

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**



**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO BASADO DE UN
CUADRÓN DE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA”**

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de

INGENIERO AUTOMOTRIZ

**TAMAYO ESTEBAN DAVID
GUERRERO CRUZ DIEGO FERNANDO**

**Latacunga-Ecuador
Octubre 2012**

INTRODUCCIÓN

El proyecto tiene por objetivo diseñar y construir un sistema híbrido basado de un cuadrón de motor de combustión interna.

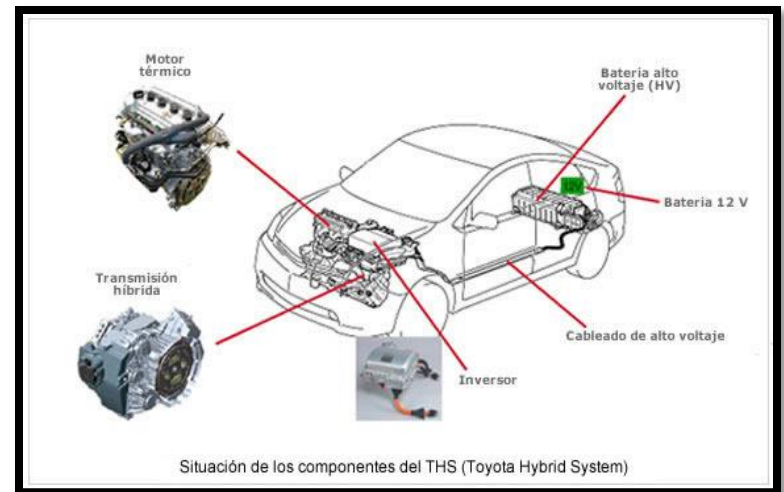
Gracias al análisis de vehículos híbridos colaboramos con el diseño y construcción de estas nuevas tecnologías que están incursionando en nuestro país considerando como potencial futuro este tipo de vehículos, siendo nuestro caso la utilización de un motor de combustión interna y energía eléctrica para mover un cuadrón.

La realización de nuestro estudio es muy importante ya que consideramos este tipo de propulsión alternativa como medio necesario para la reducción en los índices de contaminación existentes en la actualidad.

QUÉ SON LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS

Un vehículo Híbrido está compuesto por un motor de combustión interna que trabaja de forma alternada con un motor eléctrico.

La tecnología es muy avanzada y permite utilizar la cinética del frenado para convertir al motor Generador y restablecer la carga de la batería de alta tensión.



EMISIONES CONTAMINANTES POR PARTE DE LOS VEHÍCULOS



CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Agentes contaminantes físicos, químicos o biológicos.

CONTAMINACIÓN VEHICULAR

Los motores de combustión interna son responsables de la mayor parte de las emisiones a la atmósfera de algunos contaminantes.

COMPONENTES DE LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS

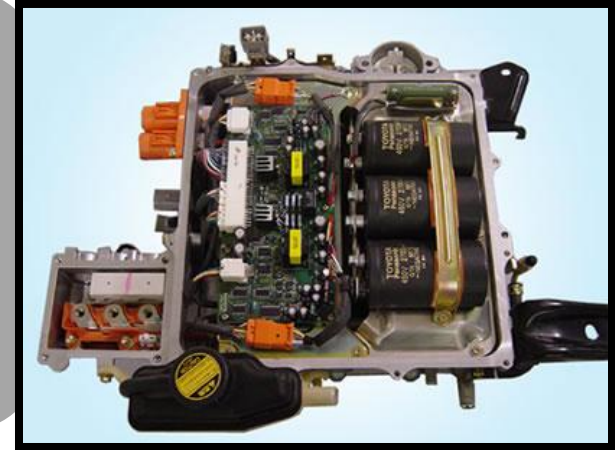
MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA (M.C.I)

El motor de combustión interna transforma la energía calorífica en trabajo. Esta máquina logra energía mecánica directamente de la energía química que es producida por un combustible que arde dentro de la cámara de combustión.



INVERSOR DE CORRIENTE

Los inversores cambian la corriente continua de la batería en corriente alterna para mover el motor eléctrico , y transforman la corriente alterna del generador en corriente continua para cargar la batería.



BATERÍA DE ALTA TENSIÓN

Se utilizan las baterías diseñadas para vehículos eléctricos, requiriendo una alta densidad de energía, peso liviano y una larga vida.



FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE CUADRÓN



El funcionamiento del motor de combustión interna de encendido por chispa, depende de la compresión de la mezcla de aire y combustible que se origina en la cámara de combustión.

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO



El cuadrón lleva válvulas, un disco más en el embrague y los piñones del cambio más anchos y robustos para adaptarlos a las exigencias.

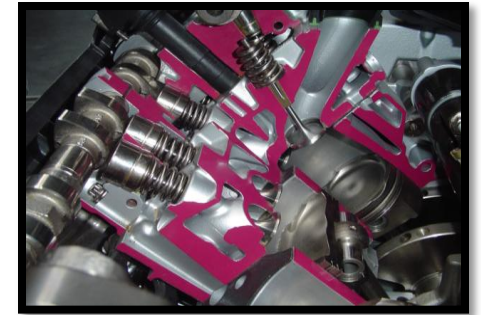
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Consta de un depósito, una bomba de combustible y un dispositivo dosificador de combustible.



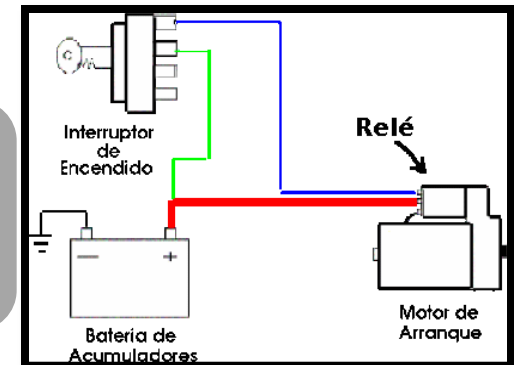
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Por medio de las válvulas se expulsan los gases que entran en la cámara de combustión de cada cilindro.



ENCENDIDO

Inicio de la ignición del combustible dentro del cilindro.



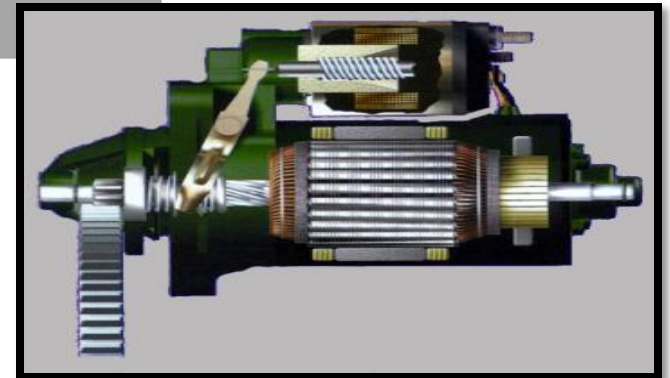
REFRIGERACIÓN

Dado que la combustión produce calor, todos los motores deben disponer de algún tipo de sistema de refrigeración.



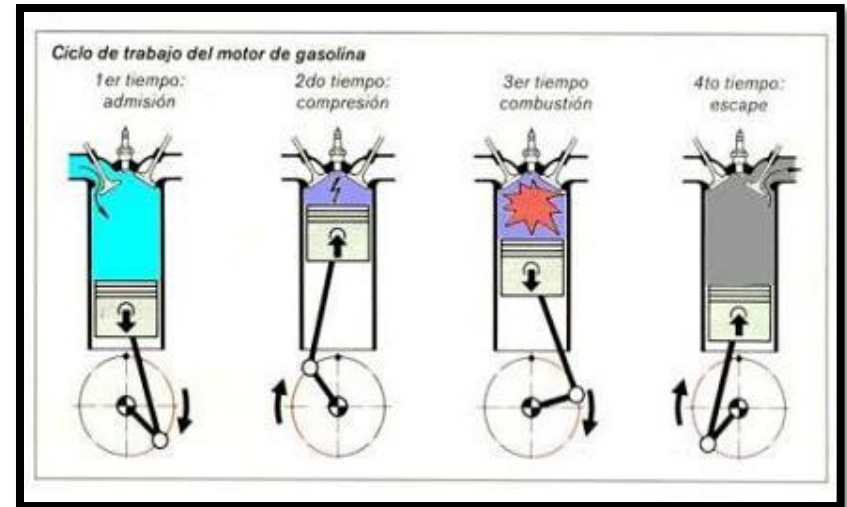
SISTEMA DE ARRANQUE

Debe provocarse el movimiento del cigüeñal para que se pueda iniciar el ciclo.



TIPOS DE MOTORES DE UN CUADRÓN

MOTOR DE 4 TIEMPOS



Primer tiempo: ADMISIÓN

Segundo tiempo: COMPRESIÓN

Tercer Tiempo: EXPANSIÓN

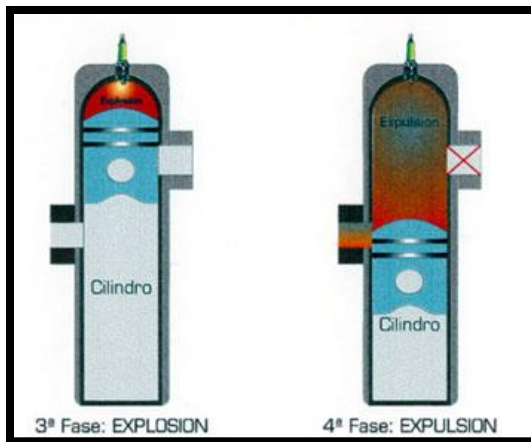
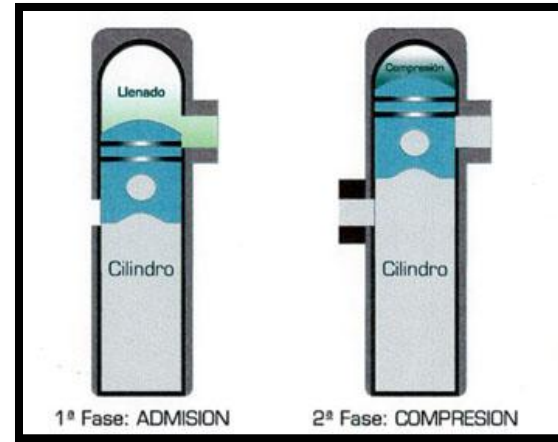
Cuarto Tiempo: ESCAPE

CARACTERÍSTICAS

- Existe un fenómeno de presión y depresión en el conjunto de admisión-escape.
- Posee válvulas de admisión-escape.
- Reduce la emisión de hidrocarburos y se disminuyen las fluctuaciones del régimen del motor en ralentí en un 30%.

MOTOR DE 2 TIEMPOS

Fase de admisión-compresión



Fase de potencia-escape

CARACTERÍSTICAS

- Las caras del pistón realizan una función simultáneamente.
- El pistón dependiendo de la posición que ocupa en el cilindro en cada momento abre o cierra el paso de gases a través de las lumbreras.
- La entrada y salida de gases al motor se realiza a través de las lumbreras (orificios situados en el cilindro).
- Este motor carece de las válvulas que abren y cierran el paso de los gases en los motores de cuatro tiempos.
- El cárter del cigüeñal debe estar sellado y cumple la función de cámara de pre compresión.

VENTAJAS DEL MOTOR DE 2 TIEMPOS

El motor de dos tiempos no posee válvulas, por tanto es más liviano y de construcción más sencilla, por lo que resulta más económico.

Al producirse una explosión por cada vuelta del cigüeñal, frente a una cada dos vueltas de cigüeñal en el motor de cuatro tiempos.

Produce más potencia para una misma cilindrada y su marcha es más regular.

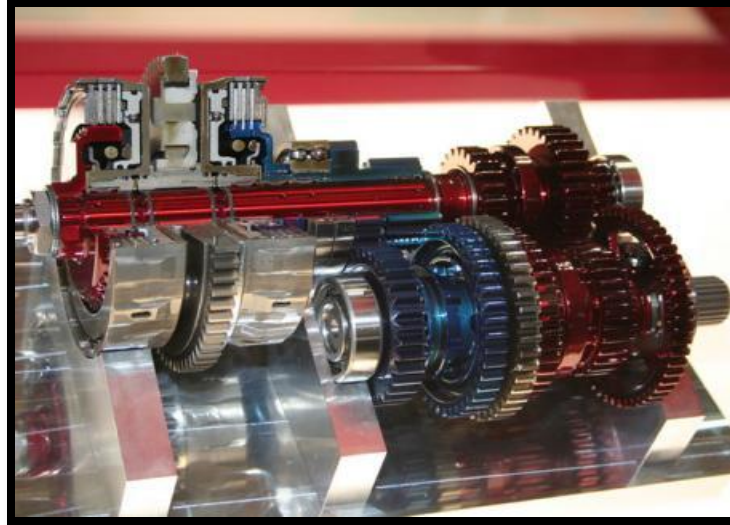
INCONVENIENTES DEL MOTOR DE 2 TIEMPOS

Este motor consume aceite, ya que la lubricación se consigue incluyendo una parte de aceite en el combustible.

Este aceite penetra con la mezcla en la cámara de combustión y se quema produciendo emisiones contaminantes y suciedad dentro del cilindro.

En las bujías, impide el correcto funcionamiento.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN



La transmisión tiene por función multiplicar el par motor para permitirle al cuadrón que venza a las resistencia que se opone a su movimiento: Peso, Resistencia del aire, Rozamientos, Subidas.

SISTEMAS ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

ELECTRICIDAD

Es una propiedad física que se manifiesta por la atracción o repulsión entre las partes de la materia. Donde se encuentran protones (-) y electrones (+).

CORRIENTE ELÉCTRICA

Es la circulación de protones (-) y electrones (+) a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (FEM).

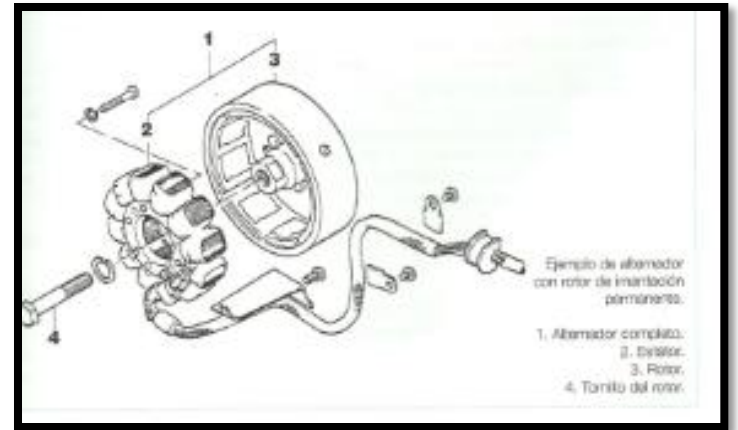
SISTEMA DE CARGA

MOTOR DE ARRANQUE

Motor eléctrico alimentado con corriente continua con imanes de tamaño reducido y que se emplea para facilitar el encendido de los motores de combustión interna.

ALTERNADOR

Es un generador de corriente de carga de la batería.



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO

PROCEDIMIENTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA HÍBRIDO

El cuadrón cuenta con su transmisión original la cual va a ser modificada, para implementar el Sistema Híbrido.



Modificación, colocamos dos catarinas en los extremos medios de la transmisión y la base de la estructura.
(Proceso de soldadura)



Procedemos con la construcción de la estructura y soldadura donde van los inversores y la base de la batería.

Continuamos con la pintura de la estructura (aplicando el fondo).



Aplicamos el color a la estructura para mejorar su estética.

Ensamblamos un alternador en la estructura del cuadrón para que genere la carga mediante poleas y banda que van sujetas a la transmisión.



CORREA

Elaboramos correas con placas de metal para que sujeten a los motores reductores a la estructura.

Unimos otro soporte fijo a la estructura para que no se giren cuando los motores reductores tengan movimiento.



SOPORTE



BATERIA

Realizamos la conexión del Sistema Híbrido para su funcionamiento (motores reductores, inversores y batería).

Construcción e
implementación del Sistema
Híbrido concluida.



SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE UN CUADRÓN HÍBRIDO

MOTORES REDUCTORES

Datos

$$W_{MR} = 268 \text{ rpm} = 28,1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$P_{ot_{MR}} = 1/2 \text{ HP} = 372,9 \text{ KW}$$

TORQUE

$$T = \frac{P_{ot}}{W}$$

$$T = \frac{0,3729 \text{ KW}}{28,1 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$

$$T = 13,28 \text{ Nm}$$

MOTOR DE COMBUSTIÓN

Datos

$$W_{Mc} = 460 \text{ rpm} = 48,17 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$P_o t_{Mc} = 14 \text{ HP} = 10,439 \text{ KW}$$

TORQUE

$$T = \frac{40,439 \text{ KW}}{48,17 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$

$$T = 10,439 \text{ Nm}$$

FUERZA CARGA DEL MOTOR REDUCTOR SOBRE EL EJE

DATOS

$$r_{\text{piñon}_{MR}} = 85 \text{ mm} = 0,0425 \text{ m}$$

FUERZA DE CARGA

$$F_{MR} = \frac{T}{r_{\text{piñon}_{MR}}}$$

$$F_{MR} = \frac{13,28 \text{ Nm}}{0,0425 \text{ m}}$$

$$F_{MR} = 312,7 \text{ N}$$

FUERZA CARGA DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA SOBRE EL EJE

DATOS

$$r_{\text{piñon}_{MR}} = 80 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$$

FUERZA DE CARGA

$$F_{MC} = \frac{T}{r_{\text{piñon}_{MR}}}$$

$$F_{MC} = \frac{216,73 \text{ Nm}}{0,040 \text{ m}}$$

$$F_{MC} = 5418,3 \text{ N}$$

FUERZA

DATOS

peso del cuadron y sujeto = $N = 410 \text{ lb}$

friccion dinamica = $\mu = 0,3$

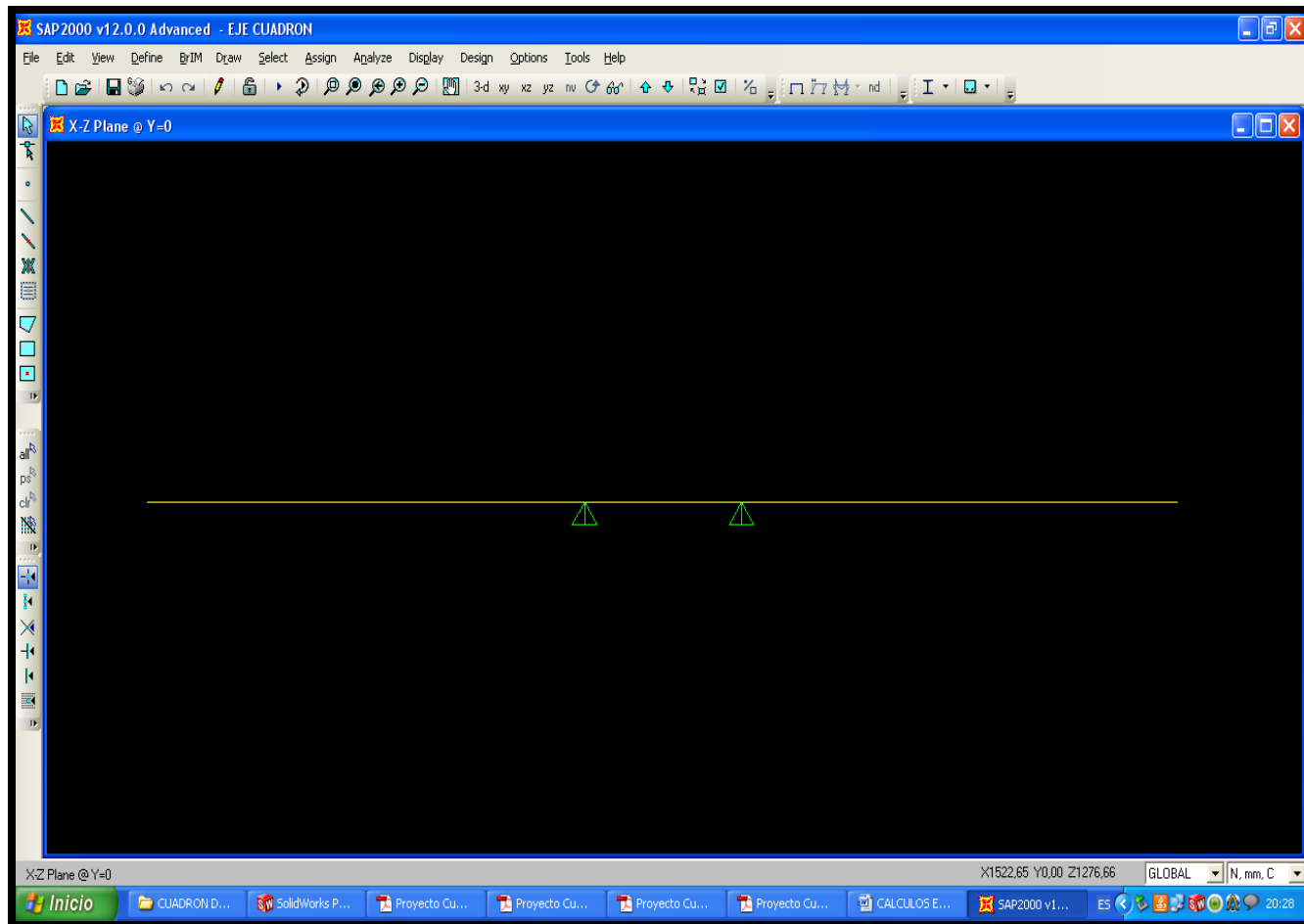
$$F = \mu N$$

$$F = 0,3 \times \frac{410}{2,2} \times 9,8$$

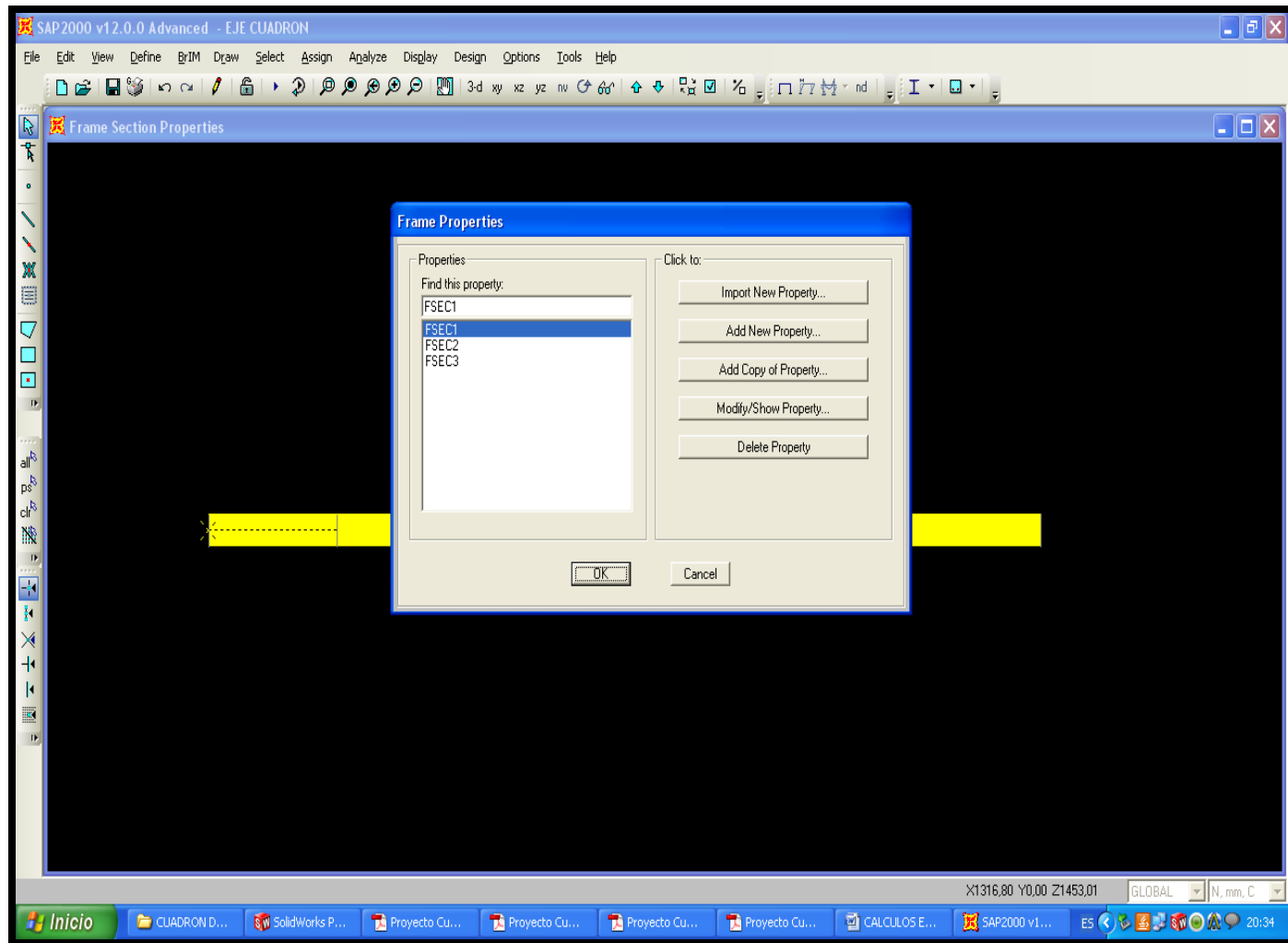
$$F = 547,9 \text{ N}$$

DISEÑO EN SAP 2000

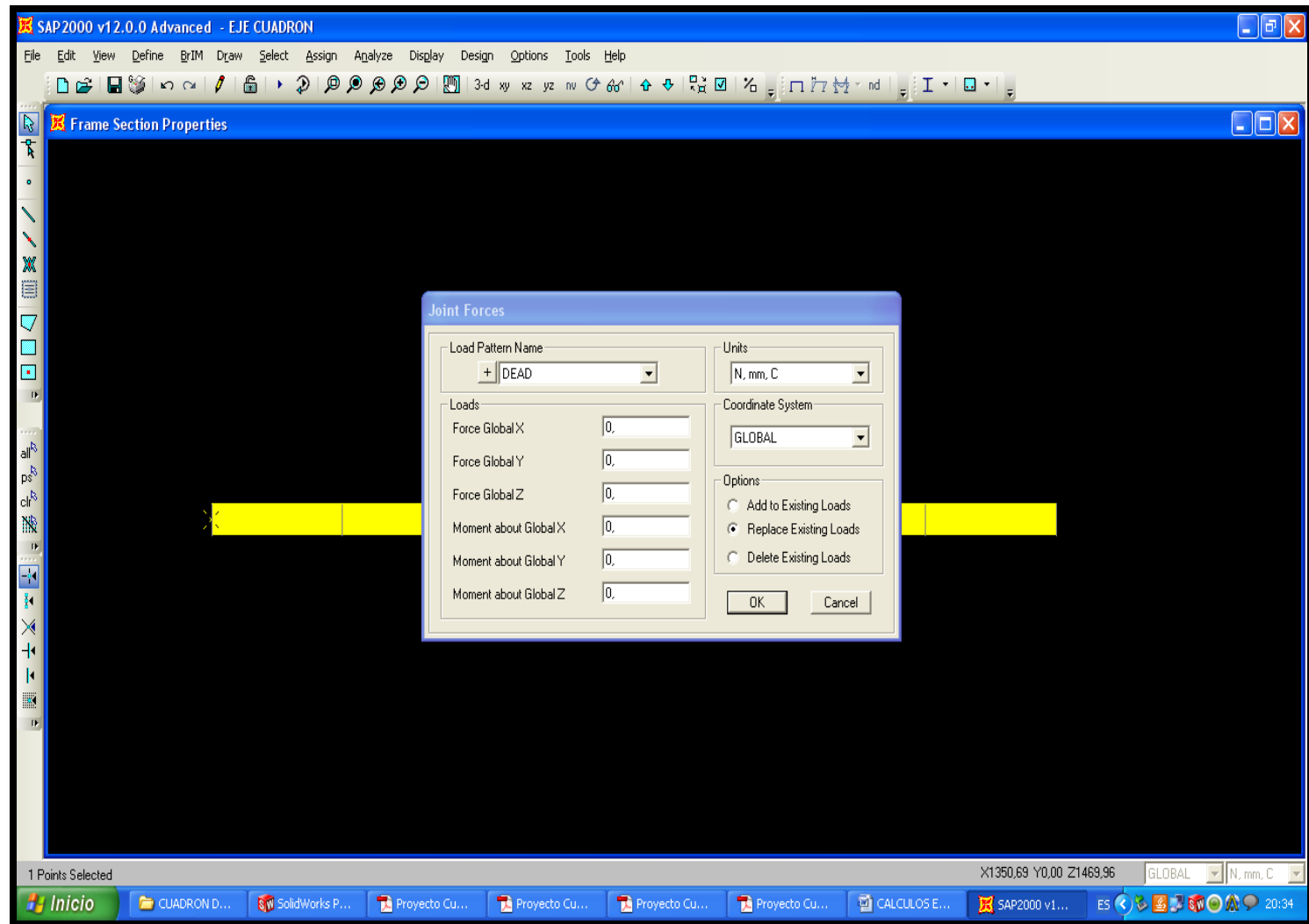
Seleccionamos los apoyos

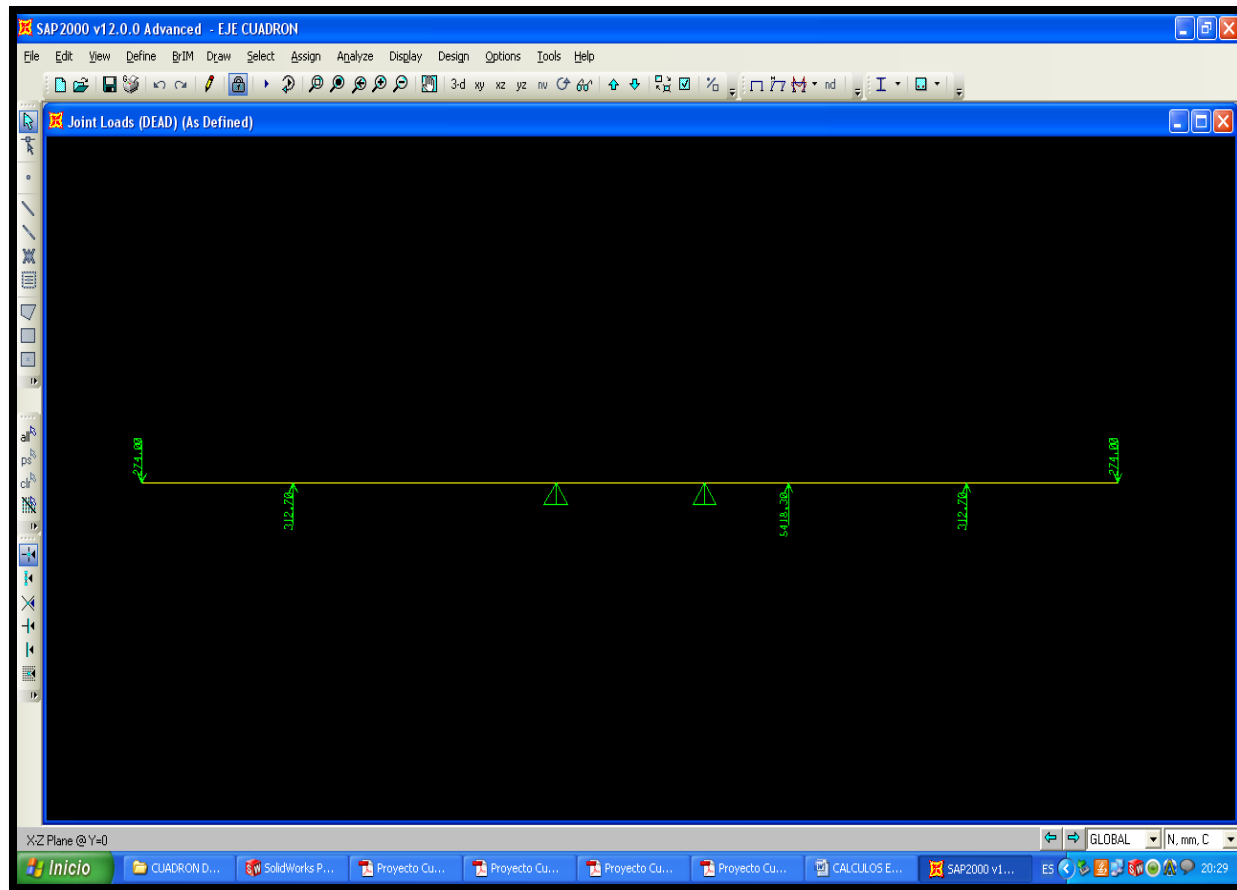


Asignación de la sección



Se coloca cargas





Factor de seguridad

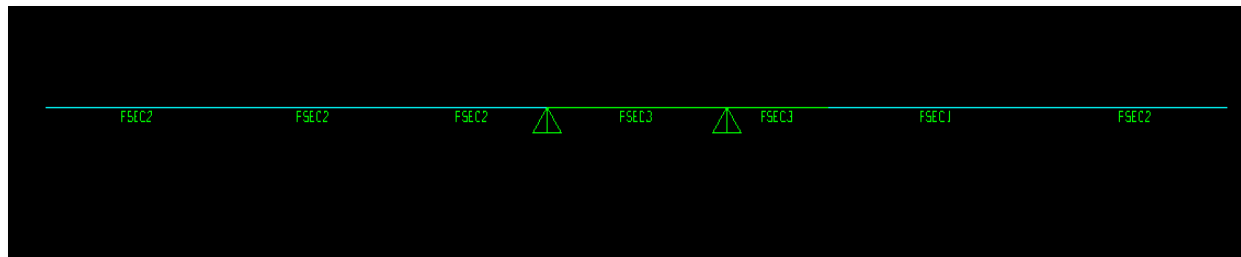


DIAGRAMA CORTANTE

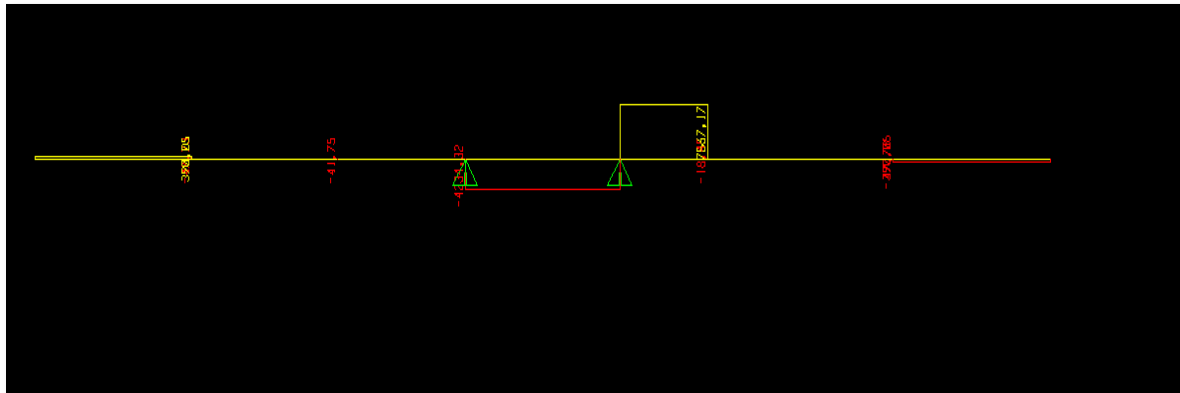
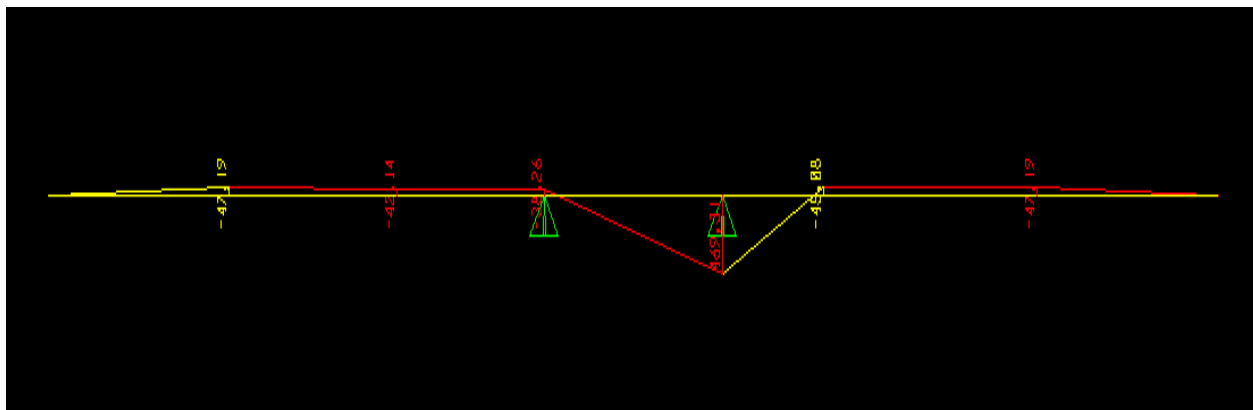
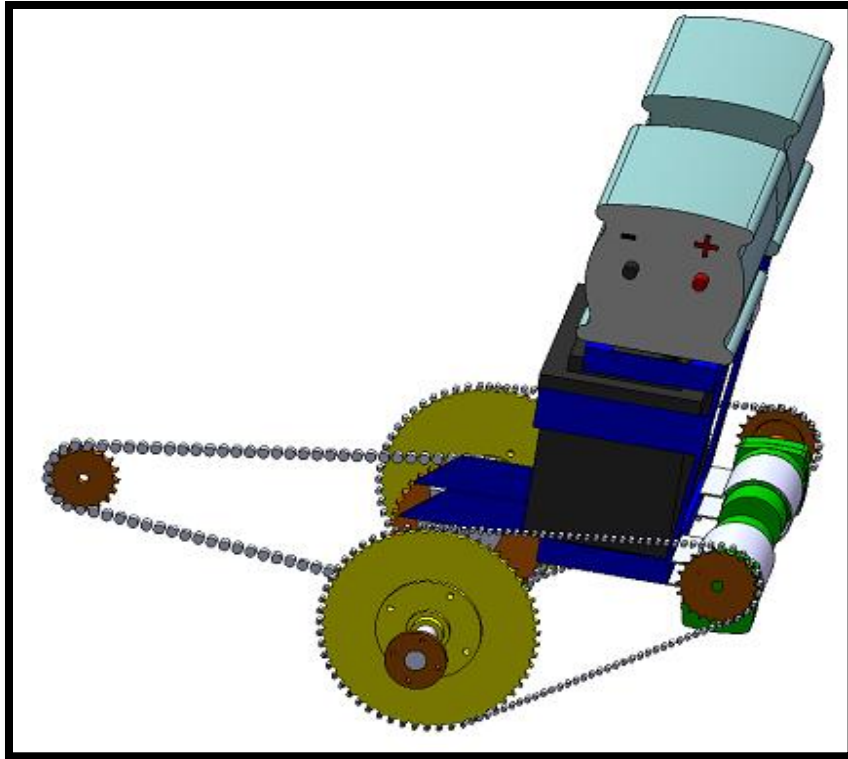


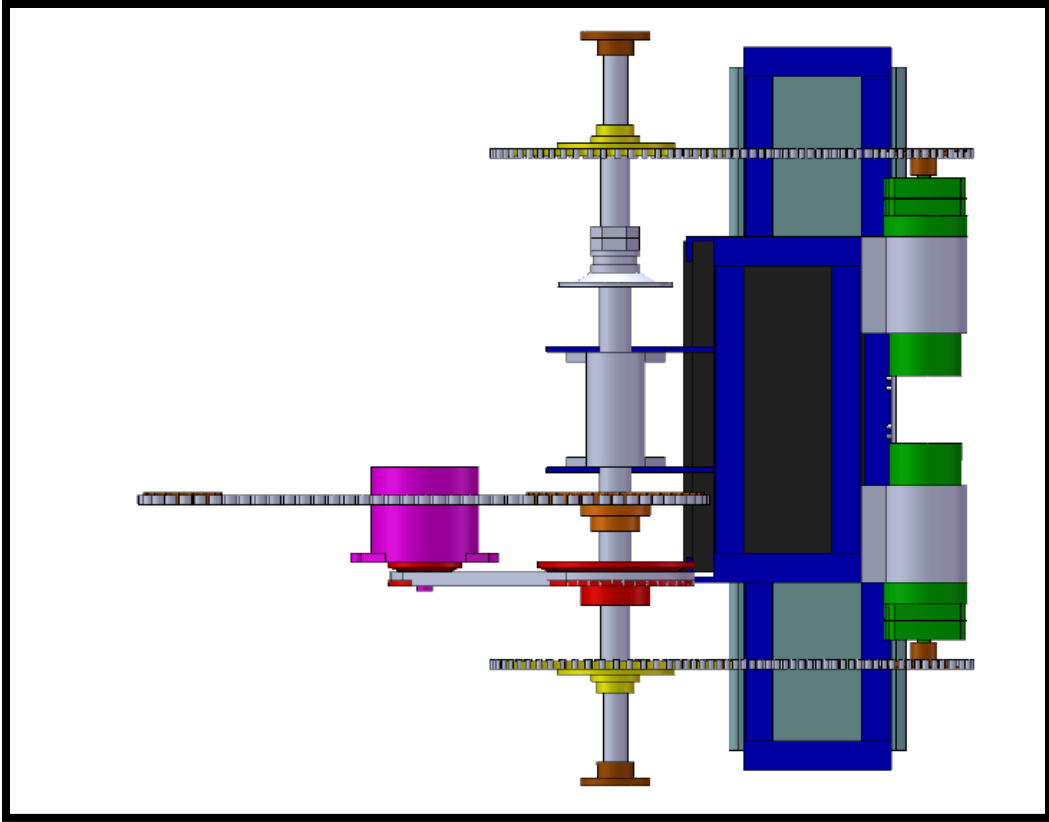
DIAGRAMA DEL MOMENTO FLUCTUANTE



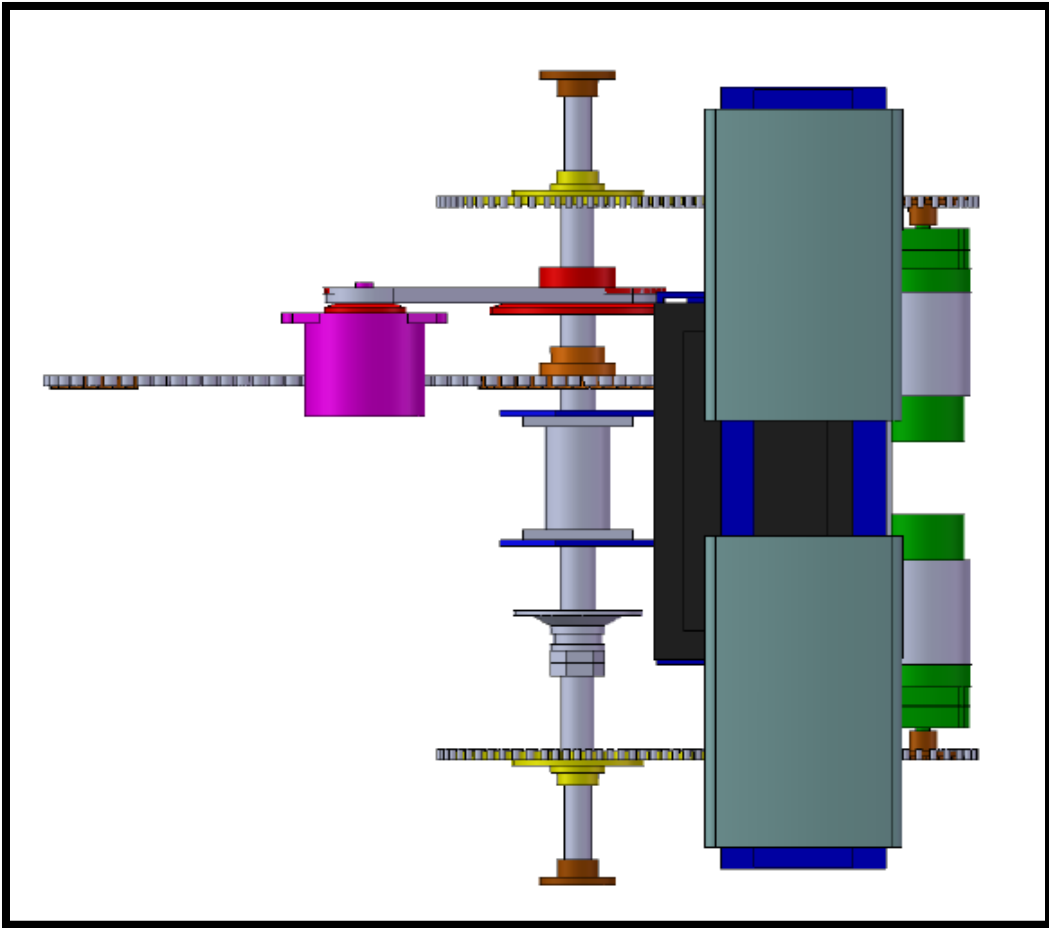
SIMULACIÓN



**VISTA
LATERAL**

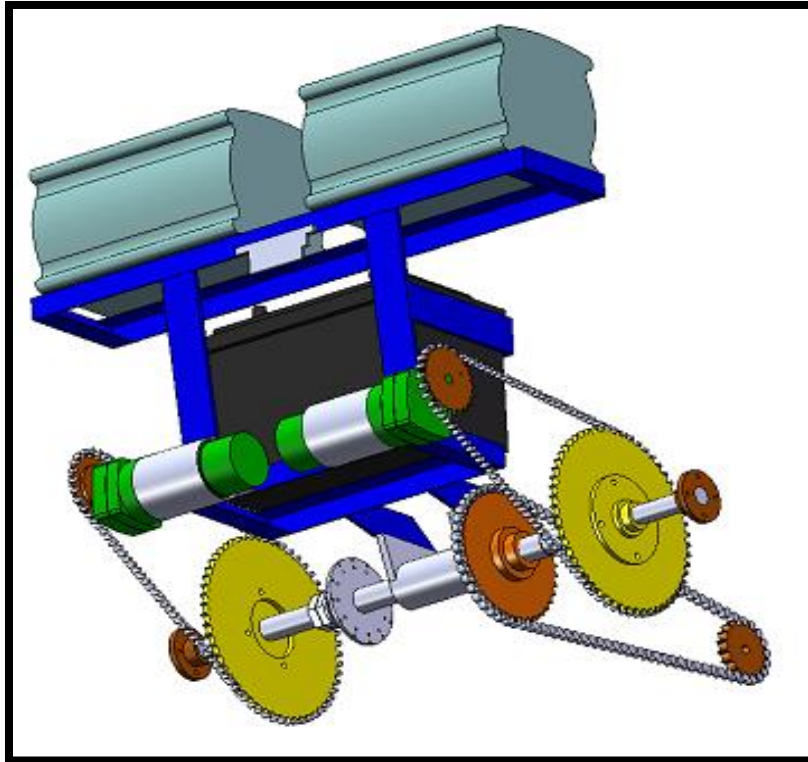


**VISTA
INFERIOR**

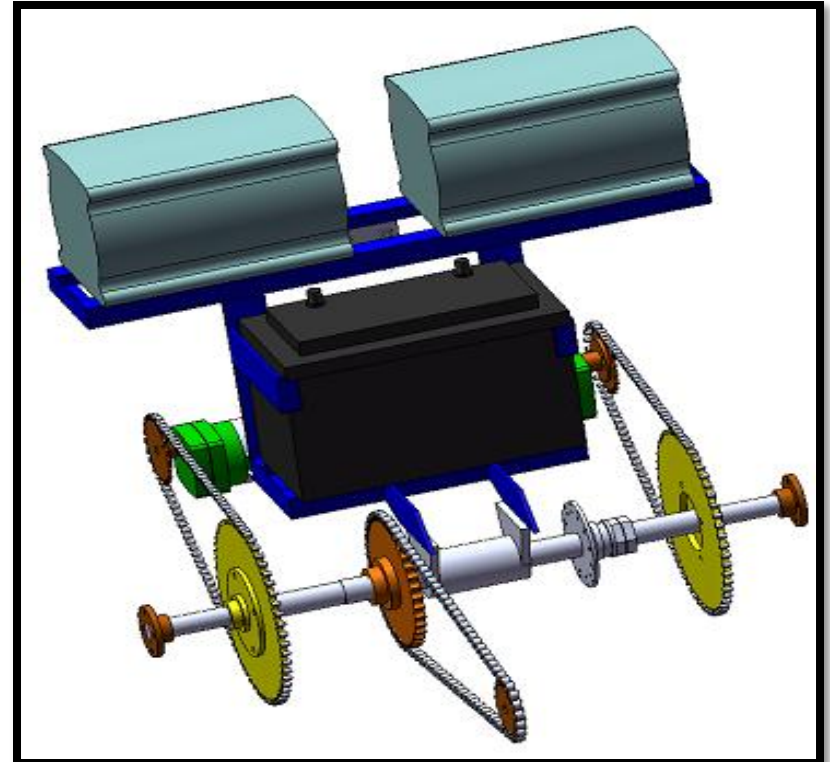


**VISTA
SUPERIOR**

SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO DE UN CUADRÓN HÍBRIDO

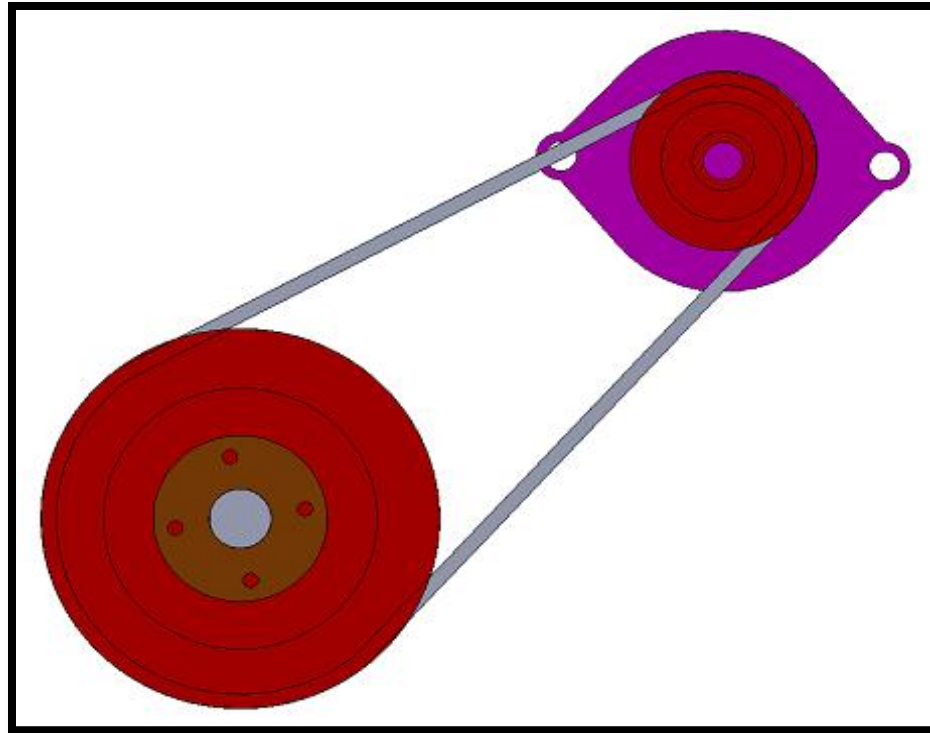


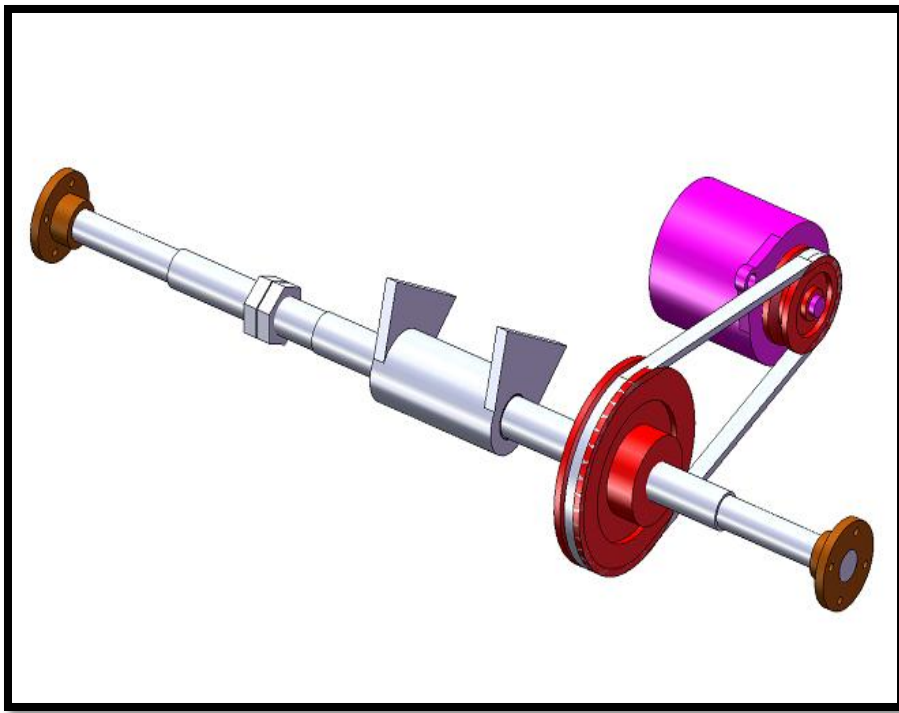
**SISTEMA
ELÉCTRICO**



**SISTEMA
ELECTRÓNICO**

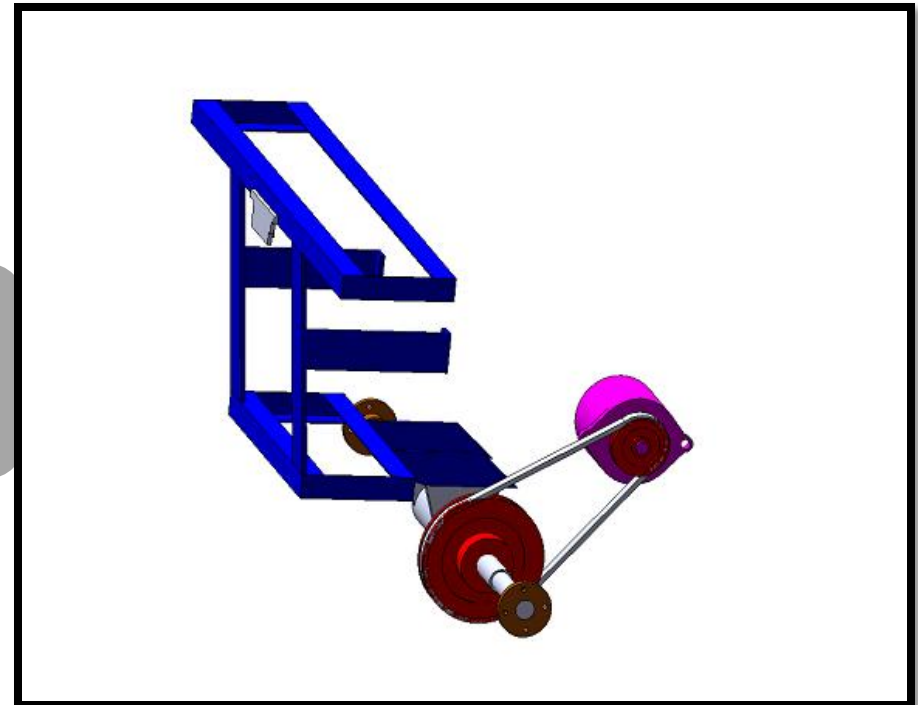
SISTEMA DE CARGA DE UN CUADRÓN HÍBRIDO





SISTEMA DE CARGA Y EJE

SISTEMA DE CARGA Y ESTRUCTURA



PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

PRUEBA DE EMISIÓN DE GASES

ANÁLISIS DE GASES Y SU INTERPRETACIÓN

El fin primordial del análisis de los gases es determinar el valor y comportamiento de los diferentes gases de escape y relacionarlos con mediciones en un proceso de combustión eficiente con un análisis de gases es posible determinar las fallas en el proceso de combustión.

COMPORTAMIENTO DE LOS GASES DE ESCAPE



CO: A través del (monóxido de carbono) vemos si el quemado con pobreza tiene % bajo y estable, con riqueza tiene una alta velocidad de crecimiento.

HC: en RAC = 14.7 tiene el más bajo valor. Con pobreza incrementa regularmente su cantidad, con riqueza tiene una alta velocidad de incremento.

(La rata de quemado 14,7 o RAC es representada por la función $\lambda = 1$). La función λ es utilizada principalmente para determinar el tipo de mezcla y el avance de esta. Cuando los valores son menor a 1 la mezcla es de comportamiento rico, mayores a 1 es pobre.

CO₂: Indica la eficiencia de quemado de la mezcla ($\lambda_{\text{máx.}} = 1$). Con pobreza tiene regular descenso en su %, con riqueza tiene una alta velocidad de descenso en el %.

O₂: indica el aprovechamiento de oxígeno en el quemado. Con pobreza incrementa altamente el %, con riqueza el % es bajo y estable.

REQUISITOS PARA EFECTUAR EL ANÁLISIS DE GASES

- Analizador calibrado.
- T aceite motor mayor a 70 C.
- 12 – 14% de O₂ en el aire.
- Estabilidad de la marcha a 2000 rpm en la prueba dinámica.

PROCESO DEL ANÁLISIS DE GASES

- Temperatura del motor apropiada.
- Verificar que la marcha mínima sea estable.
- Verificar los valores de los gases de escape en marcha mínima.
- Verificar los valores de emisiones en aceleración.
- Verificar las emisiones en marcha alta.
- Verificar las emisiones en desaceleración.

POSIBLES CAUSAS EN LOS VALORES DE MONITOREO

CO: producto de una combustión incompleta, nos indica la eficiencia con la que la gasolina y el aire se están mezclando y quemando. Los altos valores tanto en motores carburados como en motores con sistema de control electrónico e inyección de combustible son causados por:

- Problemas en la preparación de la mezcla (mezcla rica).
- Problemas de marcha mínima (baja).
- Problemas en el sistema de refrigeración (baja T).
- Problemas en el sistema de encendido (combustión incompleta). En motores carburados los niveles de CO y de O₂ deben ser casi iguales.

HC: a mayor valor mayor es el problema de pérdida de quemado en el proceso de combustión o de mal funcionamiento mecánico. En **motores carburados** los altos valores pueden ser ocasionados por:

- Problemas de preparación de la mezcla (mezcla rica).
- Problemas en el sistema de encendido (combustión incompleta).
- Problemas mecánicos (baja temperatura).
- Problemas en el sistema EGR (válvula EGR siempre abierta).
- Problemas en el sistema de refrigeración (baja temperatura).

Alto O₂ y bajo CO: las posibles causas son:

- Mezcla pobre.
- Fugas de vacío.
- Mezcla mínima fuera de especificaciones.
- Fugas de vacío en el carburador.
- Ralentí fuera de especificaciones.
- Fugas o pérdida de presión en el sistema de combustible.

PRUEBAS EN EL ANALIZADOR DE GASES DE ESCAPE

PROCEDIMIENTO

1.- Lugar (QUITO-ECUADOR) “ELECTROMECAÁNICA PATRICIO DURAN”.



2.- Colocamos el analizador de gases por el tubo de escape del cuadrón.



3.- Ubicamos correctamente el analizador de gases.



4.- Demostramos los resultados del Analizador de Gases.



5.- Se procedió a imprimir los resultados de analizador de gases que obtuvimos en la prueba.

ANAL. GASES DE ESCAPE

BRAIN BEE
Tipo: AGS-588
Version Software: 1.300
Serial Nr.: 080905002963
Approval N.: T10133

TECNIGASES
EL EXITO

Reg. vehiculo:
Tipo combustible: GASOLINA

VALUES MEASURED
Temp. : ----- [°C]
RPM : 0 [1/min]
CO : 2.47 [%Vol]
CO2 : 2.7 [%Vol]
HC : 155 [ppmVol]
O2 : 14.79 [%Vol]
Lambda : 2.731 [-]

Fecha y hora
26.09.2012 13:09

Sello

PRUEBAS EN EL ANALIZADOR DE GASES DE ESCAPE

GASES DE ESCAPE	VALORES DEL ANALIZADOR DE GASES
RPM	1/min
CO	2.47 % vol
CO2	2.7 % vol
HC	155 ppm/vol
O2	14.79 % vol
LAMBDA	2.731 (-)

Este análisis de gases fue satisfactorio ya que está regulado para los parámetros que se rige en el Ecuador. Esta prueba fue realizada en RPM bajas su valor alto de O₂ y bajo CO hizo que tenga una mezcla pobre además de fugas en el vacío en el carburador y ralentí fuera de las especificaciones. De las cuales fueron reguladas en el proceso de análisis de gases para que cumplan con las normas de la Corpaire-Ecuador.

PRUEBAS DE CONTAMINACIÓN AUDITIVA



La contaminación auditiva es considerada por la mayoría de la población de las grandes ciudades como un factor medioambiental muy importante, que incide de forma principal en su calidad de vida.

TABLA DE INTENSIDAD Y VALORACIÓN SUBJETIVA DE SU PERCEPCIÓN

Intensidad del ruido en dB y valoración subjetiva de su percepción	
Nivel de dB	Valoración (subjetiva)
30	Débil
50-60	Moderado
70-80	Fuerte
90	Muy fuerte
120	Ensordecedor
130	Umbral de sensación dolorosa

PRUEBAS DE CONTAMINACIÓN AUDITIVA

PROCEDIMIENTO

Usamos el ipad con el programa que mide los decibelios para medir la contaminación auditiva.



Acercamos el ipad cerca del motor para tomar sus datos (acelerando).



Obtuvimos en valor máximo de decibelios que posee el cuadrón 110 db.



Dato técnico en el programa.



TABLA DE PRUEBAS EN EL MEDIDOR DE DECIBELIOS (DB)

Intensidad del ruido en dB del cuadrón	Valoración subjetiva
103	Muy fuerte

La contaminación auditiva que genera el cuadrón es muy fuerte esta entre 103 decibelios de lo cual esto puede tener como consecuencia la pérdida del oído a corto plazo.

PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

FRENOS

Los frenos de disco son imprescindibles para poder detener el cuadrón son muy eficaces y disipan mejor el calor generado en la frenada.



FRENOS DE DISCO

DIRECCIÓN

Su funcionamiento es de dirección o mando para que pueda dirigir el curso del cuadrón.



AMORTIGUADOR

Los amortiguadores de la dirección son elementos muy importantes para la seguridad del conductor. Su principal función es de atenuar las reacciones de la moto que al ser directa transmite a nuestros brazos la irregularidad de la carretera.



MOTOR (4 TIEMPOS)

Su función principal es de transformar la energía química que proporciona la combustión producida por una mezcla de aire combustible en movimiento.



PRUEBAS DEL MOTOR ANDANDO



PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

MARCAS	CILINDRAJE	CONSUMO km/L
Orientales	150cc	25 y 30 km/L
	200cc	20 y 25 km/L
India	220cc	50 km/L

En las pruebas de consumo de combustible del cuadrón se pudo analizar que rinde más o menos entre 189 km por galón.

Depende de la marca por ejemplo las orientales 150cc rinden entre 25 y 30 km/L y las 200cc entre 20 y 25 km/L pero otras marcas como las provenientes de la india rinden mas como por ejemplo la pulsar 220cc que rinde más o menos 50km/L además de que usa doble bujía lo que hace que tenga mayor potencia con menos consumo de gasolina.

Un galón equivale 3.78 litros.

PRUEBA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO

SISTEMA DE CARGA

El sistema de carga es encargada de convertir la energía mecánica en energía eléctrica.

BATERIA

Se encarga de proveer la energía necesaria a todo el equipamiento eléctrico.



MAGNETO O ALTERNADOR INTEGRADO DE IMANES PERMANENTES

Este es el sistema más común, integrado igualmente por un Estator embobinado de donde sale la corriente alterna con el movimiento del Rotor Magneto, combinado de imanes permanentes mismos que no necesitan ninguna excitación para magnetizarse.



REGULADOR

Sirve para evitar los daños que pueden ser ocasionados por una tensión excesiva elevada.

SISTEMA DE ARRANQUE

El motor de arranque está conectado al cigüeñal por un embrague automático que se desacopla en cuanto arranca el motor. Este convierte la energía eléctrica en movimiento.

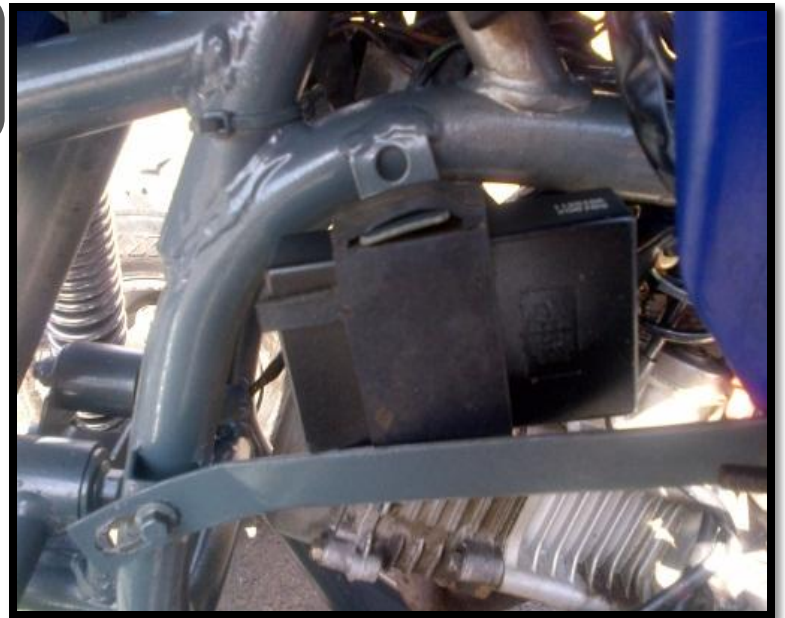


SISTEMA DE ENCENDIDO

El encendido se encarga de iniciar la combustión de la mezcla en la cámara de combustión.

CDI O ENCENDIDO POR DESCARGA DE CONDENSADOR

Su funcionamiento de encendido es mediante la descarga de un condensador, lo que importa es la duración de la chispa y la potencia.



BOBINA

Su función es acumular energía eléctrica de encendido que después se transmite en forma de impulso de alta tensión a través del distribuidor a las bujías.



BUJÍA

Su función es introducir la alta tensión creada por la bobina de encendido en la cámara de combustión e inflamar con las chispas eléctricas entre los electrodos.

PRUEBAS DEL CUADRÓN HÍBRIDO

PRUEBA DE EMISIÓN DE GASES

El introducir el sistema híbrido en los cuadrones reduciría las emisiones de gases. Esta tecnología híbrida puede proporcionar un ahorro en los costos operativos.

En la prueba realizada no se generó ninguna tipo de emisión de gases, por ende en las tablas de pruebas sus volares son nulos.

TABLA DE PRUEBAS DE EMISIONES DE GASES EN EL HÍBRIDO

GASES DE ESCAPE	VALORES DEL ANALIZADOR DE GASES
RPM	1/min
CO	0 % vol.
CO2	0 % vol.
HC	0 ppm/vol.
O2	0 % vol.
LAMBDA	0 (-)

En realizar las pruebas en el cuadrón híbrido obtuvimos como resultado que no genera ningún valor de contaminación ambiental, ya que todos sus componentes son eléctricos. Podemos constatar que el funcionamiento del cuadrón es amigable con el ambiente no solo por no emitir gases contaminantes sino también por evitar el uso de combustible.

PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

El sistema híbrido no implica un consumo extra de combustible porque el cuadrón funciona con la energía de la implementación eléctrica que es obtenida a base de la batería y carga del alternador en situaciones de velocidad del recorrido.

PROCEDIMIENTO PRUEBA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Prueba del recorrido en recta a una velocidad constante de 18 km/h.



Prueba de recorrido en subida velocidad 16 km/h.



Prueba de recorrido en bajada 20 km/h.



ANÁLISIS DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

El sistema híbrido se caracteriza por tener un motor eléctrico que es capaz de generar un ahorro de combustible, con este ahorro del 16% se genera más recorrido teniendo en cuenta que este porcentaje fue obtenido al comparar la cantidad de combustible que se usa en un cuadrón convencional y en un cuadrón implementado el sistema híbrido.

PROCEDIMIENTO DE EMISIONES DE SONIDOS DEL SISTEMA HÍBRIDO

Colocamos el medidor de decibelios para obtener los datos de los motores reductores.



Datos técnicos del motor reductor (programa medidor de decibelios).



TABLA DE PRUEBAS EN EL MEDIDOR DE DECIBELIOS (DB) DE LA PARTE HÍBRIDA

Intensidad del ruido en dB del híbrido	Valoración subjetiva
65	Moderado

La contaminación auditiva que genera el sistema híbrido implementado en el cuadrón es moderada porque el ruido que produce nos es una amenaza para el medio ambiente.

ELABORACIÓN DE TABLAS PORCENTUALES Y RESULTADOS

ANÁLISIS DE RESULTADOS

EMISIÓN DE GASES DEL CUADRÓN Y EMISIÓN DE GASES DEL SISTEMA HÍBRIDO

GASES DE ESCAPE	VALORES DEL ANALIZADOR DE GASES (CUADRÓN)	VALORES DEL ANALIZADOR DE GASES (SISTEMA HÍBRIDO)
RPM	1/min	1/min
CO	2.47 % vol.	0 % vol.
CO2	2.7 % vol.	0 % vol.
HC	155 ppm/vol.	0 ppm/vol.
O2	14.79 % vol.	0 % vol.
LAMBDA	2.731 (-)	0 (-)

Se puede constatar que con la implementación del sistema híbrido al cuadrón se logró el objetivo de cero emisiones de gases lo que conlleva a una gran aportación considerable para la conservación del medio ambiente.

CONTAMINACIÓN DE AUDICIÓN DEL CUADRÓN Y SISTEMA HÍBRIDO

CUADRÓN	INTENSIDAD DEL RUIDO EN DB DEL CUADRÓN	VALORACIÓN SUBJETIVA
SISTEMA CONVENCIONAL	103	Muy fuerte
SISTEMA HÍBRIDO	65	Moderado

Observamos que el funcionamiento del sistema híbrido redujo considerablemente la intensidad de ruido a 38 decibelios lo cual indica que la contaminación del cuadrón híbrido es moderada.

COMBUSTIBLE EN EL CUADRÓN

CUADRÓN	COMBUSTIBLE (GL)	RECORRIDO (KM)	RENDIMIENTO (%)
SIN SISTEMA HÍBRIDO	189	1	100
CON SISTEMA HÍBRIDO	219	1	116

Con el sistema híbrido el cuadrón aumentó su eficiencia en cuanto al consumo de 1 galón de combustible dado que recorre más distancia que con el sistema convencional. Se observa un rendimiento considerable del 16%.

PRESUPUESTO DE RESULTADOS

Para cumplir con la meta prevista, a continuación se muestra valores económicos junto con su asignación, que sirvieron como control financiero del proyecto, al mismo tiempo que generará una idea de la inversión que se realizó.

Al proponer un balance entre el gasto económico junto con los logros obtenidos, se observa que el proyecto titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO BASADO DE UN CUADRÓN DE MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA” Al mismo tiempo que sirvió como prueba de conocimientos adquiridos para los investigadores.

PRESUPUESTO DEL CUADRÓN HÍBRIDO

IMPLEMENTOS	V. UNITARIO	V.TOTAL
1 cuadrón		1600,00
1 Batería		150,00
2 Inversores	360,00	720,00
2 Motores Reductores	300,00	600,00
2 Diodos rectificadores	4,50	9,00
Alternador		80,00
Polea		15,00
Banda		6,00
Piñón	4,00	8,00
2 Catalinas	13,00	26,00
2 Cadenas	12,00	24,00
4 Manzanas	12,50	50,00
Estructura		100,00
Cables		25,00
	TOTAL	3413,00

FINANCIAMIENTO

El financiamiento se presentó por parte de los realizadores del proyecto: Diego Guerrero, Esteban Terán, IDIRSA y WSTANDARD.

CONCLUSIONES

Se pudo constatar que el cuadrón cumple con los estándares de cero emisiones de gases tóxicos. Logrando que el cuadrón cumpla con las normas que establece la CORPAIRE ECUADOR en cuanto a la protección del medio ambiente.

Confirmamos que la reducción de los niveles de sonido del sistema híbrido implementado en el cuadrón de combustión interna hace que se genere un bienestar en las carreteras, porque no emite sonidos fastidiosos que pueden afectar a las personas de forma fisiológica y psicológica.

Determinamos que el cuadrón al poseer dos sistemas de funcionamiento aumenta su rendimiento de trayecto, porque recorre más distancia con la misma cantidad de combustible que se usó en el cuadrón de combustión interna.

Verificamos que el sistema híbrido trabaja a una velocidad cambiante dependiendo de la forma de recorrido; en subida consume más energía reduciendo su velocidad, en bajada aumenta su velocidad cargando energía y en recta su funcionamiento es normal.

Observamos que el diseño del eje de transmisión cumple con el factor de seguridad ante posibles daños que se presenten por un desnivel entre el peso del cuadrón y de su conductor.

RECOMENDACIONES

Se debe tener en cuenta que este sistema debe tener un mantenimiento adecuado para su buen funcionamiento, porque si llega averiarse el sistema eléctrico solo funcionaria el motor de combustión interna, provocándose emisiones de gases tóxicos.

Por el nivel bajo de ruido que tiene este sistema se recomienda tomar otras precauciones de seguridad cuando se transita en las vías; por ejemplo tener en óptimas condiciones el funcionamiento del cuadrón.

Para aprovechar aún más la eficiencia de recorrido que produce el sistema híbrido, se pueden cambiar la batería actual por una batería de mejores características que ayudaría a aumentar la trayectoria ya alcanzada.

Se sugiere que cada vez que se utilice el cuadrón se realice un control de la tensión de las baterías con un voltímetro, para evitar el colapso del sistema híbrido en pleno funcionamiento.

El conductor del cuadrón no debe tener un peso que sobrepase las 170 libras esto se hace para resguardar la seguridad de la estructura.