-6404-6

CLEARY, D. y SILVAS, G. Unthrottled Engine Operation with Variable Intake Valve Lift, Duration, and Timing, Revista SAE Technical Paper [en línea]. Marzo de 2017. [Fecha de consulta 15 de febrero de 2020]

Disponible en <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2007-01-1282/>

CONVERTING CSG models into meshed B-Rep models using Euler operators and propagation based marching cubes por Tsuzuki Marcos [et al]. Revista Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering [en línea]. Octubre-Diciembre 2017. [Fecha de consulta 21 de enero de 2019]

Disponible en https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-58782007000400001&script=sci_arttext

CRUZ, Gabriel y MESÍAS, Diego. Diseño, construcción e implementación de sistemas de suspensión, dirección y frenos del vehículo de competencia fórmula SAE 2018. Tesis (Licenciatura Mecánica Automotriz) Lima: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2018

DESIGN of a crankshaft for internal combustion engine by using topology optimization por Silva Santos Gustavo [et al]. Revista International Congress of Mechanical Engineering [en línea]. Noviembre 2019. [Fecha de consulta 25 de septiembre de 2020].

Disponible en <https://www.abcm.org.br/anais/cobem/2009/pdf/COB09-2258.pdf>

DEVELOPMENT of wearable exoskeleton power assist system for lower back support in Intelligent Robots and Systems por Naruse K. [et al]. Revista Proceedings International Conference on IEEE [en línea]. Febrero 2018. [Fecha de consulta 25 de mayo de 2020]

Disponible en <https://ieeexplore.ieee.org/document/1249719>

DUNCAN, D. Utilizing the Thermodynamic Properties of E85 to Increase the Specific Efficiency of a High Specific Output Single Cylinder Formula SAE engine. Tesis (Magíster en ingeniería) Oregon: de Oregon State University, 2014

EMADI, A, WILLIAMSON, S. y KHALIGH, A. Power electronics intensive solutions for advanced electric, hybrid electric, and fuel cell vehicular power systems. Revista Tran. on Power Electronics [en línea]. Marzo 2018. [Fecha de consulta 31 de enero de 2019]

Disponible en <https://ieeexplore.ieee.org/document/1628996>

EXPERIENCES with the simulation of a notional allelectric ship integrated power system on a large-scale high-speed electromagnetic transient simulator por Langston J. [et al].

- Revista IEEE Power Engineering Society General Meeting [en línea]. Febrero de 2016. [Fecha de consulta 15 de marzo de 2020].
 Disponible en <https://ieeexplore.ieee.org/document/1709224>
- EXPERIMENTAL study on mechanical power generation from MEMS internal combustion engine Sensors and Actuators por Suzuki Yu [et al], Revista Elsevier [en línea]. Febrero 2018 n°3. [Fecha de consulta: 25 de enero de 2020]
 Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924424707006334>
- FONTANA, G. y GALLONI, E., Variable Valve Timing for Fuel Economy Improvement in a Small Spark-Ignition Engine, Revista Applied Energy [en línea]. Enero de 2019. [Fecha de consulta 21 de enero de 2020].
 Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261908001013>
- GONZÁLEZ, Pedro y GARCÍA, Juan. Diseño, Fabricación y Montaje de la transmisión de un vehículo de competición Formula Student (FSAE). Tesis (Licenciatura en Ingeniería de tecnologías industriales). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015
- HEAT release analysis of engine pressure data por Gatowski J. [et al]. Revista E paper SAE Trans [en línea]. Diciembre 2017. [Fecha de consulta 19 de febrero 2020]
- Hernández G, Geovanny R , Jurado C, Leonidas R. 2015. Diseño y construcción de un sistema semiautomático para montaje y desmontaje de motores. Quito - Ecuador : Universidad Internacional de Ecuador, 2015.
- HOVDEN, Elisabeth, UNHJEM, María y GASPAS, Henrique. Value perception on an offshore crane using electrical- vs. hydraulic main machinery system. Revista System of Systems Engineering Conference (SoSE) [en línea]. Junio de 2016. [Fecha de consulta junio de 2019]
 Disponible en https://www.researchgate.net/publication/306113531_Value_perception_on_an_offshore_crane_using_electrical-vs_hydraulic_main_machinery_system
- IBRAHIM, Amr y BARI, S. An Investigation on Using EGR in Natural Gas SI Engine, Revista International Conference on Mechanical Engineering [en línea]. Diciembre 2017. [Fecha de consulta Enero de 2019]

- Disponible en https://www.researchgate.net/publication/281905735_AN_INVESTIGATION_ON_USING_EGR_IN_NATURAL_GAS_SI_ENGINES
- JARAMILLO, Fausto y JÁTIVA, Alexander. Módulo didáctico del sistema de dirección hidráulica asistida de la camioneta volswagen Amarok. Tesis (Licenciatura Ingeniería en Mantenimiento Automotriz). Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2018, 167 pp.
- KONZ, Stephan. Niosh lifting guidelines. Revista American Industrial Hygiene Association Journal [en línea]. Junio 2012, vol. 43, no. 12. [Fecha de consulta en 25 de octubre de 2019]
- Disponible en <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15298668291410846>
- KNOWLEDGE sharing for mechatronic systems design and optimization por Mehdi Mcharek. Revista IFAC-Papers [en línea]. Enero 2018. [Fecha de consulta 28 de mayo de 2019].
- Disponible en https://www.researchgate.net/publication/327489091_Knowledge_sharing_for_mechatronic_systems_design_and_optimization
- LEE, S. y SANKAI S. Power assist control for walking aid with hal-3 based on emg and impedance adjustment around knee joint in Intelligent Robots and Systems. Revista IEEE/RSJ International Conference [en línea]. Diciembre 2018. [Fecha de consulta diciembre de 2019]
- Disponible en <https://ieeexplore.ieee.org/document/1043967>
- MALKHEDE, D. y KHALANE, H., Maximizing Volumetric Efficiency of IC Engine through Intake Manifold Tuning, Revista SAE Technical Paper [en línea]. Abril 2015. [Fecha de consulta marzo de 2020]
- Disponible en <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2015-01-1738/>
- MOVING toward a product model to manage data, information and knowledge for mechanical design and simulation por Badin J. [et al]. Revista Signal-Image Technology and Internet-Based Systems (SITIS) [en línea], Diciembre 2018, n°3. [Fecha de consulta: 19 de octubre de 2019].
- Disponible en <https://ieeexplore.ieee.org/document/5714571/authors>
- MURCIA Bello, Cesar Alverio y VEGA Hormaza, Rafael Antonio. 2015. Diseño de equipo para montaje y desmontaje de “machos”, punzones, en moldes instalados en prensas

hidráulicas, para la fabricación de pisos y paredes, en la industria cerámica. Bogotá - Colombia : Fundación Universitaria Los Libertadores, 2015.

OJEDA, Pablo. Diseño y construcción de un sistema de transmisión con cadena y diferencial Torsen para un prototipo de vehículo tipo monoplaza para la competencia Formula Student. Tesis (Licenciatura Ingeniería Mecánica Automotriz). Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2019.

POSADA, Carlos. Aumento continuo del parque automotor, un problema que urge solucionar. Revista La Cámara [en línea]. Febrero 2018. [Fecha de consulta 25 de marzo de 2020].

Disponible en https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/posada_816/posada%20816_fina_l_aumento%20continuo%20del%20parque%20automotor.pdf

REEVES, Norman y CHOLEWICKI Jacek, Modeling the human lumbar spine for assessing spinal loads, stability, and risk of injury. Revista Critical Reviews in Biomedical Engineering [en línea]. Febrero 2018. [Fecha de consulta diciembre de 2019]

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/8555037_Modeling_the_Human_Lumbar_Spine_for_Assessing_Spinal_Loads_Stability_and_Risk_of_Injury

RHODES, Donna y ROSS, Adam. Five aspects of engineering complex systems: emerging constructs and methods. Revista Proceedings Annual IEEE Systems Conference [en línea]. April 2018. [Fecha de consulta 25 de enero de 2019]

SAWANT, Pauras y BARI, S. Effects of Variable Intake Valve Timings and Valve Lift on the Performance and Fuel Efficiency of an Internal Combustion Engine. Revista SAE Technical Paper Series [en línea]. April 2018, n°2. [Fecha de consulta 16 de febrero de 2020]

Disponible en https://www.researchgate.net/publication/324189313_Effects_of_Variable_Intake_Valve_Timings_and_Valve_Lift_on_the_Performance_and_Fuel_Efficiency_of_an_Internal_Combustion_Engine

SHETTY, Devdas y KOLK, Richard. Mechatronics system design. Washintong: Cengage Learning. 2010. 118 pp.

ISBN: 1439061998

- SHIEH, Lih-Yir y KAN, Hung-Chih, Advantages of Using a Logarithmic Scale in Pressure-Volume Diagrams for Carnot and Other Heat Engine Cycles, *Revista American Journal of Physics* [en línea]. Diciembre 2015. [Fecha de consulta marzo de 2019]
Disponible en <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.4860656>
- TANAKA, S. y TORIYAMA, T. Special section featuring papers from Power MEMS 2004, *Revista Micromech. Microeng.*, (9):15, (2018).
- TALLERES y repuestos. 21 de septiembre de 2019. Disponible en <https://talleresyrepuestos.com/documentacion-tecnica/carroceria-ychassis/541-con-que-debe-contar-un-taller-para-hacer-reparacionesde-carrocerias-en-aluminio>
- TOPOLOGICALLY Optimized Diesel Engine Support Manufactured with Additive Manufacturing por MArchesi Tadeus [et al]. *Revista IFAC-Papers* [en línea]. Marzo 2017. [Fecha de consulta 21 de diciembre de 2019]
Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315006758>

ANEXOS.

Anexo 01

		FICHA DE CONTROL DE DISEÑO	
Datos Generales			
Nombre de la Empresa			
Nombre de la Máquina			
Características Generales		Motor	
Largo		Fabricante	
Ancho		Tipo	
Altura		Pot. Nominal	
Material		Cant	
Obs.			
Condiciones de Operación		Sistema de Transmisión Fuerza	
Capacidad Trabajo		Polea	
Potencia		No Poleas	
Sistema motriz		Fajas	
		No Fajas	
Condiciones de la Estructura		Sistema de Lubricación	
Estado Estructura		Lubricante	
Estado Pintura		Volumen	
Estado soldadura		Tipo	

