

“REPOTENCIACIÓN DEL TREN MOTRIZ DEL VEHÍCULO FORD BRONCO CUMPLIENDO LOS PARÁMETROS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL TRACTOCAMIÓN A ESCALA”

¹Ing. Jorge López/²Ing. Alex Morales/³Ing. Euro Mena/⁴Ing. Juan Rocha

^{3,4} Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Quijano y Ordoñez y Marqués de Maenza s/n

Latacunga – Ecuador

¹lopez.o.jorge.l.2889@gmail.com, ²alexmoralesg@hotmail.com,

³ermena@espe.edu.ec, ⁴jcrocha2@espe.edu.ec

RESUMEN

Con la ejecución de este proyecto buscamos establecer la confiabilidad de utilizar el tren motriz del vehículo Ford Bronco, en la construcción de un tractocamión a escala, basándonos en un previo estudio de las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo así como el cálculo de los parámetros de cada uno de los elementos que posee el tren motriz, detectando y corrigiendo fallas de los sistemas tanto mecánicos como eléctricos del conjunto motor del vehículo. Es primordial la realización de un plan de mantenimiento para las posibles condiciones a las que puede ser sometido el vehículo, considerando los posibles regímenes de trabajo que este puede desempeñar.

PALABRAS CLAVES:

- VEHÍCULO TRACTOCAMIÓN A ESCALA
- VEHÍCULO FORD BRONCO
- REPOTENCIACIÓN – TREN MOTRIZ
- RESISTENCIAS AL AVANCE DE UN VEHÍCULO

ABSTRACT

The object of this project is look for we establish the reliability of using the vehicle's powertrain Ford Bronco, in building a truck scale, based in a previous force's analysis against the movement of the vehicle and the calculus of parameters of the elements of the powertrain detecting and correcting failures from the mechanical systems to the electric and electronically ones. Another important thing to do is a maintenance plan for the conditions that the car could be exposed, considering the working regimes performance.

KEYWORDS:

- TRUCK SCALE VEHICLE
- VEHICLE FORD BRONCO
- REPOWERING – POWERTRAIN
- RESISTANCE TO PROGRESS OF VEHICLE



ANTECEDENTES

Actualmente el Equipo FESPE no cuenta con un transporte para trasladar el vehículo prototipo inmovilizado a los diferentes eventos académicos, pruebas, exhibición, entre otros. La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga tiene un vehículo Ford Bronco donado por la Gobernación de Cotopaxi no utilizado, el mismo que con modificaciones ayudará a obtener un medio de movilización para el vehículo FESPE.

I. RESISTENCIAS QUE SE OPONEN AL MOVIMIENTO DE UN VEHICULO

A. CÁLCULO DE LA POTENCIA REQUERIDA DEL MOTOR

La primera consideración será la potencia mínima para desplazar un vehículo en diferentes tipos de calzada, en este caso arenoso y asfaltado, con las resistencias, por rodadura, al aire, por pendiente tanto en el vehículo estándar como el modificado:

Tabla 1. Cálculos en carretera compacta

RECORRIDO POR CARRETERA COMPACTA A 40 Km/h		
PARÁMETROS	FORD BRONCO ESTANDAR	FORD BRONCO "TRACTOCAMIÓN A ESCALA "
Potencia mínima en línea recta W_m	$W_m = 15.07$ Hp	$W_m = 22.77$ Hp
Potencia máxima en línea recta W_{max}	$W_{max} = 17.72$ Hp	$W_{max} = 19.84$ Hp
Potencia por pendiente, W_p , al superar una pendiente del 15 %, o a un ángulo de inclinación de 8.53°	$W_p = 53.04$ Hp	$W_p = 78.94$ Hp
Potencia máxima en pendiente, W_{max} , al superar una pendiente del 15 %, o a un ángulo de inclinación de 8.53°	$W_{max} = 64.35$ Hp	$W_{max} = 96.44$ Hp

Tabla 2. Cálculos en carretera asfaltada

RECORRIDO POR CARRETERA COMPACTA A 40 Km/h		
PARÁMETROS	FORD BRONCO ESTANDAR	FORD BRONCO "TRACTOCAMIÓN A ESCALA "
Potencia mínima en línea recta W_m	$W_m = 6.32 \text{ Hp}$	$W_m = 9.74 \text{ Hp}$
Potencia máxima en línea recta W_{max}	$W_{max} = 7.43 \text{ Hp}$	$W_{max} = 11.45 \text{ Hp}$
Potencia por pendiente, W_p , al superar una pendiente del 15 %, o a un ángulo de inclinación de 8.53°	$W_p = 44.28 \text{ Hp}$	$W_p = 65.92 \text{ Hp}$
Potencia máxima en pendiente, W_{max} , al superar una pendiente del 15 %, o a un ángulo de inclinación de 8.53°	$W_{max} = 54.22 \text{ Hp}$	$W_{max} = 81.12 \text{ Hp}$

Determinación de la caja de cambios.

Para esto se realizará un estudio de ingeniería, el cual nos presenta los siguientes parámetros para calcular:

- Velocidad máxima del vehículo en todas sus reducciones.
- Velocidad del vehículo en todas sus reducciones, cuando el vehículo funciona con su par máximo.
- Realizar diagramas de velocidades con las velocidades obtenidas
- Cálculo de la pendiente superable con cada velocidad máxima y con su par máximo.
- Valor de la fuerza aplicada por el vehículo.
- Ángulo de inclinación máximo después de una parada en una pendiente.

B. DEFINICIÓN DE LAS RELACIONES DE LA CAJA DE CAMBIOS. DIAGRAMA DE VELOCIDADES

La potencia que entra en la caja de cambios es igual a la que sale de ella. Esto se deduce cuando dos piñones al engranar tienen la misma velocidad tangencial, y por tanto el esfuerzo tangencial es el mismo en ambos.

Tabla 3. Resultados obtenidos del vehículo modificado

Velocidad máxima del vehículo en todas sus reducciones, V	$V_1=43.58$ Km/h	$V_2=83.13$ Km/h
	$V_3= 124=$ 22 Km/h	$V_4= 172.66$ Km/h
Velocidad en todas sus reducciones, cuando el motor funciona con su par máximo, V'_n	$V'_1= 24.63$ Km/h	$V'_2= 46.98$ Km/h
	$V'_3= 70.21$ Km/h	$V'_4= 97.59$ Km/h
ÁNGULO DE INCLINACIÓN MÁXIMO DESPUÉS DE UNA PARADA EN UNA PENDIENTE		
Fuerza Aplicada por el Vehículo	$F_t = 2885.6 N.$	
Ángulo de inclinación de la pendiente	$\alpha = 5.09^\circ$	

II. SIMULACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS

Este apartado empieza con un análisis mecánico mediante el método de elementos finitos de los engranajes helicoidales que principalmente sufren los esfuerzos más grandes dentro del conjunto que conforma el tren motriz del vehículo, dichas simulaciones requieren parámetros previos de diseño de componentes mecánicos como los engranes de la caja de velocidades.

En la Figura presentamos como ingresar la fuerza en forma de

vector con un valor de 2885.6 [N], el cual se calculó mediante el par que otorga en vehículo a 1000 rpm en primera marcha, que esta detallado en la página 61, dicha fuerza aplica en la superficie pequeña que fue creada en el inicio del engranaje.

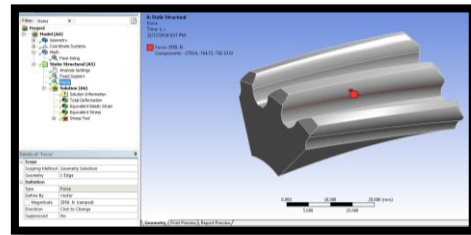


Figura 8. Fuerza en forma de vector

Una vez aplicada la carga y restricciones, en la Figura determinamos las deformaciones totales del diente del piñón, el cual lo hicimos con un tamaño de elemento de 0.5mm ya que este nos resultó el mejor al analizar la curva de convergencia del mallado.

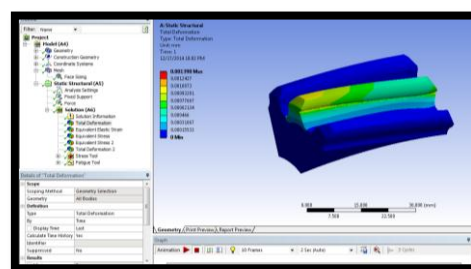


Figura 9. Deformaciones totales del piñón

En la Figura se representa la curva de convergencia en función del esfuerzo total (Mpa)

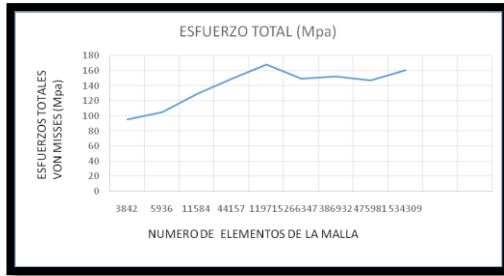


Figura 10. Curva de convergencia

III. PRUEBAS TREN MOTRIZ

Una vez puesto a punto el vehículo, se recurre al banco de pruebas (Dinamómetro), para determinar cuál es la potencia y torque entregado por el motor.

A. PRUEBAS DE TORQUE Y POTENCIA

Tabla 4. Valores máximos obtenidos y promedio de T y P.

	RPM del vehículo	Torque (N.m)	Potencia (K.w; Hp)
Dato del fabricante	4600	203.00	86 kW ;115 Hp
Prueba 1	4250	135.20	63.86 kW; 85.63 Hp
Prueba 2	4430	200.11	68.30 kW; 91.59 Hp
Prueba 3	4470	200.60	63.52 kW; 85.18 Hp
Promedio	4383	178.63	65.19 kW; 87.42 Hp

Tabla 5. Análisis de resultados de las potencias obtenidas

ANÁLISIS DE RESULTADOS	
DATOS ANALÍTICO	DATOS REALES
Potencias que se necesitan desarrollar para recorrer por carretera compacta	Pruebas de torque y potencias realizados en el dinamómetro P1= 85.63 Hp P2= 91.59 Hp P3= 85.18 Hp Promedio= 87.42 Hp
Wmax= 22.77 Hp; en línea recta	
Wmax= 81.97 Hp; en pendiente con un ángulo de 8.53°	
Potencias que se necesitan desarrollar para recorrer por carretera asfaltada	
Wmax= 9.74 Hp en línea recta	
Wmax= 68.95 Hp en pendiente con un ángulo de 8.53°	

A. CONCLUSIONES

- Las potencias máximas obtenidas en carretera compacta sobre calzada recta y con inclinación es de 22.77 Hp y 81.97. En terreno asfaltado en las mismas condiciones es de 9.74 Hp y 68.95 Hp. En comparación con la potencia emitida por el

dinamómetro de 87.42 Hp se concluye que cumplen con los parámetros requeridos para vencer a las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo.

- Las simulaciones por elementos finitos, es una herramienta que nos ayuda a visualizar los esfuerzos reales presentes en el vehículo de tal manera que hay que considerar el factor de seguridad de 3.
- Pese al desahucio en el que inicialmente se encontró al vehículo, el estado físico de los componentes más importantes como el tren alternativo y los $\frac{3}{4}$ no se vieron afectados como para reemplazarlos.
- La repotenciación vehicular es una práctica que se puede realizar hasta cierto punto y este trabajo es un ejemplo de ello, pero el avance constante de la tecnología automotriz empieza a rezagar de a poco a las maquinas antiguas quedando este proyecto útil solamente para fines no comerciales.

B. RECOMENDACIONES

- No exceder la capacidad de remolque del vehículo tractocamiòn a escala puesto que el valor máximo de arrastre es de 2275 kg calculado en el apartado 2.2.5., pagina 20, de la tesis “REPOTENCIACIÓN DEL TREN MOTRIZ DEL VEHÍCULO FORD BRONCO CUMPLIENDO LOS PARÁMETROS REQUERIDOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN EL TRACTOCAMIÓN A ESCALA”
- El análisis por elementos finitos realizados en el software son una herramienta de ayuda mas no una de diseño real, debemos realizar todos los cálculos con criterio de ingeniería y el programa nos ayuda a visualizar como sería el comportamiento respectivo.
- Se debe realizar un mantenimiento especializado en el vehículo, el uso inusual del motor requiere un cuidado distinto comparado con un motor que se lo usa diariamente.

C. BIBLIOGRAFÍA

Acebes, S. S. (2007). *Motores*. Madrid: Pozuelo de Alarcón.

Austin, R. (1981). *El Motor del Automóvil* (Vols. I, II, III). Buenos Aires, Argentina: Mundo Tecnico S.R.L. 8va Edición.

[14] [15] [16] [18] [20] Cascajosa, M. (2006). *INGENIERIA DE VEHICULOS Sistemas y Calculos* (Segunda Edición ed.). España: Tébar Flores, S.L., Madrid, España.

Ceac. (2003). *Manual CEAC del Automóvil*. España: CEAC.

Corporation, T. (s.f.). *Alineamiento de Ruedas y Neumáticos* (Vol. 12).

Corporation, T. (s.f.). *Manual de entrenamiento: Sistema de dirección* (Vol. 11). Toyota.

Corporation, T. (s.f.). *Sistema de Suspensión* (Vol. 10).

Crouse, W. H. (1996). *Motores de Automóvil, Construcción, Funcionamiento y Manutención*. Mexico D.F., México: AlfaOmega.

Diesel, 1. M. (s.f.). *Rectificadoras - Catálogo*. Ediciones America.

[2] F. Aparicio Izquierdo, C. V. (2001). *Teoría de los Vehículos Automoviles*. (S. d. Madrid, Ed.) Madrid,

España.

H., G. (1985). *Tecnología del Automóvil GTZ*. España: Reverté.

Kindler, H., & Kynast, H. (1986). *Matemática aplicada para la técnica del automóvil* (8va ed.). Barcelona, España: Reverté, S.A.

Martinez, D. H. (s.f.). *Manual del Automóvil reparación y mantenimiento*. (S. CULTURAL, Ed.) España: MMV.

Orozco Cautle, J. L. (2012). *Diagnóstico y servicio frenos convencionales*. México : México Digital Comunicación.

D. LINKOGRAFÍA

[1] Gardim, A. S. (14 de 08 de 2013). *Especificaciones del Ford Bronco II*. Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/especificaciones-del-ford-bronco-ii-lista_87607/

[3] [4] [5] Mercedes Yolanda, R. M. (1999). *Selección del trem motriz de vehículos pesados (carga y pasajeros) destinados al servicio público federal*. Recuperado el 14 de 08 de 2013, de Scribd: <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt128.pdf>

AircooledTech.com. (29 de 08 de 2003). Recuperado el 18 de 03 de 2014, de <http://www.aircooledtech.com/plastigage/>

ANFAC. (s.f.). *REGLAMENTOS ANEJOS AL ACUERDO DE GINEBRA DE 20.3.58*. Recuperado el 13 de NOVIEMBRE de 2013, de http://www.unioviedo.es/DCI/F/IITransportes/_borders/pdf/reglamen_gine.pdf

[22] automovile-catalog.com. (s.f.). *Ford Bronco II 4WD 2.8L V-6 4-speed (1984) full detailed specifications listing and photo gallery*. Recuperado el 15 de Agosto de 2014, de http://www.automobile-catalog.com/car/1984/884930/ford_bronco_ii_4wd_2_8l_v-6_4-speed.html

Billiet, W. E. (1979). *Entretimiento y reparación de motores del automovil*. Barcelona: Reverté S.A. Recuperado el 20 de 12 de 2013, de <http://books.google.es/books?id=-TUS2DJx8pMC&pg=PA215&dq=rectificado+de+motores&hl=es&sa=X&ei=rFGMUuGDHs7C4AOjuYDYDA&ved=0CFkQ6AEwAg#v=onepage&q=rectificado%20de%20motores&f=false>

[19] [21] [23] Cesar Sanchez Serna, M. V. (13 de Febrero de 2006). *Estudio de la transmisión de un vehículo automovil*. Recuperado el 25 de Junio de 2014, de

Chilo, W. (23 de 08 de 2012). Recuperado el 17 de 03 de 2014, de http://wilsondiesel.blogspot.com/2012_08_01_archive.html

[10] [11] Continental Tire Andina S.A. (2012). ContiAcademy, PLT. *Modulo 1*, (pág. 122). Quito. Recuperado el 23 de Julio de 2013

diesel, S. P. (30 de 06 de 2010). *Mantenimiento en Motores Diesel*. Recuperado el 17 de 03 de 2014, de <http://mantenimientoenmotoresdiesel.blogspot.com/2010/06/rectificado-de-valvulas-y-asientos-de.html>

- [24] Garcia, S. (27 de 12 de 2013). *EL GRIPAJE: LA AVERÍA MÁS GRAVE DE UN MOTOR DE GAS O DIESEL*. Obtenido de <http://www.santiagogarciagarrido.com/index.php/98-el-gripaje-la-averia-mas-grave-de-un-motor-de-gas-o-diesel>
- [1][25] Ingenieria , M. (27 de 12 de 2013). *Procesos de Transformación de Materiales, Por arranque de viruta, Por proceso de conformado*. Obtenido de <http://www.miclase.com.ar/biblioteca/Manual-Procesos-de-Transformacion-de-Materiales.pdf>
- [29] [30] Jorge C, F. F. (Enero de 2012). *Ánalisis de esfuerzos de contacto en egranes rectos aplicando el criterio de Hertz con ingeniería asistida por computador*. Recuperado el Octubre de 2014, de <http://www.acuedi.org/ddata/4679.pdf>
- [2] F.Aparicio Izquierdo, C. V. (2011). *Teoria de los automoviles* (Segunda Edicion ed.). Madrid: Seccion de Publicaciones de la Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politecnica de Madrid. Recuperado el 19 de 11 de 2013
- Mogul, F. (2009). *Engine Kit Gasket Sets*. Recuperado el 10 de 01 de 2014, de Catalogo No. 260 - 10: <http://www.fme-cat.com/digipubZ/Sealed-Power-and-Felpro-Engine-Kit-Gasket-Sets/#?page=64>
- MotoTransTo. (04 de 01 de 2010). *Mototrans*. Recuperado el 18 de 03 de 2014, de <http://mototransto.hispamoto.com/2010/01/04/comprobando-pistones/>
- [9] [12] [13] [17] Pablo Luque, D. A. (2005). *Ingenieria del Automovil. Sistemas y comportamiento dinamico*. (C. M. rojo, Ed.) España, Madrid: Paraninfo,S.A. Recuperado el 18 de 11 de 2013
- [26] Pawel Zal, M. (1945). *automobile-catalog*. Recuperado el 02 de 12 de 2013, de http://www.automobile-catalog.com/car/1984/884930/ford_bronco_ii_4wd_2_8l_v-6_4-speed.html
- Ranger, 1. (01 de 04 de 2002). *Motor - 2.8L Power Stroke*. Recuperado el 18 de 03 de 2014, de http://www.itrix.com.ar/Portf olio/web/Ford/taller/g3/titulos/nivel_marcadores/archivos/1/ra_g3_1_151_d.htm

andle/15000/8664

Rectificado de motores. (s.f.). Recuperado el 26 de 12 de 2013, de <http://www.fergon.com.co/PDF/rectificado-motores.pdf>

[27] Robert L. Mott, P. (2006). *DISEÑO DE ELEMENTOS Y MÁQUINAS* (Sexta ed.). (G. h. Bernardino M, Ed.) Mexico. Recuperado el 25 de Febrero de 2014, de http://www.susferrin.com.ar/_capacitacion/pdf/SUSFERRIN_Diseño_Elementos_Maquinas.pdf

Rodríguez, C. H. (25 de Junio de 2012). *1196 Expídesese el Reglamento General para la Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.* Recuperado el 15 de Noviembre de 2013, de <http://www.cte.gob.ec/wp-content/uploads/2013/03/Nuevo-Reglamento-a-la-Ley-de-Transporte-Terrestre-Transito-y-Seguridad-Vial.pdf>

[28] Soto Aymar, L. R. (07 de Octubre de 2014). *Análisis de esfuerzos de transmisiones de engranes cilíndricos helicoidales mediante el método de los elementos finitos.* Recuperado el 20 de Noviembre de 2014, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/h>

Tovar, J. G. (29 de 01 de 2013). *Sistema de distribución motores de combustión interna.* Recuperado el 17 de 03 de 2014, de El automóvil al desnudo: http://jeroitim.blogspot.com/2013/01/motores-de-combustion-interna-en_29.html

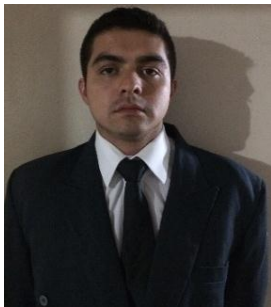
Zeas, P. (2005). *Sistema de transmisión.* Recuperado el 10 de 12 de 2013, de dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1183/4/CAPITULO%203.pdf

BIOGRAFÍA



Jorge López, nació en Quito Ecuador. Es Ingeniero Automotriz estudió en la Universidad de las Fuerzas

Armadas ESPE, presta sus servicios profesionales en asesoramiento en sistemas automotrices.



Alex Morales, nació en Quito, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, estudió en la Universidad de las Fuerzas

Armadas ESPE, presta sus servicios profesionales en asesoramiento de sistemas automotrices.



Euro Mena, nació en Quevedo Los Ríos- Ecuador. Ingeniero Automotriz, Docente tiempo completo en la Universidad de

las Fuerzas Armadas ESPE desde 1997.

Juan Rocha, nació en Quito Ecuador es Ingeniero

Automotriz, dispone estudios de Posgrado en Sistemas Automotrices, Autotrónica, Docencia



Universitaria, Docente Tiempo Parcial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde 2008. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica automotriz.