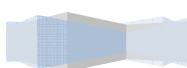


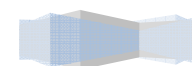


Índice



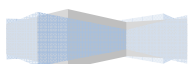
Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Objetivos.....	9
1.2. Justificación.....	10
2. ESTADO DEL ARTE.....	13
2.1. Banco dinamométrico.....	13
2.1.1. Banco de rodillos dinamométrico.....	13
2.1.2. Ejemplo de prueba con un banco dinamométrico.....	14
2.1.3. Banco BD NET 2 WD.....	15
2.1.4. Banco BDR 400 IE Tecner.....	19
2.2. Software actual.....	21
2.2.1. Calibración de la rueda.....	21
2.2.2. Prueba de velocímetro.....	21
2.2.3. Prueba de tacómetro.....	21
2.2.4. Prueba 0-100 km/h.....	22
2.2.5. Prueba 0-1000 metros.....	22
2.2.6. Prueba de curva de potencia.....	22
2.2.7. Prueba a fuerza constante.....	22
2.2.8. Prueba a velocidad constante.....	22
2.2.9. Prueba de carretera.....	23
2.3. Sistema de control del banco.....	24
2.4. Factores que afectan a un vehículo durante la conducción.....	26
2.4.1. Resistencia al avance.....	26
2.4.2. Resistencia a la rodadura.....	27
2.4.3. Resistencia a la pendiente.....	30
2.4.4. Resistencia a la aceleración.....	32
2.4.5. Resistencia al aire.....	33
2.5. Renault kangoo D55 1.9.....	37
3. MÉTODO DE ANÁLISIS.....	43
3.1. Método de trabajo con el banco.....	43



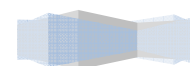


3.1.1.	Puesta en marcha del sistema.....	43
3.1.2.	Introducir vehículo.	44
3.1.3.	Uso del banco.....	46
3.1.4.	Sacar el vehículo.....	47
3.1.5.	Apagado del sistema.	47
3.2.	Desarrollo del software.....	48
3.2.1.	Interfaz y funcionamiento del programa.	49
3.2.2.	Funcionamiento de las pruebas.	52
3.3.	Trabajo individual.....	53
3.4.	Horas de trabajo realizadas.....	54
4.	ANÁLISIS DEL NUEVO SOFTWARE.	57
4.1.	Freno utilizado.....	60
4.1.1.	Freno en vacío.	60
4.1.2.	Freno Fuerza constante.....	61
4.1.3.	Freno velocidad constante.....	61
4.1.4.	Freno de carretera.....	62
4.2.	Datos.	68
4.2.1.	Distancia.....	69
4.2.2.	Velocidad lineal.....	69
4.2.3.	Aceleración angular de la rueda.....	70
4.2.4.	Par motor.	71
4.2.5.	Potencia del motor.....	71
4.2.6.	Fuerza resistente.	72
4.2.7.	Par resistente.	72
4.2.8.	Potencia resistente.....	73
4.2.9.	Temperatura.....	73
4.2.10.	Presión.....	74
5.	COMPARATIVA ENTRE LOS DOS SOFTWARE.....	77
5.1.	Inicio del software.....	77
5.2.	Gestión de usuarios.....	79
5.3.	Configuración.	81



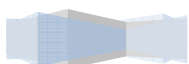


5.4.	Gestión de vehículos.....	83
5.5.	Factor de corrección.....	87
5.6.	Incidencias.....	89
5.7.	Guardar pruebas.....	91
5.8.	Informes.....	95
5.9.	Grabar vídeo.....	97
5.10.	Mando a distancia.....	98
5.11.	Cuentarrevoluciones.....	98
5.12.	Inicio de pruebas.....	99
5.13.	Prueba de cuentakilómetros.....	100
5.14.	Prueba de 0-100 km/h.....	103
5.15.	Prueba de Fuerza constante.....	105
5.16.	Prueba de Velocidad constante.....	108
5.17.	Prueba de circuitos.....	111
5.18.	Pruebas realizadas en grupo.....	114
5.18.1.	Prueba de velocímetro.....	114
5.18.2.	Prueba de aceleración 0-1000 metros.....	116
5.18.3.	Prueba de carretera.....	117
5.18.4.	Prueba curva de potencia.....	118
6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	123
6.1.	Prueba de cuentakilómetros.....	123
6.2.	Prueba 0-100 km/h.....	127
6.3.	Prueba de Fuerza constante.....	131
6.4.	Prueba de Velocidad constante.....	133
6.5.	Prueba de circuito.....	135
6.6.	Pruebas realizadas en grupo:.....	136
6.6.1.	Prueba de velocímetro.....	136
6.6.2.	Prueba de aceleración 0-1000 metros.....	139
6.6.3.	Prueba de carretera:.....	141
6.6.4.	Prueba de curva de potencia:.....	143
7.	PRESUPUESTO.....	153



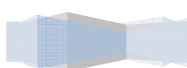


8. PROPUESTAS Y CONCLUSIONES.....	157
8.1. Conclusiones:	157
8.2. Propuestas de futuro:	159
8.2.1. Tarjeta de adquisición de datos:	159
9. BIBLIOGRAFÍA.....	163
9.1. Fuentes bibliográficas.	163
9.2. Direcciones Electrónicas.....	164
ANEXO 1: PROGRAMACIÓN	169
ANEXO 2: INFORMES.....	201
ANEXO 3: MANUAL RYME	217
ANEXO 4: MANUAL NUEVO.....	279





Introducción



1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Objetivos.

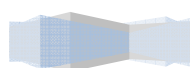
El objetivo de este proyecto, es el análisis y la validación del nuevo software de control del banco de rodillos de la Escuela Politécnica superior de la Universidad De Málaga, ayudar a la programación del mismo en algunos aspectos, como a la simulación real de las fuerzas que se oponen a un vehículo mientras circula por una vía, además de analizar a fondo el software de control actual del banco.

Para la realización del nuevo software trabaja un equipo de tres ingenieros formado por:

- Alejandro Garrido López: Ingeniero Eléctrico, encargado de la validación y el análisis del software y de algunos aspectos de programación, centrándose en el análisis de las siguientes pruebas: Ensayo de velocidad constante, fuerza constante, aceleración 0-100, cuentakilómetros y prueba de circuito.

-Fabián Barea Vizquete: Ingeniero Eléctrico, encargado de la validación y el análisis del software y de algunos aspectos de programación, centrándose en el análisis de las siguientes pruebas: Ensayos de carretera, velocímetro, aceleración 0-1000, curva de potencia y prueba de circuito.

- Alberto Acebedo García: Ingeniero informático, encargado de la programación el software.

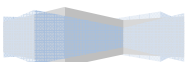




1.2. Justificación.

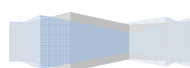
Este Trabajo Fin de Grado se realiza para la finalización de los estudios de Grado En Ingeniería Eléctrica en la Escuela Politécnica Superior, de los alumnos Alejandro Garrido López y Fabián Barea Vizuite, que trabajan en conjunto para realizar este proyecto que fue propuesto por el departamento de Motores Térmicos de la Universidad De Málaga, y dirigido por D. Juan Antonio Auñón Hidalgo.

El presente proyecto parte de la base de que el software original que controla el banco tiene algunos errores que hacen que el uso del banco quede bastante delimitado, ya que los resultados que ofrece no son cercanos a la realidad, y por ello, no se puede dar una validez a los resultados obtenidos en ciertas pruebas que se realicen en el banco.





Estado del arte



2. ESTADO DEL ARTE.

2.1. Banco dinamométrico.

2.1.1. Banco de rodillos dinamométrico.

Un banco de rodillos es la manera más fiable para reproducir las condiciones de marcha en un vehículo en carretera sin riesgo, con las condiciones deseadas, de forma objetiva y librándonos de los factores externos.

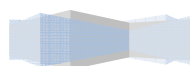
El banco puede tener uno, o dos rodillos por rueda motriz, siendo los de dos rodillos por rueda un poco menos exactos, pero mucho más seguros para su uso. En Europa son mucho más comunes los bancos de ensayo de 2 rodillos, y en América los de un rodillo.

El sistema de funcionamiento se basa en colocar el vehículo sobre los rodillos, que van conectados a un freno dinamométrico, que normalmente es eléctrico. Cuando el vehículo está en marcha se obtienen los parámetros de velocidad lineal y fuerza en rueda, pudiendo calcular a partir de ahí la distancia recorrida, la potencia y el par motor de entre otros parámetros.

Además de hallar estos parámetros, los usos más comunes de este tipo de bancos son para obtener el consumo de combustible y la emisión de gases del vehículo en ciertas condiciones de funcionamiento del vehículo, ya que con este tipo de banco se puede simular prácticamente cualquier situación de conducción, sin el riesgo de tener que probarlo en una carretera real, en la que pueden surgir contratiempos.



Figura2.1 Bancos de dos y un rodillo | Fuente: Elaboración propia.



2.1.2. Ejemplo de prueba con un banco dinamométrico.

Para tener aún más claro para que se usa un banco de rodillos dinamométrico se va mostrar un ejemplo de un ensayo real.

Este ensayo se trata de la incorporación de un intercooler a un vehículo de competición, y ver el nuevo comportamiento del vehículo.

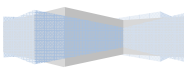
Para ello se introduce el coche en el banco de rodillos, antes y después de hacerle la modificación, para calcular la curva de par y de potencia y compararlas entre sí, y así poder ver el comportamiento del vehículo después de la modificación.

Los resultados son los siguientes:



Figura 2.2 Resultados de curva de potencia | Fuente: Foro Street Racing

La línea amarilla reproduce la curva de par y potencia antes de la modificación, y la línea azul después de la modificación. Se puede ver claramente la mejora de par y potencia que se produce, incluso las revoluciones a la que se alcanzan los nuevos valores. Con la incorporación del nuevo intercooler se ha conseguido aumentar la potencia en 44.7 HP (45.3 Cv), y el par en 33.5 lbft (45.38 Nm).



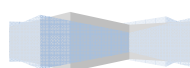
2.1.3. Banco BD NET 2 WD.

El Banco de pruebas instalado en el taller de Motores Térmicos de la Universidad de Málaga es el modelo BD NET 2WD de la marca RYME y tiene las siguientes características:

- **Bastidor monocasco:** El bloque principal está formado por un bastidor monocasco de acero que alberga cuatro rodillos montados sobre rodamientos. Los rodillos delanteros están moleteados con un coeficiente de rozamiento (neumático-rodillo) de 0.8, y están unidos entre sí por una transmisión. Los rodillos traseros son lisos y giran libremente.
- **Sensores:** La medida de la velocidad se obtiene con un encoder incremental montado sobre el eje de los rodillos delanteros con una precisión de lectura de ± 0.1 km/h, y la medida del par con una galga dinamométrica que mide la fuerza que ejerce el vehículo sobre los rodillos.
- **Elevador Neumático:** Para introducir y sacar el vehículo dispone de un elevador neumático de 8 bares de presión que soporta hasta 4 toneladas de peso, con un sistema para bloquear por completo los rodillos.
- **Ventilador:** Para refrigerar el vehículo se utiliza un ventilador de 5.5 KW que se activa a partir de los 5 km/h y que simula el caudal de aire que recibiría el vehículo en circulación normal.



Figura 2.3 Banco de rodillos de la E.P.S | Fuente: Elaboración propia.



- Freno: Como freno se utiliza una máquina de corriente Foucault montada sobre rodamientos que está acoplada mecánicamente al eje de transmisión de los rodillos delanteros, pudiendo bascular sobre su eje. Utiliza valores de tensión desde 0 a 10 voltios que van frenando el vehículo con la fuerza necesaria en cada momento, vemos que al ser una máquina que funciona por efectos electromagnéticos no tiene rozamiento entre el eje y el freno, cosa que hace que el mantenimiento de la máquina sea mucho menos costoso que si fuese un freno mecánico que se iría degradando y habría que ir revisándolo periódicamente.

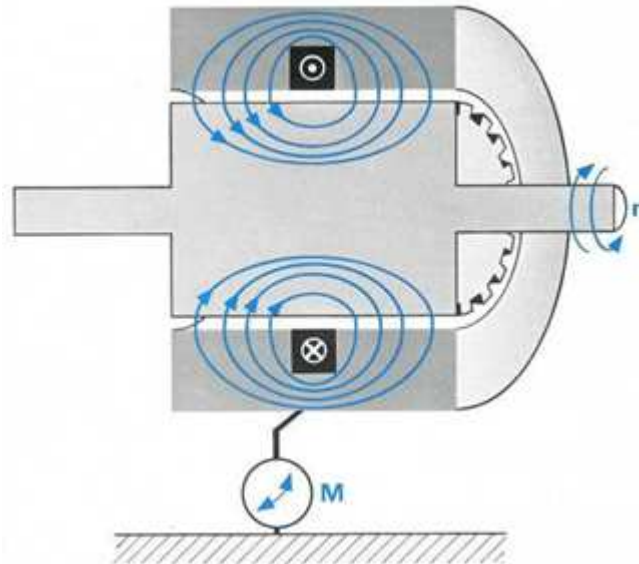
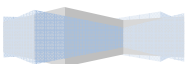


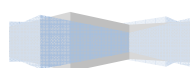
Figura 2.4 Freno de Foucault | Fuente: Bancos para la obtención de la potencia (artículo).



- **Software:** Un ordenador con el software de la marca RYME, que se encarga del control por parte del usuario del banco, y de mostrar los resultados obtenidos en cada ensayo.
- **Tarjeta de adquisición de datos:** Conecta el ordenador con el banco, que se encarga de llevar los datos que queremos enviarle al banco, transformándolos en la señal correspondiente, ya sea eléctrica o numérica, y de recoger todos los datos que leen los sensores en el banco y llevarlos hacia el software para que podamos verlos.



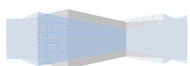
Figura 2.5 Ordenador que gestiona el banco de rodillos de la EPS | Fuente: Ryme



- Características generales del banco:

Velocidad máxima	<i>300 km/h</i>
Potencia máxima	<i>300 Cv</i>
Fuerza máxima	<i>10 Kn</i>
Distancia máxima	<i>1.000 km</i>
Tiempo máximo	<i>1 hora</i>
Peso máximo	<i>4 toneladas</i>
Diámetro rodillos	<i>352 mm</i>
Longitud rodillos	<i>750 mm</i>
Distancia entre centros de rodillos	<i>510 mm</i>
Ancho interior de paso de vehículo	<i>810 mm</i>
Ancho exterior de paso de vehículo	<i>2320 mm</i>
Diámetro mínimo de rueda	<i>12"</i>

Figura 2.6 Características técnicas del banco | Fuente: Ryme



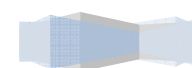
2.1.4. Banco BDR 400 IE Tecner.

Para situar el banco de rodillos de la Escuela Politécnica Superior en el mercado, lo vamos a comparar con el banco de rodillos, de la misma gama, de su empresa competidora: Tecner BDR 400 IE, que tiene prácticamente el mismo funcionamiento que el de la EPS, con dos rodillos por rueda motriz, un freno de Foucault refrigerado por aire, un sistema neumático para la elevación del vehículo y el bloqueo total de los rodillos. El control y la toma de datos del banco son muy similares, con un software de control y una tarjeta de adquisición de datos similares, que a través del mismo número de sensores y con las mismas características captan los mismos datos que el software de Ryme. A continuación se comparan los aspectos más significativos entre los dos bancos:

Parámetro	Ryme	Tecner
Velocidad máxima	300 km/h	300 km/h
Potencia máxima	300 Cv	340 Cv
Peso máximo	4000 kg	3500 Kg
Ancho interior de paso de vehículo	810 mm	700 mm
Ancho exterior de paso de vehículo	2320 mm	2150 mm

Figura 2.7 Comparativa entre bancos / Fuente: Ryme y Tecner

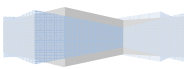
Como vemos, el banco Ryme Puede ensayar vehículos más pesados, y más grandes, mientras que Tecner puede ensayar coches más pequeños y de mayor potencia, pero prácticamente no son diferencias verdaderamente significativas.



Comparándolo con otros bancos de gamas más altas, la diferencia se basa en frenos y ventiladores más potentes refrigerados por agua, para evitar calentamientos y poder ensayar coches de más potencia a más velocidad (para coches de competición suelen ser de 1 rodillo por rueda motriz), y con un sistema de elevación neumática más potente para poder ensayar vehículos más pesados (para vehículos comerciales y camiones suelen ser de dos rodillos por rueda motriz).



Figura 2.8 Banco de rodillos de alta gama | Fuente: HRE wheels



2.2. Software actual.

El software de control proporcionado por Ryme ofrece la posibilidad de realizar 8 pruebas diferentes al vehículo, además de calibrar el perímetro de la rueda, introducir y sacar el vehículo, y generar informes de las pruebas realizadas.

Las pruebas que podemos realizar son las siguientes:

2.2.1. Calibración de la rueda.

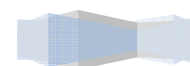
Se trata de calcular el perímetro real de la rueda, ya que está formada por un material elástico que se deforma, haciendo que el giro de la rueda no forme una circunferencia perfecta, además influye en esto la presión del neumático ya que si la presión es baja la rueda se deformará más aun. Se calcula un factor de corrección que se utiliza para subsanar el pequeño error que pueda producir esta circunstancia en las mediciones realizadas.

2.2.2. Prueba de velocímetro.

Esta prueba se basa en comparar la velocidad real del vehículo hallada por los sensores del banco con la velocidad que marca el velocímetro del vehículo, y nos da como resultado el error en tanto por ciento del velocímetro del coche respecto a su velocidad real, algo muy útil para el usuario del vehículo para cuando circula por una vía saber la velocidad real a la que va.

2.2.3. Prueba de tacómetro.

Esta prueba se basa en comparar la distancia real que recorre el vehículo, hallada por los sensores del banco, con la distancia que marca el cuentakilómetros del vehículo, y nos da como resultado el error en tanto por ciento del cuentakilómetros del coche respecto a la distancia real recorrida.





2.2.4. Prueba 0-100 km/h.

En la prueba de 0-100 km/h el banco simula las fuerzas opositoras reales de una conducción por carretera para calcular el tiempo que tarda el vehículo en alcanzar los 100 km/h.

2.2.5. Prueba 0-1000 metros.

En esta prueba el banco simula las fuerzas opositoras reales de una conducción por carretera para calcular el tiempo que tarda el vehículo en recorrer 1 km.

2.2.6. Prueba de curva de potencia.

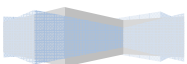
La prueba de curva de potencia calcula la curva de potencia en rueda y en el motor, además de la curva del par del vehículo en aceleración libre, es decir, sin simular las fuerzas opositoras reales de una conducción por carretera. Esto hace que la potencia obtenida sea mayor que la ofrecida realmente por el vehículo en carretera, ya que en esta situación no tiene ninguna fuerza que vencer.

2.2.7. Prueba a fuerza constante.

El objetivo de esta prueba es determinar la potencia de la rueda del vehículo cuando se aplica un par de frenado constante que establecemos al principio de la prueba, y vamos cambiando manualmente durante la prueba cuando se van alcanzando los valores deseados.

2.2.8. Prueba a velocidad constante.

El objetivo de esta prueba es determinar la potencia en rueda cuando la velocidad del vehículo se mantiene constante a una velocidad determinada que establecemos al principio de la prueba, y vamos cambiando manualmente durante la prueba cuando se van alcanzando los valores deseados.

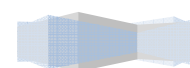


2.2.9. Prueba de carretera.

Esta prueba se trata de simular la conducción real en carretera, pudiendo aplicar cambios de pendiente durante la conducción, siendo la prueba perfecta para ensayar el vehículo en las condiciones deseadas para estudiar el consumo del vehículo y la emisión de gases.



Figura 2.9 Pantalla de pruebas del software Ryme | Fuente: Software Ryme



2.3. Sistema de control del banco.

Todo el sistema de control del banco está gobernado por una tarjeta de adquisición de datos fabricada exclusivamente para este modelo de banco, por la cual pasan tanto las órdenes que nosotros mandamos al banco a través del software, como los datos recogidos por los sensores del banco antes de ser mostrados por pantalla.

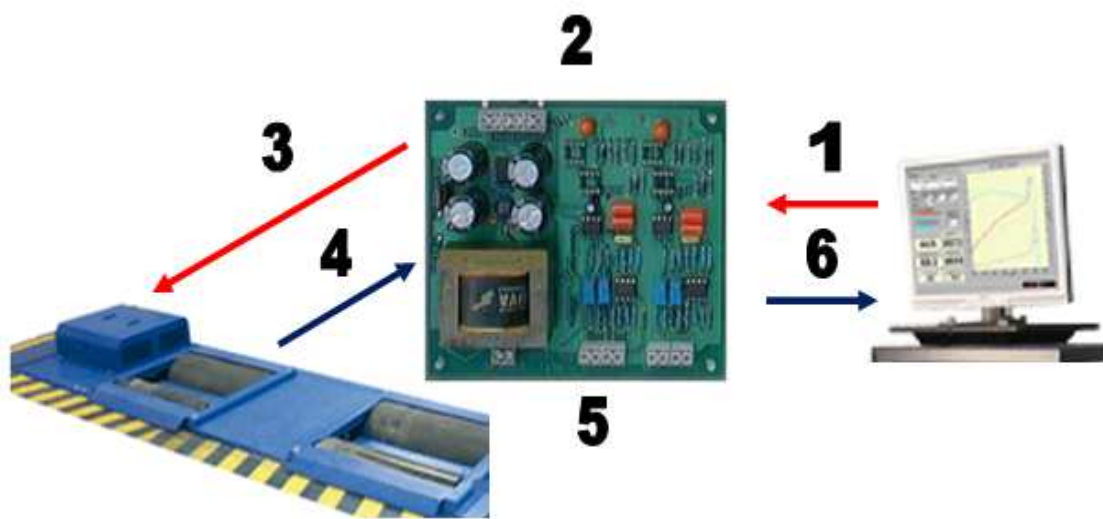
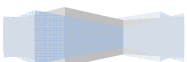
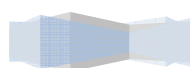


Figura 2.10 Sistema de control del banco | Fuente: Elaboración propia





- 1- A través del software se mandan los datos con los que se va a trabajar, como pueden ser la masa del vehículo, su superficie frontal, el coeficiente aerodinámico, el coeficiente de rodadura dependiendo del material del suelo, o directamente la fuerza con la que queremos frenar (prueba de fuerza constante), entre otros.
- 2- La tarjeta recibe estos datos y realiza unas transformaciones internas con las que calcula los tensión eléctrica que debe de mandarle al freno para que frene lo que se quiere.
- 3- La máquina de Foucault recibe esta tensión y produce un par de frenado sobre los rodillos delanteros. El intervalo de tensiones que acepta la máquina es de 0 a 10 V produciendo un par de frenado de 0 a 1760 N·m, siendo éste último valor el bloqueo total del rodillo.
- 4- Los encoder y la galga captan la señal de velocidad y par y devuelven esta señal a la tarjeta en forma binaria.
- 5- La tarjeta realiza las transformaciones pertinentes para poder mandar al ordenador valores coherentes para poder mostrarlos en pantalla, y se calculan a partir de estos parámetros todos los demás resultados que buscamos como por ejemplo la distancia o la potencia.
- 6- Se muestran en pantalla y/o se almacenan los datos obtenidos y se vuelven a mandar los nuevos datos de funcionamiento hacia la tarjeta, produciéndose así una retroalimentación.



2.4. Factores que afectan a un vehículo durante la conducción.

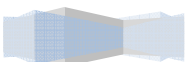
2.4.1. Resistencia al avance.

La resistencia al avance de un vehículo que se encuentra circulando por una vía se basa en la suma de las cuatro fuerzas resistentes que se muestran a continuación:

- Resistencia a la rodadura.
- Resistencia a la pendiente.
- Resistencia a la aceleración.
- Resistencia del aire.



Figura 2.11 Fuerzas resistentes al avance | Fuente: Elaboración propia



Estas son los cuatro factores que se van a tener en cuenta a la hora de simular en el banco de rodillos la resistencia real al avance, y así poder simular una conducción real por carretera en las condiciones que interesen para ensayar diferentes pruebas.

Para conseguir esto, y poder frenar el freno de Foucault con el par adecuado, se utiliza la fórmula [1] que se muestra a continuación, teniendo en el primer sumando la resistencia a la rodadura y a la pendiente, en el segundo sumando la resistencia a la aceleración y en el tercero la resistencia del aire

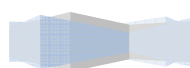
$$Fuerza = Fuerza_{pendiente+rodadura} + Fuerza_{aceleración} + Fuerza_{aerodinámica} \quad [2.1]$$

A continuación se muestran detalladamente cada uno de estos factores.

2.4.2. Resistencia a la rodadura.

Esta resistencia al movimiento es debida a la pequeña deformación del neumático durante el giro de la rueda, aplastándose ésta al tocar el suelo dejando de ser una circunferencia perfecta. Esta fuerza depende del peso del vehículo, del pavimento, el tipo de goma y de la presión de inflado de las ruedas, siendo esta resistencia la más importante a bajas velocidades.

Así un neumático duro, o con mucha presión disminuye su coeficiente de rodadura, mientras que un neumático blando o con poca presión aumenta el coeficiente de rodadura, aumentando así la resistencia al movimiento, como por ejemplo en los coches de competición que se utilizan este tipo de compuestos para ganar agarre en las curvas, aunque pierdan velocidad punta en la recta.



La temperatura del neumático influye también en el coeficiente, ya que al aumentar la temperatura el compuesto se vuelve un poco más blando, pero también aumentan las presiones internas de la rueda, por lo tanto en cada caso hay que estudiar las presiones y la deformación de la goma para ver si el calor afecta positiva o negativamente al coeficiente de rodadura, dependerá de cada compuesto, e incluso de la llanta.

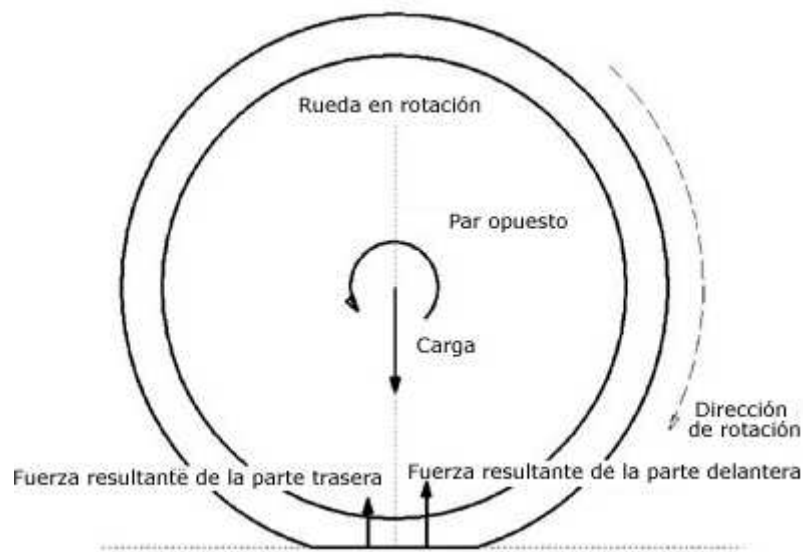
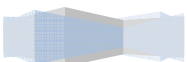


Figura 2.12 Resistencia a la rodadura | Fuente: A rueda

El pavimento es otro factor muy importante a tener en cuenta, ya que un terreno blando se deforma al paso de la rueda, y habría que sumar esta deformación a la del neumático para conocer las pérdidas que se producen de trabajo, por lo tanto un terreno duro como el asfalto tiene una resistencia a la rodadura menor que un terreno blando como podría ser la arena.

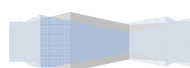


A continuación se muestra una tabla con los coeficientes de rodadura de varios terrenos, para un neumático de uso común:

Terreno	Coefficiente de rodadura μ
Hormigón compacto	0.008 – 0.010
Hormigón normal	0.010 – 0.015
Asfalto	0.015 – 0.020
Asfalto en mal estado	0.020 – 0.030
Grava	0.030 – 0.050
Adoquinado	0.050 – 0.080
Firme natural	0.110 – 0.160
Arena	0.150 – 0.300

Figura 2.13 Coeficientes de rodadura | Fuente: Teoría de los vehículos automóviles, Aparicio, F (libro).

Como se ve en esta tabla, el coeficiente de rodadura en Grava es mayor que en asfalto, sin embargo, en grava, un vehículo tiene como norma general menos agarre que en asfalto, por lo tanto, no hay que confundir la adherencia a la carretera con la resistencia a la rodadura, ya que el hecho de que un coche patine en grava no se debe a la dureza del terreno, sino a que el suelo no es totalmente compacto, hay elementos, como por ejemplo pequeñas gravillas, sobre las que se produce el giro de la rueda y hacen que el coche no avance, y que la rueda patine. Si un terreno de grava fuese totalmente compacto el agarre sería mayor que en el asfalto, tal y como vemos en la tabla.



Esto tiene efecto directo sobre el consumo, ya que a más resistencia a la rodadura, más fuerza necesita el vehículo para mantener la velocidad, por tanto, a una misma velocidad, un vehículo gasta más combustible en un carril de tierra que en uno de asfalto, o no llevando la presión adecuada en los neumáticos.

2.4.3. Resistencia a la pendiente.

La resistencia a la pendiente es la fuerza que tiene que superar un vehículo para subir o bajar por una pendiente, ya que se produce una descomposición del peso del vehículo que hace que surja una fuerza contraria al movimiento en el caso de estar subiendo, o una fuerza a favor del movimiento en caso de estar bajando, cosa que podría producir incluso una aceleración.

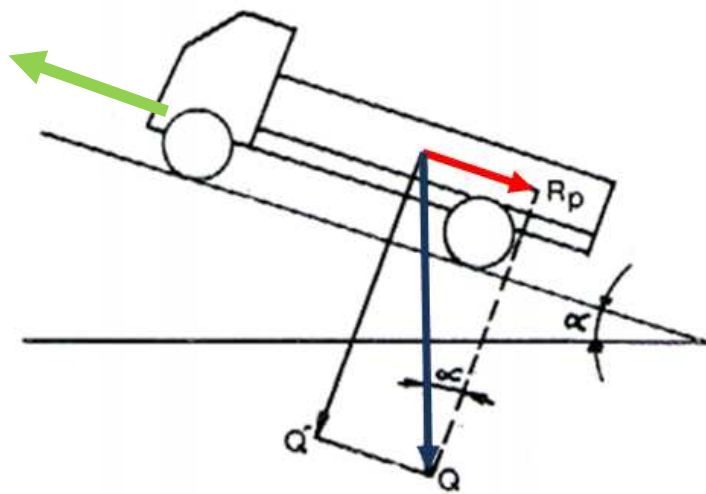
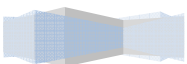


Figura 2.13 Resistencia a la pendiente | Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la imagen, a partir del peso del vehículo (Q), aparece debido a la pendiente, una nueva fuerza (R_p) que se opone al movimiento, en el caso de que la pendiente fuese negativa esta fuerza se sumaría a la del movimiento.



Se puede deducir entonces que al aumentar la pendiente aumenta la resistencia al avance, y por lo tanto para mantener una velocidad constante en un cambio de pendiente positivo el vehículo necesita más fuerza, y por lo tanto un mayor consumo que si fuese sin pendiente.

Por el contrario, si la pendiente a la que nos enfrentamos es negativa, esta fuerza ayudará al movimiento y por lo tanto tendremos que hacer menos esfuerzo para mantener una velocidad constante, reduciendo el consumo de combustible, llegándose a hacer negativo si la pendiente es suficiente para vencer el resto de las fuerzas.

Una vez estudiados estos dos factores, obtenemos el primer sumando de la fórmula [2.1] que se muestra a continuación:

$$Fuerza_{pendiente+rodadura} = m \cdot g \cdot \frac{\mu + P}{\sqrt{1 + P^2}}$$

Siendo:

[2.2]

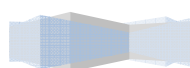
m= Masa total del vehículo

g= Aceleración de la gravedad: 9.81 m/s²

P= Pendiente en tanto por uno

μ =Coeficiente de rodadura

En la simulación este valor será constante a no ser que varíe la pendiente, algo que solo ocurre en la prueba de carretera, siendo la fuerza más importante en el arranque desde cero del vehículo, haciéndose menos importante a velocidades altas, a no ser que haya una pendiente brusca o un terreno muy desfavorable.





2.4.4. Resistencia a la aceleración.

La resistencia a la aceleración se basa en la segunda ley de Newton, que enuncia que la fuerza es igual a la masa multiplicada por el incremento de la velocidad respecto del tiempo, es decir, la aceleración.

Cuando el vehículo está decelerando esta fuerza se suma a la del movimiento, y por lo tanto hace que tengamos que ejercer más fuerza en frenar el vehículo que si esto no ocurriese.

Cuando el coche está acelerando esta fuerza se opone al movimiento, y además es muy alta para aceleraciones altas, lo que hace que para conseguir una gran aceleración haga falta un motor muy potente.

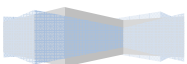
Esto lleva al segundo sumando de la fórmula [2.1]:

$$Fuerza_{aceleración} = m_{efectiva} \cdot a$$

Siendo: [2.3]

$$m_{efectiva} = \frac{\text{Masa del vehículo}}{\text{Nº de ejes con tracción}}$$

$a = \text{Aceleración (m/s}^2\text{)}$



2.4.5. Resistencia al aire.

La aerodinámica es uno de los aspectos más a tener en cuenta a la hora del diseño de un vehículo, sobre todo para evaluar su comportamiento a altas velocidades, que es cuando esta fuerza es realmente importante. El efecto del aire en un vehículo en circulación produce tres importantes fuerzas a tener en cuenta, la de resistencia, sustentación y las fuerzas laterales.

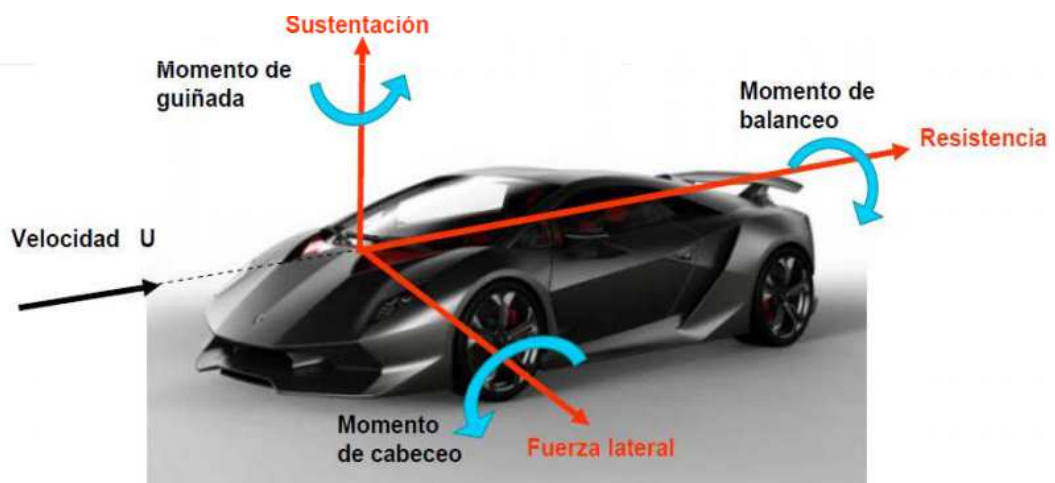
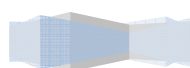


Figura 2.14 Resistencia al aire | Fuente: Apuntes de mecánica de fluidos

Las fuerzas laterales son aquellas que aparecen cuando nos enfrentamos a un viento lateral, o cuando el vehículo se encuentra realizando un giro, lo que puede producir el giro del vehículo sobre sí mismo, aunque lo más común es que se produzca un momento de cabeceo. Es importante en el diseño del vehículo por su seguridad, pero en la simulación en el banco de rodillos no la vamos a tener en cuenta.

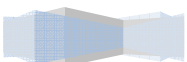


La sustentación es la fuerza que aparece en un vehículo que se desplaza por una corriente de aire y que es perpendicular a la velocidad del vehículo. Si ésta es positiva, impulsará al vehículo hacia arriba, como por ejemplo en una avioneta, pero si ésta es negativa, lo que produce, es el efecto de pegar el coche al suelo. En los coches de competición se utilizan formas aerodinámicas y alerones para conseguir esto y conseguir más adherencia. Para la simulación en el banco de rodillos tampoco vamos a tener en cuenta esta fuerza, ya que en los vehículos de calle es un factor que apenas se tiene en cuenta.

La fuerza de resistencia es fuerza contraria al movimiento de un vehículo generada por la acción del aire que lo rodea. Esta resistencia es producida por el rozamiento producido por el deslizamiento de las capas fluidas unas sobre otras durante el movimiento del vehículo. Estos rozamientos hacen que se produzca una pérdida de trabajo en forma de calor, y que éste no sea restituído por el aire que se junta detrás del vehículo. Esta pérdida se manifiesta en la estela que se produce detrás del vehículo, en la cual las presiones son inferiores a las de la parte delantera del vehículo e incluso a la presión ambiental.



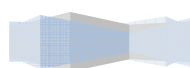
Figura 2.15 Mercedes Slr cx:0.374 | Fuente: Forocoches





Los factores de los que depende esta fuerza son la densidad del aire, la velocidad, el coeficiente aerodinámico y la superficie frontal.

- **Densidad del aire:** La densidad del aire afecta de forma proporcional a la resistencia, es decir, con una densidad de aire mayor, al coche le cuesta más avanzar a través de éste. Sin embargo, si nos centramos en el conjunto entero del vehículo, sabemos que con una densidad de aire mayor el comportamiento del motor también es mejor, por lo tanto en cada caso concreto habría que estudiar si un aumento de densidad produce buenos, o malos efectos sobre el vehículo, dependiendo de la velocidad a la que circule.
- **Velocidad:** La resistencia al aire es una fuerza exponencial dependiente de la velocidad, es decir, a bajas velocidades, a penas se tiene en cuenta, pero conforme aumenta la velocidad se convierte en la fuerza más importante a tener en cuenta.
- **Superficie frontal:** Es un elemento muy importante, respecto a la resistencia del aire, ya que puede hacer que un vehículo con un buen coeficiente aerodinámico, pero con una gran superficie frontal, como puede ser un camión moderno, tenga una elevada resistencia al aire, y que por el contrario, una moto que tenga un mal coeficiente aerodinámico, como una moto, tenga poca resistencia al aire ya que tiene muy poca superficie central. Depende del diseño del vehículo.
- **Coeficiente aerodinámico:** Es un coeficiente que depende de la forma de la carrocería del vehículo. Si este es bajo, la resistencia del aire será menor, (teniendo también en cuenta los factores anteriores), y por lo tanto el vehículo tendrá más aceleración y podrá llegar a velocidades más altas, sin embargo perderá adherencia a la hora de tomar una curva, por ello, los coches deportivos incorporan a su carrocería alerones y formas determinadas para ganar facilidades en la conducción, aunque pierdan velocidad punta y aceleración, problema que subsanan añadiendo potencia al motor.



A continuación se muestra una tabla con varios coeficientes aerodinámicos de ciertos vehículos:

Vehículo	Coefficiente aerodinámico Cx
Formula 1	0.70 – 1.10
Motocicleta	0.60 – 0.90
Grandes todoterrenos	0.40-0.57
Coches deportivos	0.35-0.50
Pequeños todoterrenos y furgonetas	0.32-0.40
Utilitarios	0.25-0.35
Mercedes CLA	0.22
Prototipos de velocidad	0.15 -0.20

Figura 2.16 Tabla de coeficientes aerodinámicos / Fuente: Autopista

Con esta información se concluye el tercer sumando de la fórmula [1], con la que se simula en el banco la fuerza correspondiente a una circulación normal por carretera:

$$Fuerza_{aerodinámica} = \frac{C_x \cdot \rho_{aire} \cdot S \cdot V^2}{2}$$

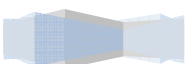
Siendo: [2.4]

C_x = Coeficiente aerodinámico

ρ_{aire} = Densidad del aire

S= Superficie frontal del vehículo

V= Velocidad lineal

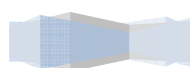


2.5. Renault kangoo D55 1.9.

El vehículo utilizado para realizar las pruebas ha sido una furgoneta Renault Kangoo D55, 1.9, modelo del año 1997, cedida a la universidad por Tahermo.



Figura 2.17 Renault Kangoo | Fuente: Elaboración propia



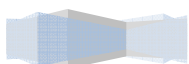


En la fotografía vemos como para ensayar con ella en el banco de rodillos, se le ha quitado el capó, para favorecer el enfriamiento del motor por parte del ventilador auxiliar, además de facilitar así cualquier tipo de reparación que haya que hacerle, como por ejemplo usar un arrancador externo si la batería falla.

Además de esto, tiene anulado el depósito de combustible, teniendo en lugar de esto, las tuberías que cogen y devuelven el combustible del depósito sueltas en el maletero, para poder utilizar como depósito cualquier tipo de embase graduado para medir el consumo.

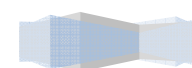
Características técnicas:

Cilindrada	1870 cc
Potencia / RPM	55 Cv / 4000 RPM
Par motor / RPM	120 N m / 2250 RPM
Situación del motor	Delantero transversal
Nº cilindros - Disposición	4 - En línea
Nº Válvulas	2 por cilindro
Material del bloque / Culata	Hierro / Aluminio
Distribución	OHC
Diámetro x Carrera	80 x 93 mm
Combustible	Gasóleo
Relación de compresión	21.5 a 1
Alimentación	Inyección indirecta
Tracción	Delantera



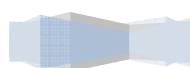
Caja de cambios	Manual, 5 velocidades
Neumáticos	175/65 R14
Largo/Ancho/Alto	3995/1663/1828 mm
Coefficiente aerodinámico	0.35
Superficie Frontal	2.61 m ²
Peso vacío	1055 kg
Velocidad máxima	135 km/h
Aceleración 0-100 km/h	21,1 s
Aceleración 0-1000 m	40.2 s
Consumo urbano	7.9 l/100km
Consumo extraurbano	5.4 l/100km
Consumo mixto	6.3 l/100km

Figura 2.18 Características Renault Kangoo | Fuente: Renault





Método de análisis



3. MÉTODO DE ANÁLISIS.

3.1. Método de trabajo con el banco.

A continuación se va a detallar todo el proceso que se debe realizar para hacer un correcto uso del banco de rodillos, ya que no se trata de un juguete, y hay que tomar ciertas medidas de seguridad:

3.1.1. Puesta en marcha del sistema.

1º- Encender el ordenador que controla el sistema desde el interruptor colocado a la derecha del bloque que contiene al ordenador y retirar el protector que cubre la pantalla.

2º- Encender el ventilador, el cual funcionará automáticamente cuando el vehículo empiece a circular.

3º- Retirar todas las tapas que recubren tanto los rodillos, como el freno.

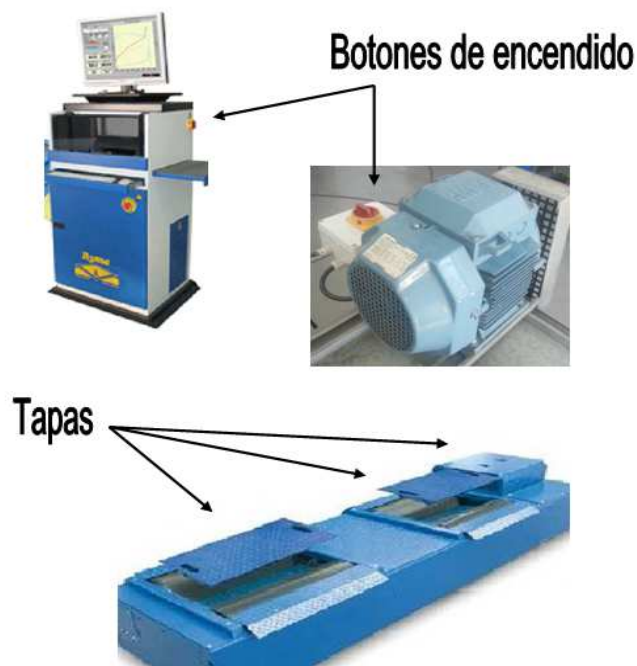
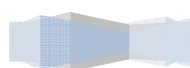


Figura 3.1 Puesta en marcha / Fuente: Elaboración propia



3.1.2. Introducir vehículo.

1º- Comprobar de que el lugar en donde se va a colocar el vehículo está totalmente despejado, que las plataformas de los rodillos están subidas, y los rodillos están bloqueados.

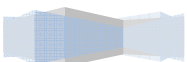
2º- Colocar el vehículo sobre las dos líneas blancas que guían el coche hacia los rodillos, y una vez comprobado que está totalmente centrado acelerar y colocar las ruedas motrices sobre los rodillos.



Figura 3.2 Introducir vehículo | Fuente: Elaboración propia

3º- Una vez montado el vehículo sobre los rodillos, atar el coche con cuatro eslingas por si hubiese algún problema. Para evitar el contacto de la eslinga con alguna parte activa del vehículo como una rueda, se colocan en forma de cruz, es decir, la rueda izquierda se ata los anclajes del lateral derecho y viceversa.

Las eslingas se amarran a los brazos de suspensión, con el cuidado de no aprisionar ningún tubo o algún otro elemento y de no tocar el tubo de escape.



4º- Antes de tensar las eslingas, pulsar el botón “Introducir vehículo” para que bajen las plataformas y se desbloqueen los rodillos. Una vez hecho esto se tensan las eslingas sin llegar a tensarlas del todo, ya que esto produciría que el coche patinase.

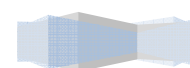
5º- Echar el freno de mano del coche, siempre que éste no frene a las ruedas motrices.

6º- Asegurar que ningún sobrante de eslinga pueda causarnos ningún problema, recogiendo las debidamente alrededor del tensor.



Figura 3.3 Atar eslingas / Fuente: Elaboración propia

Si el vehículo ya está introducido en los rodillos, comprobar si las eslingas están bien tensas y que no haya flecos que se hayan podido soltar y puedan introducirse en algún elemento móvil.

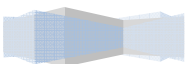




3.1.3. Uso del banco.

Una vez introducido el vehículo se puede empezar a utilizar el banco, pero hay que tener ciertas precauciones a tener en cuenta:

- Comprobar que la evacuación de los gases es la correcta, si se observa que el taller se empieza a llenar de humo se debe abrir más el portón o colocar un extractor de gases a la salida del tubo de escape.
- No superar nunca los 300 km/h en un ensayo, ya que la marca no asegura el correcto funcionamiento del sistema a partir de esa velocidad.
- No utilizar el freno del vehículo mientras se realiza una prueba, en caso de emergencia pisar el embrague y poner punto muerto.
- Observar que todas las personas ajenas se mantengan a una distancia prudente a los rodillos en rotación.
- Trabajar siempre en parejas, por seguridad.
- La refrigeración que ofrece el ventilador en algunos casos puede ser insuficiente, por lo tanto, si se nota que el vehículo está muy caliente parar inmediatamente y esperar a que se enfríe. Hacer lo mismo si se nota que el motor del ventilador o el freno están muy calientes.





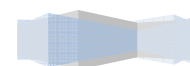
3.1.4. Sacar el vehículo.

- 1º- Destensar las eslingas y soltar el freno de mano.
- 2º- Pulsar, en el menú principal, el botón “sacar vehículo” para bloquear los rodillos y se subir las plataformas.
- 3º- Quitar las eslingas con el cuidado de no dejar ningún tensor en el camino de la rueda, ya que se podría romper el tensor o incluso pinchar el neumático.
- 4º Arrancar el vehículo y sacarlo despacio y con cuidado.

3.1.5. Apagado del sistema.

- 1º- Apagar el ordenador.
- 2º- Desconectar, siempre después de apagarlo, el interruptor rojo con el que se encendió y poner el protector a la pantalla.
- 3º- Desconectar el interruptor rojo correspondiente al ventilador.
- 4º- Poner la tapa del freno, y las tapas de los rodillos si no queda ningún vehículo dentro del banco.

El último grupo que ha ensayado, deja el vehículo sobre los rodillos, es decir, al terminar, si el vehículo se va a quedar ahí, se deja montado sobre los rodillos. Si el que va a ensayar se encuentra el vehículo en los rodillos y quiere ensayar con otro coche, él debe de ser el encargado de sacar el coche, y de introducir el suyo, pero no tiene la obligación de volver a introducir el otro coche en los rodillos.





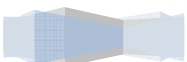
3.2. Desarrollo del software.

Para el desarrollo de este software ha trabajado, como veíamos en la introducción, un equipo de 3 ingenieros formado por Alejandro Garrido López y Fabián Barea Vizuite, ingenieros eléctricos, encargados del análisis y la validación del software, junto con Alberto Acebedo García, encargado de la programación del mismo.

El trabajo como ingeniero eléctrico, con respecto al software, se basa en estos tres aspectos:

- Interfaz: Es el aspecto del programa, la misión es asegurar que todas las pantallas tengan el aspecto correcto, que se vean bien todos los datos, sin cortes en palabras, que se visualicen todos los datos necesarios, y que no aparezcan pocos decimales en los datos, ni tampoco excesivos.
- Funcionamiento del programa: Respecto al funcionamiento general del programa, la misión es probar todos y cada uno de los comandos posibles, desde la configuración, hasta la gestión del banco pasando por las bases de datos, para asegurarse de que el funcionamiento sea el correcto.
- Funcionamiento de las pruebas: El fin de este software se basa en el control del banco dinamométrico para poder realizar ensayos con un valor y dar validez a los resultados obtenidos en dichas pruebas, cosa que no se conseguía con el software antiguo. La misión es probar todas las pruebas, probando diferentes tipos de fórmulas en cada una de ellas hasta dar con el resultado que más se acerque a la realidad.

A continuación se desarrollara el método de trabajo utilizado para cada uno de estos aspectos:



3.2.1. Interfaz y funcionamiento del programa.

El método de trabajo a seguir ha sido el siguiente:

1º- Recibir una lección de uso del nuevo software por parte del Ingeniero informático, para aprender a utilizar el programa y poder trabajar con él.

2º- Evaluar los contenidos de la interfaz y del funcionamiento de software inicial.

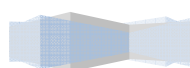
3º- Enviar al ingeniero informático los errores y propuestas de mejora.

4º- Una vez instalada la nueva versión del software, volver a evaluar los nuevos contenidos, y proponer nuevas mejoras.

En esta fase del desarrollo del software, para probar tanto el funcionamiento como el aspecto de las pruebas, se realizó prueba por prueba, evaluando exclusivamente el aspecto, los datos que queríamos mostrar y no mostrar, tanto en la realización de la prueba como en el informe y en el funcionamiento del programa en sí para llegar a realizar la prueba, es decir, la serie de pasos que hay que dar para llegar a realizar una prueba, el proceso de guardado de los informes o el acceso a los resultados, todo ello sin analizar en si los resultados que obteníamos en las pruebas eran correctos o no.

En el interfaz, los objetivos han sido los siguientes:

- Conseguir un aspecto claro, limpio y presentable.
- Mostrar solo los datos necesarios, sin exceso ni defecto de ellos.
- Mostrar los resultados con un número de decimales acorde al dato.
- Que no hubiese ningún número o palabra cortado.
- Poder ver los datos necesarios desde el coche mientras se realiza una prueba.

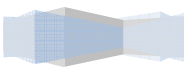


- Fácil de leer para el usuario.
- Saber en todo momento en que parte del programa nos encontramos.
- Eliminar las faltas de ortografía.

A continuación se muestran algunos ejemplos de fallos con el interfaz que se han ido solucionados:



Figura 3.4 Errores de interfaz | Fuente: Elaboración propia



Quedando definitivamente con el siguiente aspecto:

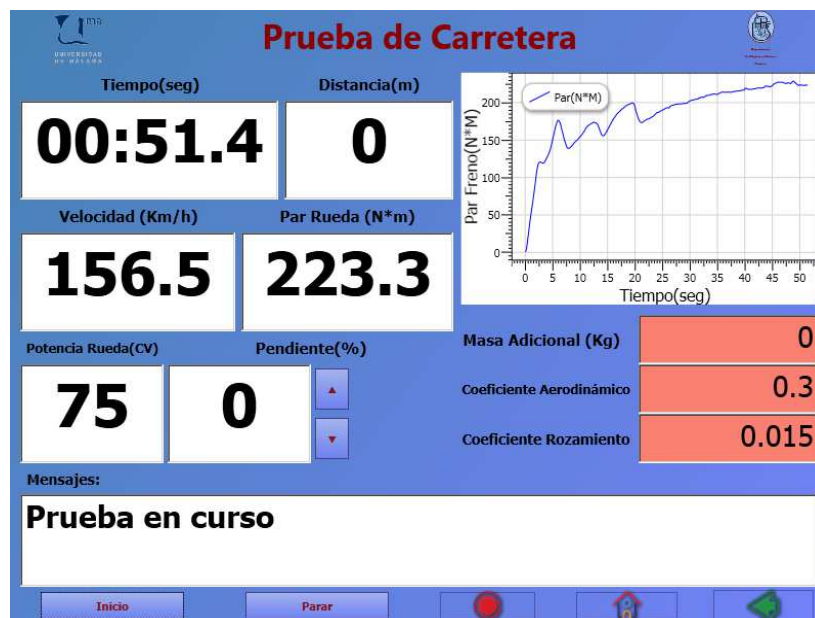
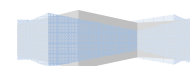


Figura 3.5 Interfaz final | Fuente: Nuevo software

Respecto al funcionamiento del programa se ha probado hasta la última función que se puede realizar con el software, desde el acceso al programa hasta cada pestaña del menú de configuración, asegurando que todas cumplen su función.

Se ha buscado siempre dar la facilidad al usuario del software para trabajar sencillamente con él, poniendo botones con significados claros, con pestañas aclarativas y guiando siempre al usuario para que sepa en qué parte del programa se encuentra, ofreciendo siempre la posibilidad de volver atrás o a la pantalla principal, en el manual de uso del banco se detallarán cada uno de los detalles y posibilidades que ofrece el software.

Como vemos en las imágenes anteriores se sustituyeron los botones inferiores por otros más intuitivos que hacen que el manejo del programa sea más sencillo.





3.2.2. Funcionamiento de las pruebas.

Para verificar el funcionamiento de las pruebas el método de trabajo ha sido diferente que para los otros dos aspectos del software.

1º- Realizar todas las pruebas con el programa antiguo, y con la documentación pertinente, decidir que prueba tiene un buen funcionamiento, y cual no.

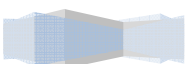
2º- Realizar las pruebas con el programa nuevo, comparando los resultados con los del programa antiguo, si esa prueba había sido dada como válida, o comparando los resultados, con los estimados correctos, si esta prueba no tenía un buen funcionamiento en el software antiguo.

3º- Comunicar los resultados al ingeniero informático, y fijar un día para trabajar en conjunto.

4º- Probar en conjunto, junto con el ingeniero informático, las nuevas fórmulas implementadas para el desarrollo correcto de la prueba.

Para analizar todos los datos que influían en las pruebas que daban problemas, se realizaba la prueba sobre el lenguaje de programación, es decir, se realizaba la prueba correspondiente, pero en pantalla no se mostraba la interfaz, sino el fragmento de programación que interfería en la prueba en el que se podía observar cada uno de los datos instantáneos de la prueba.

En los próximos apartados se detallarán todas las fórmulas utilizadas en cada prueba y los problemas que se tuvieron en algunas de ellas para llegar al resultado final.



3.3. Trabajo individual.

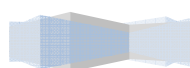
Para la verificación de las pruebas, y la búsqueda de información, para poder llegar a los resultados válidos para cada prueba, se dividieron las pruebas para optimizar el trabajo, y cada uno se encargó de la mitad de las pruebas, estudiando a fondo cada uno de los parámetros que intervenían en cada prueba, para después probar con el ingeniero informático la programación válida que diese el resultado óptimo esperado. Todo ello siempre sin dejar de lado el trabajo del otro, ya que muchas de las pruebas estaban relacionadas entre sí, entonces cada uno buscaba información por su parte y después se hacía una puesta en común con toda la información para cada prueba, incluyendo al ingeniero informático que también ayudaba en este sentido.

Esta ha sido la división del trabajo individual durante el desarrollo del programa:



Figura 3.6 Trabajo individual | Fuente: Elaboración propia

Una vez terminado el software y dejarlo funcionando en el taller de la escuela, cada uno se encarga de la propia redacción de su proyecto, siguiendo sus propios métodos de documentación y de escritura sobre el trabajo realizado.





3.4. Horas de trabajo realizadas.

El presente Trabajo Fin de Grado, ha tenido una duración en el tiempo de 11 meses, desde Octubre, en donde se empezó a trabajar con el programa prácticamente desde cero, hasta el 28 de Agosto, fecha en la que se terminó la redacción de este proyecto.

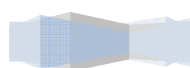
A continuación se muestra como ha sido el reparto de horas durante la realización del proyecto:

Función	Nº de horas
Ensayos y verificaciones en el taller	140 horas
Búsqueda de información	80 horas
Redacción	110 horas
Total	330 horas

Figura 3.7 Horas de trabajo individual | Fuente: Elaboración propia



Análisis del nuevo software



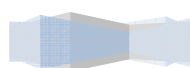
4. ANALISIS DEL NUEVO SOFTWARE.

En este apartado se va a mostrar cómo se obtienen los datos que se muestran en cada prueba a partir de los sensores de par y velocidad del banco, así como el freno utilizado para simular lo que se requiere en cada prueba.

Con el nuevo software se pueden realizar, además de la calibración de la rueda, 9 pruebas diferentes, las mismas que en el programa de Ryme, mas una prueba adicional que se ha añadido.

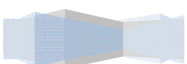
Estas pruebas son las siguientes:

- **Calibración de la rueda:**
Se trata de calcular el perímetro real de la rueda, ya que está formada por un material elástico que se deforma, haciendo que el giro de la rueda no forme una circunferencia perfecta, además influye en esto la presión del neumático ya que si la presión es baja la rueda se deformará más aun. Se calcula un factor de corrección que se utiliza para subsanar el pequeño error que pueda producir esta circunstancia en las mediciones realizadas.
- **Prueba de velocímetro:**
Esta prueba se basa en comparar la velocidad real del vehículo hallada por los sensores del banco con la velocidad que marca el velocímetro del vehículo, y nos da como resultado el error en tanto por ciento del velocímetro del coche respecto a su velocidad real, algo muy útil para el usuario del vehículo para cuando circula por una vía saber la velocidad real a la que va.
- **Prueba de cuentakilómetros:**
Esta prueba se basa en comparar la distancia real que recorre el vehículo, hallada por los sensores del banco, con la distancia que marca el cuentakilómetros del vehículo, y nos da como resultado el error en tanto por ciento del cuentakilómetros del coche respecto a la distancia real recorrida.





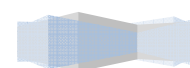
- **Prueba 0-100 km/h:**
En la prueba de 0-100 km/h el banco simula las fuerzas opositoras reales de una conducción por carretera para calcular el tiempo que tarda el vehículo en alcanzar los 100 km/h.
- **Prueba 0-1000 metros:**
En esta prueba el banco simula las fuerzas opositoras reales de una conducción por carretera para calcular el tiempo que tarda el vehículo en recorrer 1 km.
- **Prueba de curva de potencia:**
La prueba de curva de potencia calcula la curva de potencia en rueda y en el motor, además de la curva del par del vehículo en aceleración libre, es decir, sin simular las fuerzas opositoras reales de una conducción por carretera. Esto hace que la potencia obtenida sea mayor que la ofrecida realmente por el vehículo en carretera, ya que en esta situación no tiene ninguna fuerza que vencer.
- **Prueba a fuerza constante:**
El objetivo de esta prueba es determinar la potencia de la rueda del vehículo cuando se aplica un par de frenado constante que establecemos al principio de la prueba, y vamos cambiando manualmente durante la prueba cuando se van alcanzando los valores deseados.
- **Prueba a velocidad constante:**
El objetivo de esta prueba es determinar la potencia en rueda cuando la velocidad del vehículo se mantiene constante a una velocidad determinada que establecemos al principio de la prueba, y vamos cambiando manualmente durante la prueba cuando se van alcanzando los valores deseados.



- **Prueba de carretera:**
Esta prueba se trata de simular la conducción real en carretera, pudiendo aplicar cambios de pendiente durante la conducción, además de añadir masas adicionales, siendo la prueba perfecta para ensayar el vehículo en las condiciones deseadas para estudiar el consumo del vehículo y la emisión de gases.
- **Prueba de circuitos:**
Esta prueba se le ha añadido como novedad al nuevo software de control, se trata de la simular un recorrido concreto, que se introduce en la base de datos antes de realizar la prueba. En esta prueba se puede realizar el ciclo normalizado de homologación denominado “NEDC” (New European Driving Cycle), con el cual se homologa el consumo de todos los vehículos que salen al mercado europeo.



Figura 4.1 Pantalla de selección de pruebas del nuevo software | Fuente: Nuevo software





4.1. Freno utilizado.

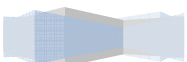
Dependiendo de la prueba que se esté realizando, se utilizará el freno correspondiente a dicha prueba.

4.1.1. Freno en vacío.

Este tipo de freno se utiliza para las pruebas de Velocímetro, Cuentakilómetros y Curva de potencia, pruebas en las que no es necesaria la simulación de una conducción real por carretera, por tanto, no se le aplica ningún tipo de freno.

Para las pruebas de Velocímetro y Cuentakilómetros, no se aplica ningún freno ya que lo que se está evaluando depende solo de la velocidad lineal del vehículo, y de la distancia recorrida, por tanto, no afecta en nada al comportamiento de la prueba, y además, se ahorra el incremento de consumo de combustible que produce una carga adicional como la del freno, en el vehículo que se está ensayando.

Para la prueba de Curva de potencia, no se utiliza ningún tipo de freno ya que esto supondría falsear los resultados obtenidos, debido a que los parámetros de par y potencia que se quieren obtener son los del motor, como si se estuviese ensayando aisladamente del resto del vehículo, por tanto, si se añade una fuerza de frenado, el dato que se obtendría sería la potencia real del motor menos la potencia empleada en vencer esas fuerzas.



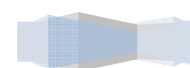


4.1.2. Freno Fuerza constante.

Este tipo de freno se utiliza únicamente en la prueba de fuerza constante, que consiste en frenar el vehículo con una fuerza constante, la cual envía como consigna el usuario del software, hasta que el vehículo consigue alcanzarla, una vez alcanzada esta fuerza consigna, el software registra la fuerza real utilizada medida por la galga en ese instante, y pide al usuario un nuevo valor de fuerza para frenar al vehículo.

4.1.3. Freno velocidad constante.

Este tipo de freno se emplea únicamente en la prueba de velocidad constante, y consiste en lo siguiente: El usuario introduce la velocidad consigna que quiere alcanzar, y una vez superada ésta en 5km/h se mantiene el pedal del acelerador en la misma posición. En este momento el freno de Foucault empieza a frenar suavemente desde cero, aumentando el freno poco a poco, hasta que se consiguen reducir estos 5 km/h, y se alcanza la velocidad de consigna, entonces se registra la fuerza máxima que ha alcanzado el freno durante el proceso, y se pide una nueva velocidad de consigna.



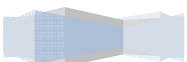


4.1.4. Freno de carretera.

Este freno se utiliza en las pruebas de 0-100 km/h, 0-1000 m, carretera y circuito, en las que se requiere una simulación real de conducción sobre carretera para poder obtener datos válidos.

En las pruebas de aceleración de 0-100 km/h y 0-1000 m, se necesita este freno para calcular el tiempo real en llegar al objetivo, ya que si no tuviese ningún tipo de freno, la aceleración sería mayor, y los resultados obtenidos serían menores que los reales, ya que no hay ninguna fuerza que se oponga a la aceleración.

En la prueba de carretera y de circuitos también es estrictamente necesario este tipo de freno, ya que, si por ejemplo, vamos a medir consumo de combustible, o emisión de ciertos gases en ciertas condiciones de funcionamiento deseadas, estaríamos falseando los resultados sino aplicamos el freno, o aplicamos un freno mayor, ya que un vehículo que no tiene que superar ninguna fuerza externa gasta menos combustible, y emite menos gases, y por el contrario, si tiene demasiada fuerza de freno el consumo será mayor, y encima el vehículo no alcanzará las velocidades reales en esas condiciones (como ocurría en el software antiguo).



Para simular este comportamiento, como ya se vio en el estado del arte, se simulan las 4 fuerzas que afectan al movimiento de un vehículo en circulación; la resistencia a la rodadura, a la pendiente, a la aceleración y al aire, utilizando la siguiente fórmula:

$$Fuerza = Fuerza_{pendiente+rodadura} + Fuerza_{aceleración} + Fuerza_{aerodinámica} \quad [4.1]$$

Desarrollando cada uno de los factores queda lo siguiente:

$$Fuerza = m \cdot g \cdot \frac{\mu + P}{\sqrt{1 + P^2}} + m_{efect} \cdot a + \frac{C_x \cdot S \cdot V^2 \cdot \rho_{aire}}{2}$$

Siendo: [4.2]

m= Masa total del vehículo

g= Aceleración de la gravedad: 9.81 m/s²

P= Pendiente en tanto por uno

μ=Coficiente de rodadura

$$m_{efectiva} = \frac{\text{Masa del vehículo}}{\text{Nº de ejes con tracción}}$$

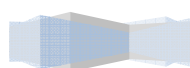
a = Aceleración

C_x = Coeficiente aerodinámico

ρ_{aire} = Densidad del aire

S= Superficie frontal del vehículo

V= Velocidad lineal





Para hallar el valor de la fuerza, sin necesidad de hallar antes la aceleración o la velocidad por separado, cosa que supondría cálculos ajenos a la fórmula final, y por tanto, un retraso en el envío de datos al banco, Ryme utiliza la siguiente fórmula [4.2], que se basa en la fórmula anterior [4.2], pero con datos más accesibles para el funcionamiento interno del software y la tarjeta, por lo tanto, se realiza más rápido el control del freno:

$$Fuerza = C_0 + C_{aceleracion} \cdot (pulsos - pulsos_{ant}) + C_{aero} \cdot pulsos^2 \quad [4.3]$$

Siendo el valor pulsos, el dato que envía directamente el sensor de velocidad del banco, y el valor $pulsos_{ant}$ el valor anterior del dato pulsos.

Ahora se va a desarrollar cada uno de los factores que aparecen en la fórmula [4.3], viendo que se corresponden con la fórmula [4.2], pero sin incluir la velocidad y la aceleración.

Primer factor:

$$C_0 = \frac{d_{rodillos} \cdot m \cdot g \cdot \frac{\mu + P}{\sqrt{1 + P^2}} - B_{calib_freno}}{2 \cdot A_{calibre_freno}} \quad [4.4]$$

Siendo:

m= Masa total del vehículo

g= Aceleración de la gravedad: 9.81 m/s^2

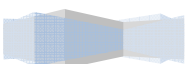
P= Pendiente en tanto por uno

μ =Coeficiente de rodadura

$d_{rodillos} = \text{diámetro rodillos} = 0.352 \text{ m}$

$A_{calibre_freno} = 0.176$

$B_{calib_freno} = 0$



Segundo factor:

$$C_{aceleracion} = \frac{\left(m - \frac{4 \cdot I}{d_{rodillos}^2}\right) \cdot \frac{d_{rodillos}^2 \cdot g_p \cdot f_p}{4}}{90 \cdot A_{calibre_freno} \cdot t_p^2}$$

[4.5]

Siendo:

m = Masa total del vehículo

$d_{rodillos}$ = diámetro rodillos = 0.352 m

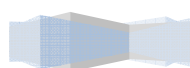
$A_{calibre_freno}$ = 0.176

I = Inercia_{banco} = 20.54 kg · m²

g_p = grados por pulso encoder = $\frac{360}{resolucion\ encoder} = \frac{360}{1000}$

f_p = factor corrección perímetro rueda

t_p = tiempo por pulso = $\frac{1}{frecuencia\ datos} = \frac{1}{25}$ (s)





Y por último:

$$C_{aero} = \frac{\left(\frac{d_{rodillos} \cdot g_p \cdot f_p \cdot \pi}{2 \cdot 90 \cdot t_p}\right)^2 \cdot \frac{d_{rodillos} \cdot C_x \cdot S \cdot \rho_{aire}}{2}}{2 \cdot A_{calibre_freno}}$$

[4.6]

Siendo:

C_x = Coeficiente aerodinámico

ρ_{aire} = Densidad del aire

S = Superficie frontal del vehículo

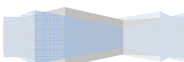
$d_{rodillos}$ = diámetro rodillos = 0.352 m

$A_{calibre_freno}$ = 0.176

g_p = grados por pulso encoder = $\frac{360}{resolucion\ encoder} = \frac{360}{1000}$

f_p = factor corrección perímetro rueda

t_p = tiempo por pulso (s) = $\frac{1}{frecuencia\ datos} = \frac{1}{25}$ (s)



Una vez calculado internamente el valor de la fuerza con la que tiene que frenar el banco en Newton, se le envía al banco en milivoltios con la siguiente transformación:

1 Newton = 1 milivoltio

$$\text{Fuerza} = mV_{\text{consigna_freno}}$$

Después de esta transformación, pasa por el siguiente suavizado, en el que interviene la lectura de la galga:

$$mV_{\text{salida}} = mV_{\text{salida-1}} + C_{\text{freno}} \cdot (mV_{\text{consigna_freno}} - mV_{\text{galga}})$$

[4.7]

Siendo:

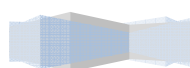
mV_{salida} = milivoltios que esta recibiendo el freno

$mV_{\text{salida-1}}$ = milivoltios que recibió el freno en la anterior medición

mV_{galga} = Lectura de la galga

$C_{\text{freno}} = 0.01$

Siendo el valor de mV_{salida} , el valor en Newton con el que se está frenando al coche en cada momento.





4.2. Datos.

El banco consta de tres sensores, a partir de los cuales hallamos todos los datos que necesitamos para la realización de las pruebas y para mostrar los resultados deseados.

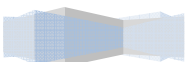
El primer sensor es un captador de velocidad, que envía el dato “Pulsos”, a partir del cual se obtienen los datos de velocidad lineal, aceleración, par y potencia del motor.

El segundo sensor es un captador de distancia acumulada, que envía el dato “pulsos_desp”, a partir del cual se obtiene la distancia acumulada.

El tercer sensor, es una galga dinamométrica que mide la fuerza en el banco y envía el dato “ Milivoltios”, a partir del cual se calcula la fuerza, el par y la potencia resistente.

A parte de estos tres sensores, tiene un sensor de presión y otro de temperatura, que no influyen en ningún cálculo de dato, simplemente se muestra la medición de cada sensor.

Una vez conocidos los sensores que tiene el banco, se va a detallar el proceso matemático por el cual se obtienen los datos deseados:



4.2.1. Distancia.

La distancia es un dato fundamental en las pruebas 0-1000 metros, y cuentakilómetros, apareciendo también como dato en el resto de las pruebas exceptuando la curva de potencia, y se calcula, a partir del dato “pulsos_desp”, recibido directamente por el sensor de distancia, con la siguiente fórmula:

$$Distancia = pulsos_desp \cdot Perimetro_{rodillo} \cdot f_p \quad [4.8]$$

Siendo:

Distancia (metros)

$f_p =$ factor corrección perímetro rueda

$Diametro_{rodillo} = 0.352$ metros

$Perimetro_{rodillo} = Diametro_{rodillo} \cdot \Pi$

4.2.2. Velocidad lineal.

La velocidad es fundamental, ya que es un elemento básico de trabajo que se muestra en todas las pruebas, es calculada de la siguiente manera, a partir del dato “pulsos” recibido del sensor de velocidad:

$$Velocidad = \left(\frac{Distancia_{instantanea}}{Pulse\ Time} \right) \cdot 3.6 \cdot f_p \quad [4.9]$$

Siendo:

$Distancia_{instantanea} = N^{\circ}vuelatas \cdot Diametro_{rodillo} \cdot \Pi$

$N^{\circ}vuelatas = \frac{pulsos}{Encoder_{rodillo}}$

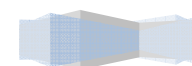
Velocidad (Km/h)

$Diametro_{rodillo} = 0.352$ metros

Pulse Time= 0.02 segundos

$Encoder_{rodillo} = 1000$ pulsos/vuelta

$f_p =$ factor corrección perímetro rueda





4.2.3. Aceleración angular de la rueda.

La aceleración angular de la rueda es el dato con el que se calcula el par motor, haciendo siempre esta prueba en la marcha en la que la relación de engranajes se acerque más a uno, para que el valor sea el más cercano a la realidad. Se calcula a partir del dato “pulsos con las siguientes fórmulas:

$$\alpha_{rueda} = \frac{W_{rueda} - W_{rueda-1}}{t_p} \cdot f_p \quad [4.10]$$

Siendo:

$$W_{rueda} = \frac{W_{rodillo} \cdot \Pi \cdot \text{Diametro}_{rodillo}}{\text{Perímetro}_{rueda}}$$

$W_{rueda-1}$ = velocidad angular de la rueda en la lectura anterior

$$W_{rodillo} = 2 \cdot \Pi \cdot \text{frecuencia}$$

$$\text{frecuencia} = \frac{\text{N}^{\circ}\text{vueltas}}{t_p}$$

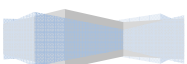
$$\text{N}^{\circ}\text{vueltas} = \frac{\text{pulsos}}{\text{Encoder}_{rodillo}}$$

$$\alpha_{rueda} = \text{aceleración angular en rueda} \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \right)$$

$$\text{Diametro}_{rodillo} = 0.352 \text{ metros}$$

f_p = factor corrección perímetro rueda

$$t_p = \text{tiempo por pulso (s)} = \frac{1}{\text{frecuencia datos}} = \frac{1}{25} \text{ (s)}$$



4.2.4. Par motor.

El par motor es el que se utiliza únicamente en la prueba de curva de potencia, en la que se hallan la potencia y el par del motor, hallando primero el par que ofrece el vehículo sin resistencia alguna, y sumándole las pérdidas mecánicas calculadas en al deceleración del coche al soltar el pie del acelerador, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$Par_{Motor} = I \cdot \alpha_{rueda} \quad [4.11]$$

Siendo:

Par_{Motor} (Nm)

$I = Inercia_{banco} = 20.54 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

$\alpha_{rueda} = \text{aceleración angular en rueda } \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}^2}\right)$

4.2.5. Potencia del motor.

La potencia del motor se calcula a partir del par motor y el régimen del motor en cada momento:

$$Potencia_{Motor} = \frac{Par_{Motor} \cdot W_{rpm}}{735} \quad [4.12]$$

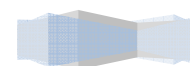
Siendo:

$$W_{rpm} = \frac{RPM \cdot 2 \cdot \Pi}{60}$$

Par_{Motor} (Nm)

$Potencia_{Motor}$ (Cv)

$RPM = \text{Régimen del motor}$





4.2.6. Fuerza resistente.

Es la fuerza que mide el sensor de la galga dinamométrica que se encuentra en el banco, que nos envía el dato “ milivoltios”, del cual hallamos la fuerza resistente en ese momento en el rodillo, y por lo tanto en la rueda del vehículo, este dato se visualiza en las pruebas de Fuerza y velocidad constante, además de en la de Carretera.

$$\text{Fuerza} = mV_{galga} \quad [4.13]$$

Siendo:

Fuerza (N)

4.2.7. Par resistente.

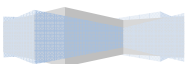
Se calcula a partir de la fuerza resistente, y es el par resistente que ofrece el rodillo al vehículo en el avance:

$$\text{Par}_{resistente} = \text{Fuerza} \cdot \text{Radio}_{rodillo} \quad [4.14]$$

Siendo:

$\text{Par}_{resistente}$ (Nm)

$\text{Radio}_{rodillo} = 0.176$



4.2.8. Potencia resistente.

Se calcula a partir del par resistente, y es la potencia resistente que ofrece el rodillo al vehículo en el avance:

$$Potencia_{resistente} = \frac{Par_{resistente} \cdot W_{rodillo}}{735}$$

[4.15]

Siendo:

$$W_{rodillo} = \frac{pulses \cdot 2 \cdot \Pi \cdot f_p}{Pulse\ Time \cdot Encoder_{rodillo}}$$

$Potencia_{resistente}$ (Cv)

$Encoder_{rodillo} = 1000$ pulsos/vuelta

Pulse Time= 0.02 segundos

$f_p =$ factor corrección perímetro rueda

4.2.9. Temperatura.

Este sensor capta la temperatura ambiente que envía un dato en “milivoltios”, que se transforma de la siguiente forma a grados centígrados:

$$Temperatura = A_{temperatura} \cdot milivoltios_{temperatura} + B_{temperatura}$$

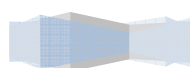
[4.16]

Siendo:

Temperatura (°C)

$A_{temperatura} = 0.176$

$B_{temperatura} = 0$



**4.2.10. Presión.**

Este sensor capta la presión ambiental que envía un dato en “milivoltios”, que se transforma de la siguiente forma a mili bar:

$$Presión = A_{presión} \cdot milivoltios_{presión} + B_{presión}$$

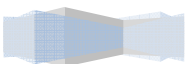
[4.17]

Siendo:

Presión (mbar)

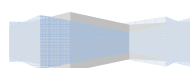
$$A_{presión} = 0.245$$

$$B_{presión} = 105.5555$$





Comparativa entre los dos software





5. COMPARATIVA ENTRE LOS DOS SOFTWARE.

En este apartado se van a comparar los aspectos más importantes, respecto a interfaz y funcionamiento entre los dos software, sin observar si los resultados de las pruebas son fiables o no, para ver las numerosas ventajas que ofrece el nuevo software respecto del de Ryme.

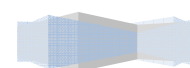
5.1. Inicio del software.

- Software Ryme:

Al iniciar el software, aparece directamente la pantalla de inicio, cualquiera puede acceder, sin ninguna clave a realizar pruebas con el banco, y sin identificarse. Solo para acceder a la configuración interna del banco se pide una clave, ni siquiera una identificación. No se distingue entre administrador, y usuario.

- Software nuevo:

Al iniciar el software, aparece una pantalla de identificación, en la que se debe de introducir el nombre de usuario y la contraseña para acceder. Se puede acceder como usuario normal, o como administrador. El administrador puede utilizar todas las funciones posibles del software, y ver todas las pruebas realizadas por todos los usuarios y gestionarlos, mientras que el usuario tiene restringidas las opciones de configuración, y solo puede ver las pruebas que él, o su grupo realiza.



A continuación se muestran las pantallas de inicio de cada uno de los software.



Figura 5.1 Inicio del software | Fuente: Elaboración propia

5.2. Gestión de usuarios.

- Software Ryme:

El software antiguo no tiene ningún tipo de gestión de usuarios.

- Software nuevo:

Una de las grandes novedades del nuevo software es la incorporación de la gestión de los usuarios. Esta opción solo está disponible accediendo como administrador, quien puede crear nuevos usuarios, e incluso nuevos administradores.

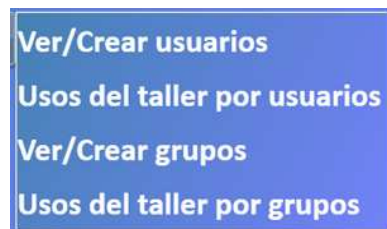
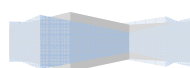


Figura 5.2 Gestión de usuarios | Fuente: Elaboración propia

Una opción que se ha incorporado es la de poder crear grupos de varios usuarios, ya que para trabajar en el banco de rodillos, hay que trabajar mínimo en parejas. Esto supone que los miembros de un mismo grupo, pueden ver, a parte de sus pruebas, las pruebas que haya realizado su compañero.



Figura 5.3 Pantalla de gestión de grupos | Fuente: Nuevo software



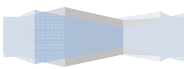


El administrador puede ver, el uso del banco, tanto por usuarios como por grupos, viendo la hora de llegada y de salida, todas las pruebas realizadas por cada usuario, además de las posibles incidencias que hayan podido pasar durante el desarrollo de la prueba.

El usuario, solo podrá ver las pruebas realizadas por él mismo, o por los componentes de su grupo, y su perfil, pudiendo modificar sus datos, pero no podrá ver las pruebas realizadas por otros, ni crear nuevos usuarios ni grupos, para ello necesitará acceder al software con un administrador.

Información Personal de Alejandro Garrido López								
Datos Personales			Pruebas realizadas					
DNI	75156628B		Id	Vehículo	Prueba	Fecha	Hora	Guardado
Nombre	Alejandro		269	Tahermoo	0-1000 m	8/7/2014	18:59	Continuo
Apellido1	Garrido		270	Tahermoo	0-1000 m	8/7/2014	19:00	Continuo
Apellido2	López		271	Tahermoo	0-1000 m	8/7/2014	19:01	Continuo
Email	alexgalo21@gmail.com							
Grupo							Ver Prueba	
Cambiar Contraseña			Cambiar E-mail					
Introduzca la contraseña actual :	<input type="text"/>		E-mail:	<input type="text"/>				
Introduzca la nueva contraseña :	<input type="text"/>		Nuevo e-mail :	<input type="text"/>				
Repita la nueva contraseña :	<input type="text"/>		Repita nuevo e-mail:	<input type="text"/>				
Guardar			Guardar					

Figura 5.4 Pantalla de información personal | Fuente: Nuevo software



5.3. Configuración.

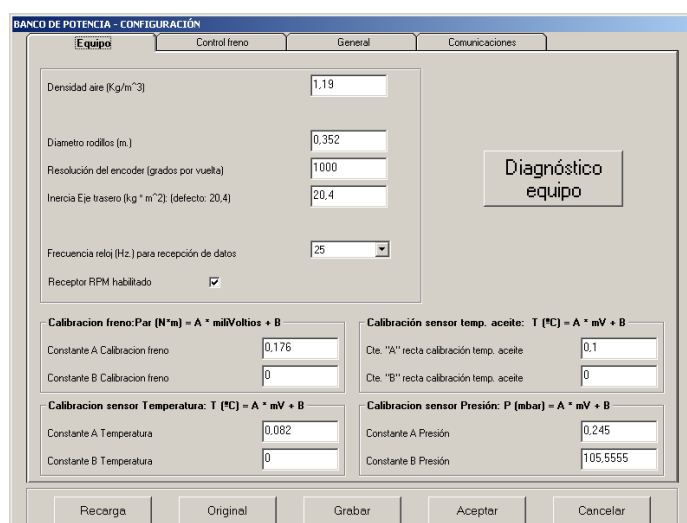
- Software Ryme:

Para acceder a la configuración se necesita la clave proporcionada por Ryme, no pueden acceder todos los usuarios del banco. En este apartado del programa se pueden modificar algunos de los datos internos que utilizan el software y la tarjeta para hallar algunos datos; si estos datos se modificasen podrían cambiar notablemente los resultados obtenidos durante la realización de las pruebas, por eso su acceso está restringido.

Realmente, el fin de esta configuración es poder cambiar ciertos parámetros como el diámetro del rodillo, su inercia, algunas constantes para suavizar los resultados, o el número de tarjetas de adquisición utilizadas y sus puertos, por si se utiliza este mismo software con otro banco dinamométrico u otra tarjeta diferente.

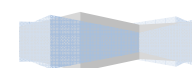
Por tanto, no se debe tocar nunca ninguno de estos factores, ya que pueden alterar los resultados obtenidos.

La única aplicación que tiene este apartado, una vez configurado todo para el tipo de banco que se va a utilizar, es el modo diagnóstico, con el que se calibran los sensores del banco.



BANCO DE POTENCIA - CONFIGURACIÓN	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Equipo Control freno General Comunicaciones </div>	
Densidad aire (Kg/m ³)	1,19
Diámetro rodillos (m.)	0,352
Resolución del encoder (grados por vuelta)	1000
Inercia Eje trasero (kg * m ²) (defecto: 20,4)	20,4
Frecuencia reloj (Hz.) para recepción de datos	25
Receptor RPM habilitado	<input checked="" type="checkbox"/>
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; display: inline-block;">Diagnóstico equipo</div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Calibración freno: Par (N*m) = A * milivolts + B</p> <p>Constante A Calibración freno: 0,176</p> <p>Constante B Calibración freno: 0</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Calibración sensor temp. aceite: T (°C) = A * mV + B</p> <p>Cte. "A" recta calibración temp. aceite: 0,1</p> <p>Cte. "B" recta calibración temp. aceite: 0</p> </div> </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Calibración sensor Temperatura: T (°C) = A * mV + B</p> <p>Constante A Temperatura: 0,082</p> <p>Constante B Temperatura: 0</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Calibración sensor Presión: P (mbar) = A * mV + B</p> <p>Constante A Presión: 0,245</p> <p>Constante B Presión: 105,5555</p> </div> </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Recarga Original Grabar Aceptar Cancelar </div>	

Figura 5.5 Configuración | Fuente: Software Ryme

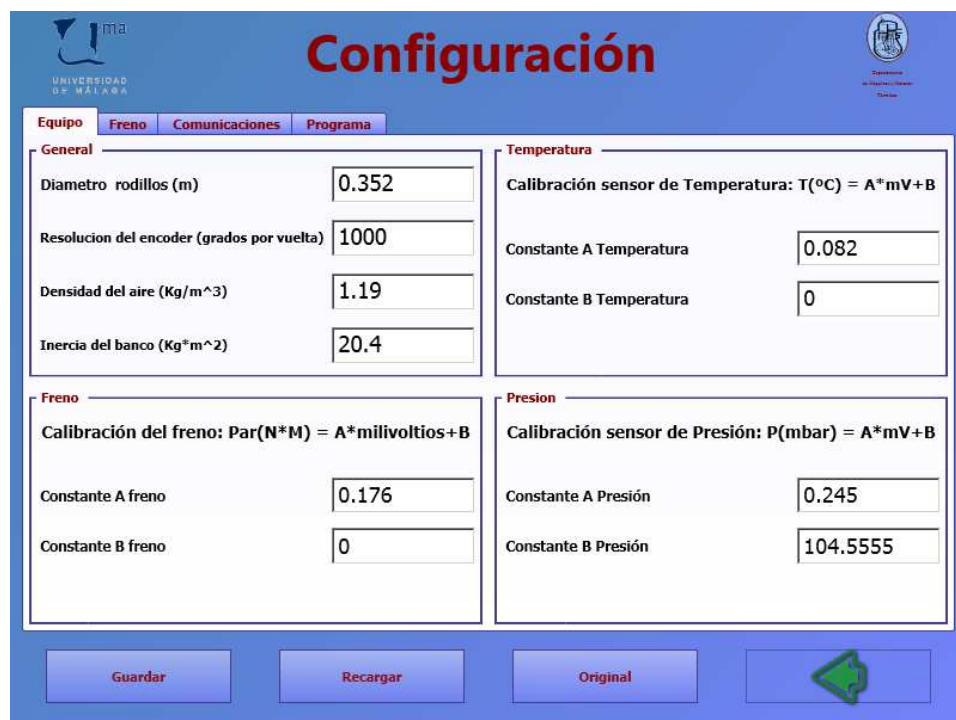


- Software nuevo:

En el nuevo software, la configuración es exactamente igual que en el programa nuevo, ya que incorporar alguna novedad podría haber supuesto una alteración de los resultados.

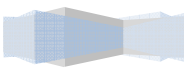
A este apartado, al igual que en el programa antiguo, solo podrá acceder el administrador, por seguridad, ya que no se pueden modificar ninguno de estos datos.

Debido a la falta de información por parte de la empresa no se ha podido incorporar al nuevo software el modo diagnóstico, por tanto, para realizar la calibración de los sensores del banco hay que realizarlo con el programa original de Ryme.



Sección	Parámetro	Valor
General	Diametro rodillos (m)	0.352
	Resolucion del encoder (grados por vuelta)	1000
	Densidad del aire (Kg/m ³)	1.19
	Inercia del banco (Kg*m ²)	20.4
Temperatura	Calibración sensor de Temperatura: $T(^{\circ}C) = A*mV+B$	
	Constante A Temperatura	0.082
	Constante B Temperatura	0
Freno	Calibración del freno: $Par(N*M) = A*milivoltios+B$	
	Constante A freno	0.176
	Constante B freno	0
Presion	Calibración sensor de Presión: $P(mbar) = A*mV+B$	
	Constante A Presión	0.245
	Constante B Presión	104.5555

Figura 5.6 Configuración | Fuente: Nuevo software



5.4. Gestión de vehículos.

- Software Ryme:

La gestión de vehículos por parte del software oficial del banco es un poco pobre y engorrosa. Para poder introducir un vehículo hay que acceder a la base de datos y pulsar la pestaña vehículo, entonces aparece una pantalla en la que se puede introducir un nuevo vehículo, o buscar vehículos introducidos anteriormente.

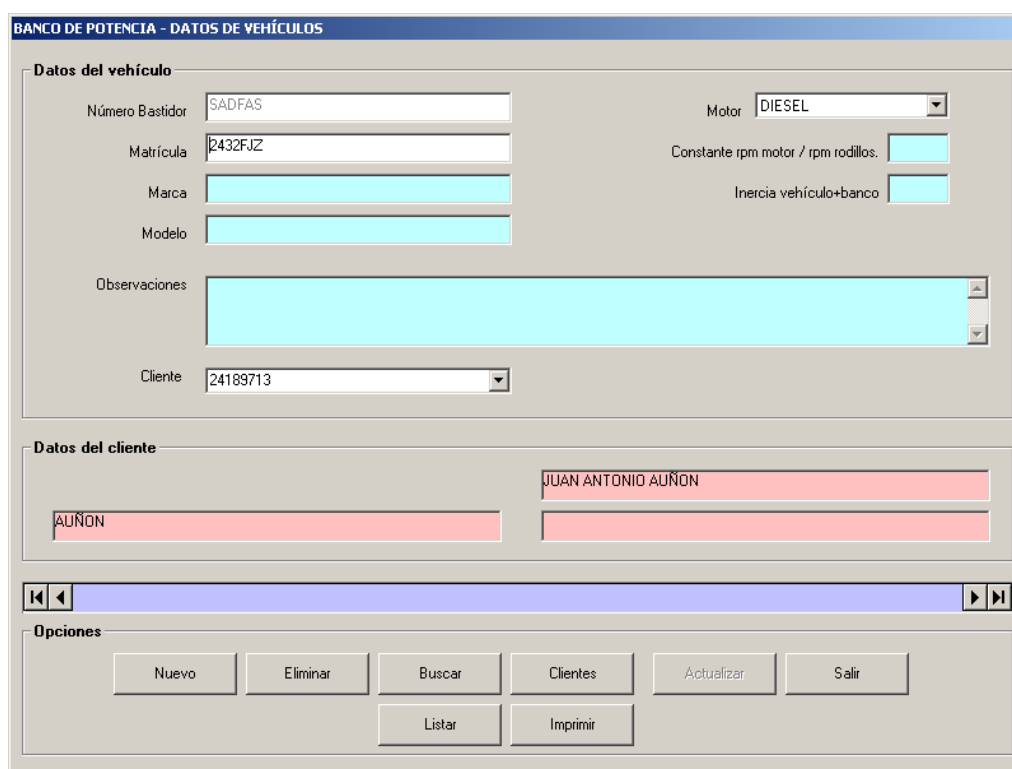
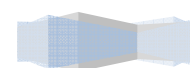


Figura 5.7 Gestión de vehículos | Fuente: Software Ryme

Una vez introducido el vehículo, no se ven sus datos en ninguna pantalla que no sea esta, solo se utiliza la matrícula para guardar las pruebas realizadas en la base de datos en ese vehículo, para poder visualizarlas después.



- Software nuevo:

En el nuevo software se ha mejorado por completo la gestión de vehículos, al cual se puede acceder desde el menú principal, viendo de forma clara todos los vehículos introducidos y algunas de sus características, teniendo la opción de ver el vehículo seleccionado, eliminarlo o crear un nuevo vehículo.



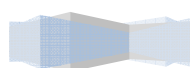
Figura 5.8 Pantalla de selección de vehículo | Fuente: Nuevo software

Al introducir un nuevo vehículo, se ha añadido, a parte de los datos que se introducían en el programa antiguo, la potencia y el par motor, las características del neumático, la superficie frontal y la masa.

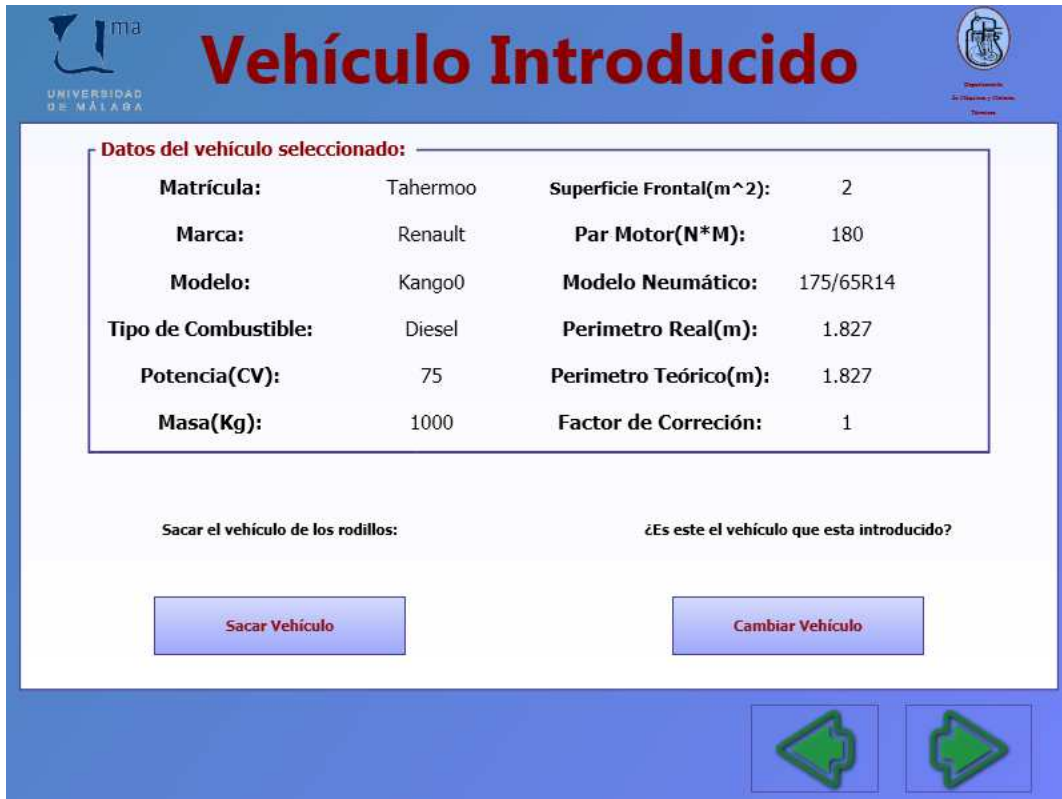


Figura 5.9 Pantalla de introducción de vehículo | Fuente: Nuevo software

La opción del modelo del neumático se ha añadido para facilitar, a la hora de calcular el factor de corrección, el cálculo del perímetro teórico, que con el software antiguo había que calcular a mano.



Además de esto, cada vez que se accede al menú principal de pruebas, aparece una pantalla en la que se indica el vehículo con el que se va a ensayar con algunas de sus características, para dejar claro antes de hacer alguna prueba si el vehículo seleccionado es el correcto, y directamente las pruebas realizadas se guardan en ese vehículo.



Vehículo Introducido

Datos del vehículo seleccionado:

Matrícula:	Tahermoo	Superficie Frontal(m²):	2
Marca:	Renault	Par Motor(N*M):	180
Modelo:	Kango0	Modelo Neumático:	175/65R14
Tipo de Combustible:	Diesel	Perimetro Real(m):	1.827
Potencia(CV):	75	Perimetro Teórico(m):	1.827
Masa(Kg):	1000	Factor de Corrección:	1

Sacar el vehículo de los rodillos: ¿Es este el vehículo que esta introducido?


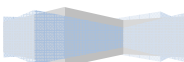


Figura 5.10 Pantalla de información de vehículo | Fuente: Nuevo software



5.5. Factor de corrección.

- Software Ryme:

En este software, para calcular el factor de corrección hay que calcular a mano, el perímetro teórico de la rueda, a partir de los datos del neumático, introducirlo, y a partir de ahí, calcular el factor de corrección de la rueda, que no se guardará en ninguna base de datos, sino que solo estará disponible para la realización de las pruebas que se realicen sin salir del menú pruebas, es decir, si se vuelve al menú principal, esta información se habrá perdido.

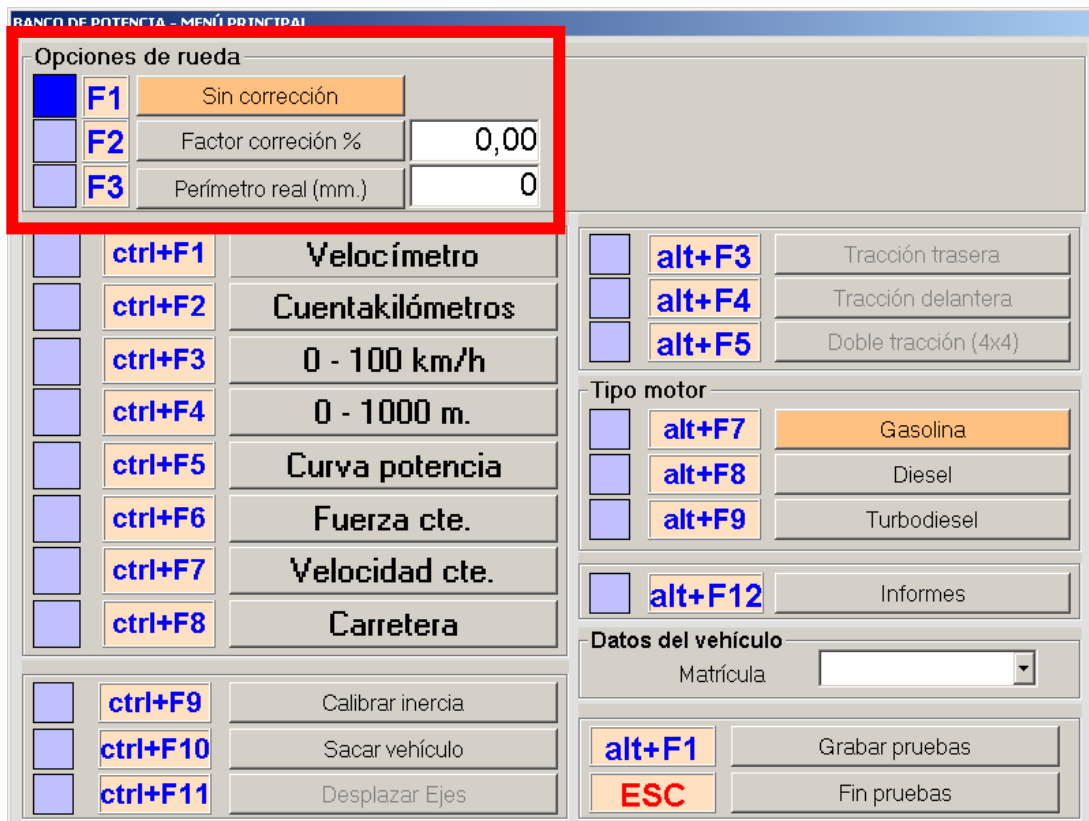
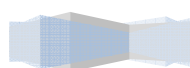


Figura 5.11 Factor de corrección | Fuente: Elaboración propia

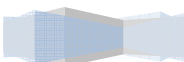


- Software nuevo:

En este software el factor de corrección está dentro de las características del vehículo, es decir, una vez hallado, se guarda dentro de las características del vehículo, y no se borra cada vez que se entre o se salga del programa. Es recomendable que cada vez que se vaya a utilizar el banco, volver a realizar el cálculo del factor de corrección ya que puede haber cambiado la presión del neumático o la temperatura ambiente, factores que influyen a la hora de calcular este factor. Otra ventaja es la de que no hay que calcular el perímetro teórico a mano, sino que basta con introducirle las características del neumático.



Figura 5.12 Factor de corrección nuevo | Fuente: Elaboración propia



5.6. Incidencias.

- Software Ryme:

El software original del banco no dispone de un control de incidencias, por tanto, se realiza esta función en una libreta de incidencias que se guarda siempre en el lugar de trabajo.

- Software nuevo:

Al nuevo software se le ha incorporado la opción de generar un aviso de incidencia si algo ocurriese, al salir del programa siempre se pregunta si ha ocurrido algo, y si este apartado se rellena, le aparece una notificación al próximo usuario del banco.

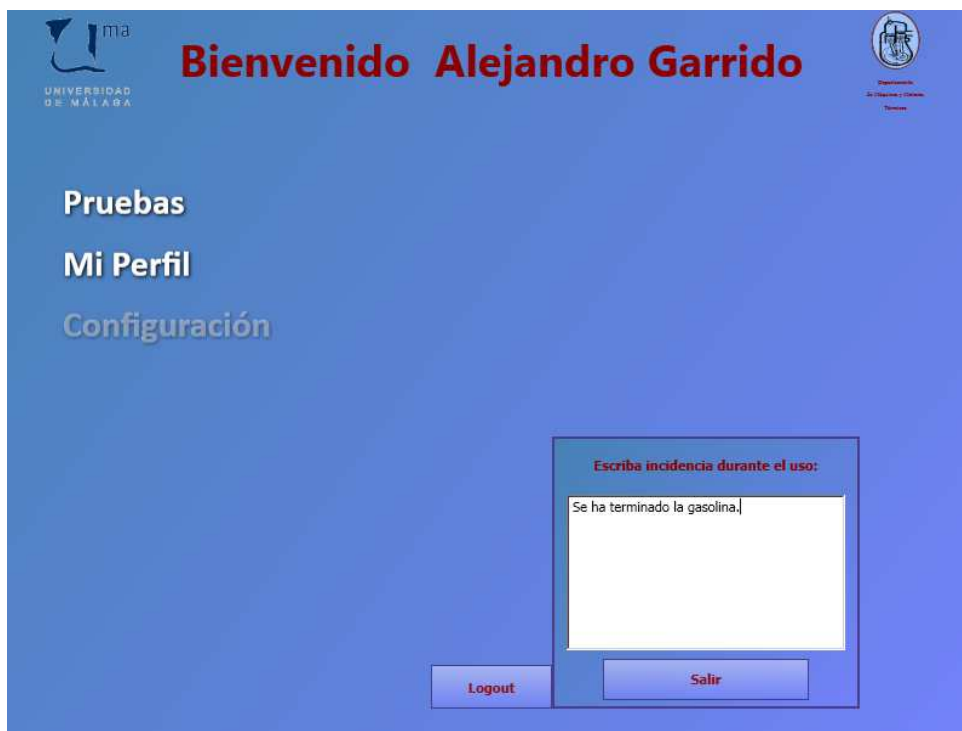
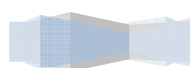


Figura 5.13 Incidencia | Fuente: Software nuevo





Además, se almacena en una base de datos para que el administrador pueda tener controlados a todos los usuarios, y saber cuándo se ha producido y quién ha producido la dicha incidencia, apareciendo una señal roja en el registro de sesiones por usuario.

Fecha	Entrada	Salida	DNI	Nombre	Apellido	Apellido	Not
8/7/2014	18:03:18	18:03:31	75156628B	Alejandro	Garrido	López	!
8/7/2014	18:02:57	18:03:07	75156628-B	Alejandro	Garrido	López	
8/7/2014	18:02:29	18:02:34	75156628-B	Alejandro	Garrido	López	
8/7/2014	18:01:28	18:02:21	1	admin	admin	admin	
8/7/2014	18:01:15	18:01:18	75156628-B	Alejandro	Garrido	López	
8/7/2014	18:00:59	18:01:03	75156628-B	Alejandro	Garrido	López	
8/7/2014	18:00:43	18:00:47	75156628-B	Alejandro	Garrido	López	
8/7/2014	17:58:53	18:00:09	75156628-B	Alejandro	Garrido	López	
8/7/2014	17:57:52	17:58:30	74939046-I	Fabián	Barea	Vizúete	
8/7/2014	17:55:42	17:57:42	74939046C	Fabián	Barea	Vizúete	!
8/7/2014	17:52:33	17:55:31	74939046-I	Fabián	Barea	Vizúete	
8/7/2014	17:52:18	17:52:22	74939046C	Fabián	Barea	Vizúete	
8/7/2014	17:47:02	17:52:07	74939046-I	Fabián	Barea	Vizúete	
8/7/2014	17:45:11	17:45:17	74939046C	Fabián	Barea	Vizúete	
8/7/2014	17:44:40	17:45:02	74939046-I	Fabián	Barea	Vizúete	
8/7/2014	17:43:57	17:44:05	75156628-B	Alejandro	Garrido	López	
8/7/2014	17:43:42	17:43:45	75156628B	Alejandro	Garrido	López	
8/7/2014	17:38:40	17:43:32	1	admin	admin	admin	
8/7/2014	17:30:28	17:31:09	1	admin	admin	admin	
8/7/2014	17:22:04	17:22:51	1	admin	admin	admin	
4/7/2014	12:33:04	12:39:19	1	admin	admin	admin	
4/7/2014	12:30:27	12:31:02	1	admin	admin	admin	
4/7/2014	12:27:26	12:29:12	1	admin	admin	admin	
3/7/2014	20:20:28	20:21:47	1	admin	admin	admin	

Datos Seleccionados

Fecha : 8/7/2014

Hora Entrada: 18:03:18

Hora Salida : 18:03:31

DNI: 75156628B

Nombre: Alejandro

Apellidos: Garrido

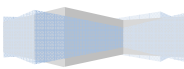
E-Mail: alexgalo21@gmail.com

Incidencias:

Se ha terminado la gasolina

Guardar

Figura 5.14 Registro de sesiones | Fuente: Software nuevo



5.7. Guardar pruebas.

- Software Ryme:

Grabar una prueba en este programa es otro de los grandes inconvenientes respecto al funcionamiento del mismo. Una vez realizada una prueba, se debe seleccionar en una pestaña, la matrícula del vehículo al que le queremos grabar las pruebas, y pulsar el botón “Grabar pruebas”, en el menú principal de pruebas.

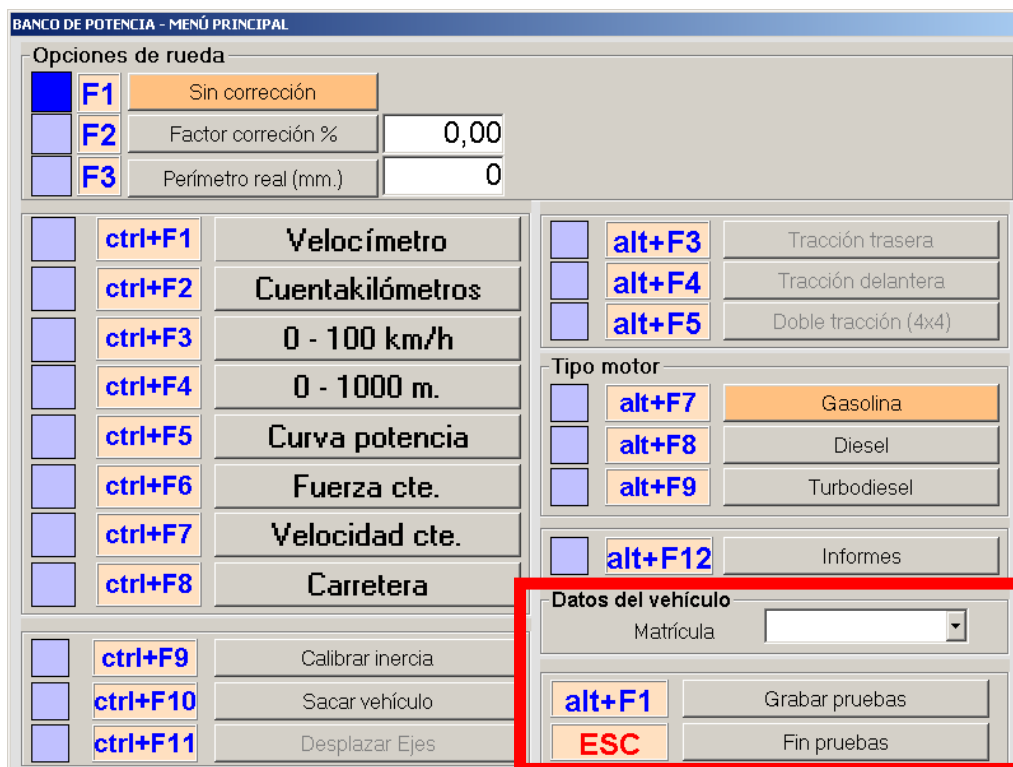
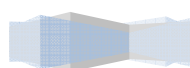


Figura 5.15 Grabar prueba / Fuente: Elaboración propia



Una vez dentro del menú de guardado, hay que volver a seleccionar la matrícula del vehículo, seleccionar la prueba que queremos guardar, y actualizar la base de datos.

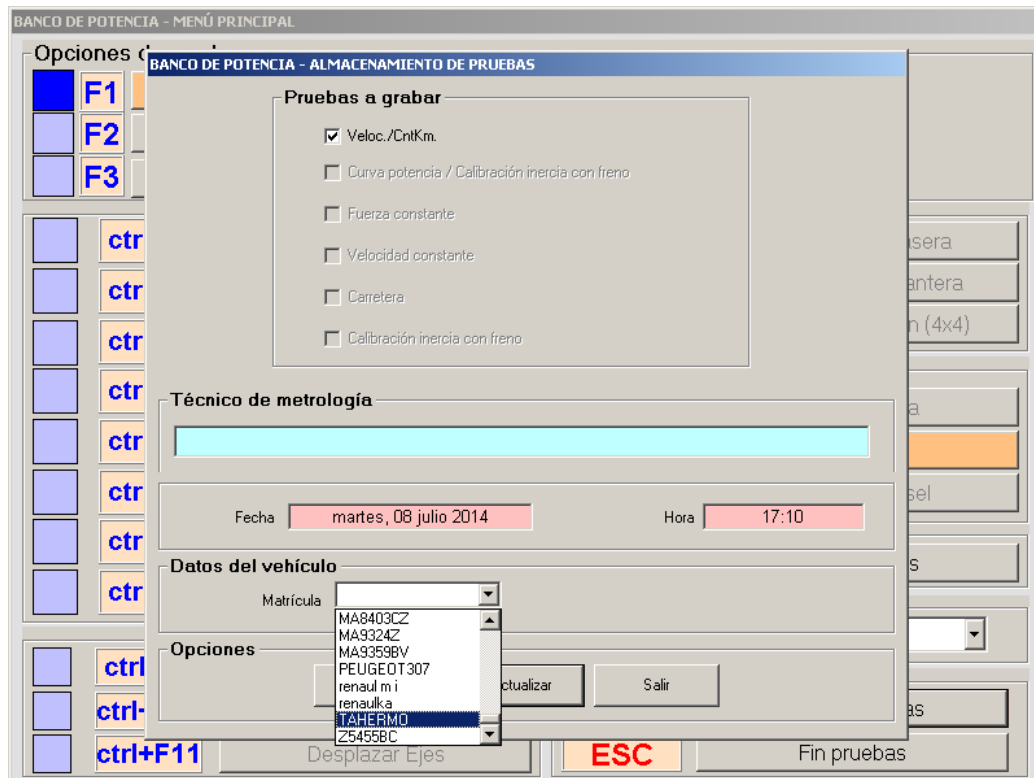


Figura 5.16 Ver prueba | Fuente: Software Ryme

Hay que tener cuidado de no salir de la pantalla principal de las pruebas, ya que si se sale de esta pantalla sin haberlas guardado, las pruebas realizadas se eliminan, y ya no se pueden volver a grabar.

Una vez guardada una prueba, hay que salir del menú de pruebas, ir a la base de datos, y poner el día en que se ha realizando la prueba, la matrícula del vehículo utilizado, y pulsar “actualizar” para poder ver la prueba.

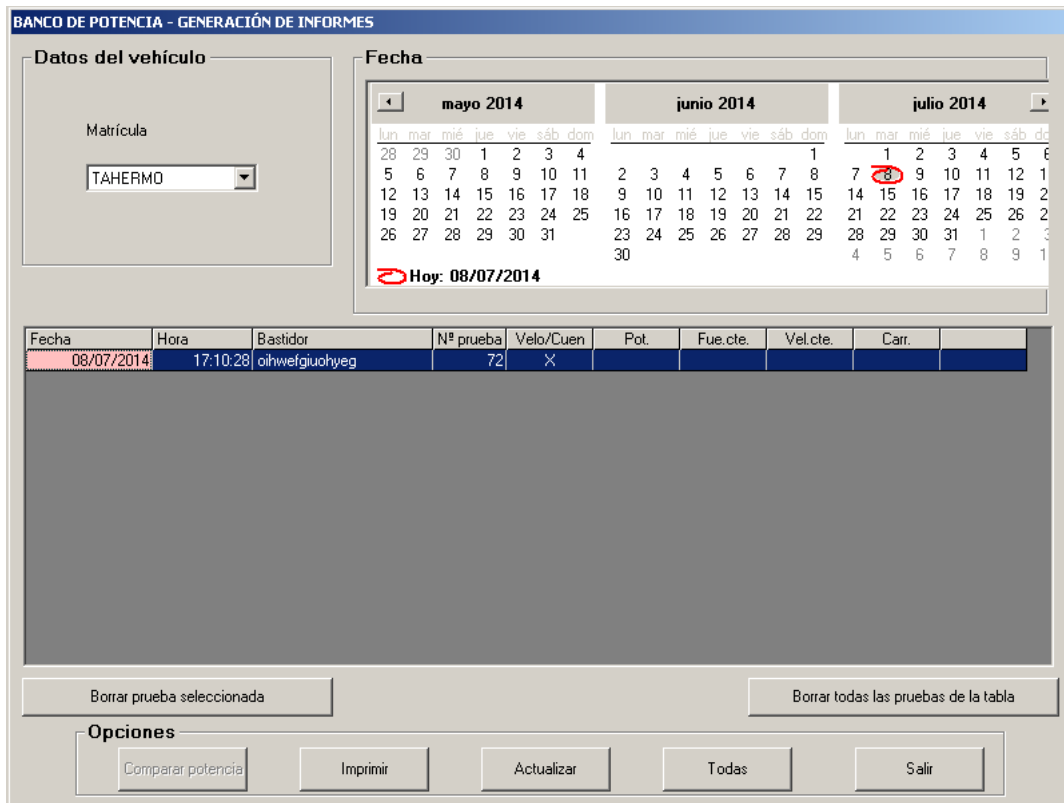
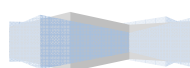


Figura 5.17 Base de datos | Fuente: Software Ryme

En este menú se pueden ver todas las pruebas realizadas por todos los usuarios del banco anteriormente, independientemente de quien las haya realizado.



- Software nuevo:

En el nuevo software se ha conseguido facilitar bastante este proceso al usuario, ya que, como se ha comentado antes, hay que seleccionar un coche antes de acceder el menú de pruebas, y siempre que se realiza una prueba se guarda automáticamente en la base de datos de ese vehículo, en la del usuario que la realiza, y en la de su grupo. Para verla simplemente hay que ir a la base de datos de pruebas, a la base de datos del usuario o a la base de datos del grupo, en donde aparecen todas las pruebas que ha realizado ese usuario, ordenadas por fecha y hora, indicando el nombre de prueba.



The screenshot shows a web application interface for 'Grupo 6' at the University of Málaga. It features three main data tables and two buttons.

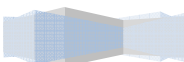
Miembros del grupo				
DNI	Nombre	Apellido1	Apellido2	email
75156628	Alejandro	Garrido	López	alexgalo21@gmail.co
74939046	Fabián	Barea	Vizuete	fabi.188@hotmail.com

Usos del taller		
Fecha	Entrada	Salida
8/7/2014	18:58:59.5781250	19:33:34.4062500
8/7/2014	18:03:18	18:03:31
8/7/2014	17:55:42	17:57:42
8/7/2014	17:52:18	17:52:22
8/7/2014	17:45:11	17:45:17
8/7/2014	17:43:42	17:43:45

Pruebas realizadas					
Id	Vehículo	Prueba	Fecha	Hora	Guardado
271	Tahermoo	0-1000 m	8/7/2014	19:01	Continuo
270	Tahermoo	0-1000 m	8/7/2014	19:00	Continuo
269	Tahermoo	0-1000 m	8/7/2014	18:59	Continuo

Buttons: Ver Usuario, Ver Prueba

Figura 5.18 Ver pruebas por usuarios / Fuente: Nuevo Software






5.8. Informes.

- Software Ryme:

Este software no crea un informe por cada prueba, sino que en un mismo informe introduce los datos de varias pruebas, por ejemplo, en un mismo informe se introducen las pruebas de 0-100 km/h, 0-1000 m, velocímetro y cuenta kilómetros. Para el resto de pruebas si se crea un informe individual para cada uno.



Universidad de Málaga
Escuela de Ingenierías
29071 Escuela Politécnica Superior
Málaga

Teléfono 95 1952.395

Teléfono 95 1952.395

Datos del cliente		Datos del vehículo	
Nombre	JUAN ANTONIO AUÑON	Matricula	TAHERMO
Dirección		Marca	
Teléfono		Modelo	

Prueba Velocímetro

	1°	2°	3°	4°	5°	6°
V.TEST Km/h						
V.REAL Km/h						
ERROR %						
	7°	8°	9°	10°	11°	12°
V.TEST Km/h						
V.REAL Km/h						
ERROR %						

ERROR MÁXIMO %
TIEMPO DE 0 A 100 KM/H 44.4 seg.
DISTANCIA 1041 m.

Prueba Cuentakilómetros

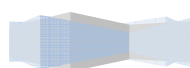
	1°	2°	3°	4°	5°
D.TEST (m)					
D.REAL (m)					
ERROR %					
	6°	7°	8°	9°	10°
D.TEST (m)					
D.REAL (m)					
ERROR %					

ERROR MÁXIMO %
TIEMPO DE 0 A 1000 M
VELOCIDAD

Fecha miércoles, 9 julio 2014
TÉCNICAS REUNIDAS DE AUTOMOCIÓN, S.A.

Hora 10:53:39

Figura 5.19 Informe | Fuente: Software Ryme



- Software nuevo:

En el nuevo software, cada prueba crea un informe individual, cosa que es mucho más útil que con el software anterior, ya que siempre que se realice una prueba, puede ser que no se quiera realizar todas las demás, y así el informe queda más limpio.



Prueba de 0-100 Km/h

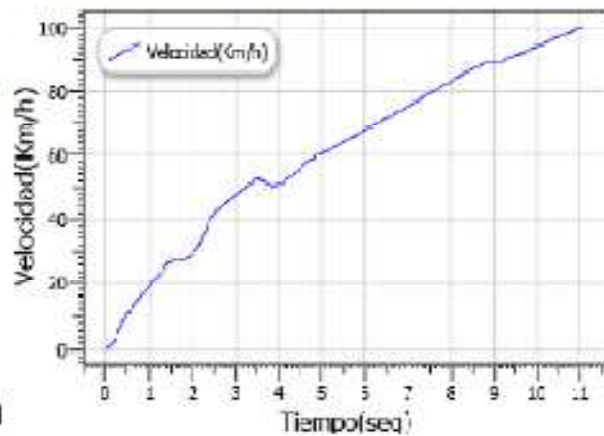


Departamento
de Motores y Térmicos
Málaga

Datos de la prueba

Fecha : 09/07/2014
 Hora : 13:48
 Guardado : Discontinuo
 Factor Corrección : 1
 Temperatura : 28,946
 Presión : 1076,7155
 Masa Adicional :
 Coeficiente Rozamiento : 0,015
 Coeficiente Aerodinámico : 0,3

Gráfica Velocidad(Km/h) / Tiempo(seg)



Datos del vehículo usados

Matrícula : GR 3159 AH
 Marca : OPEL
 Modelo : ASTRA
 Motor : GASOLINA
 Neumático : 175/65R 14
 Perímetro : 1,62715029
 Masa : 1200
 Superficie Frontal : 2,35

Resultado de la prueba

Duración : 00:11,0
 Distancia Recorrida(m) : 197,95

Figura 5.20 Informe | Fuente: Nuevo software

5.9. Grabar vídeo.

- Software Ryme:

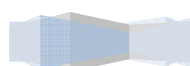
Para grabar en vídeo una prueba en este software hay que salir del programa, abrir un programa que video, activarlo, volver al programa, realizar la prueba, y al terminar, volver a salir del software para parar la grabación de video.

- Software nuevo:

En el nuevo software se ha añadido un botón de acceso directo al programa de video justo antes de cada prueba, para grabar directamente la prueba que se va a realizar, sin tener que salir del programa para hacerlo.



Figura 5.21 Grabar pruebas en vídeo | Fuente: Elaboración propia





5.10. Mando a distancia.

El software original consta de un mando a distancia, con el que se puede trabajar directamente desde el vehículo, navegar por el menú, comenzar a realizar una prueba, o incluso hacer mediciones durante la misma.

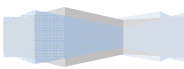
Es una función bastante útil para trabajar en el banco de rodillos, ofrece la posibilidad de trabajar solo en el banco, sin necesidad de un acompañante que se encargue del trabajo en pantalla, pero por seguridad, no debe de hacerse.

En el nuevo software no se ha conseguido la incorporación de este mando al funcionamiento, ya que la señal del mando estaba encriptada y Ryme no proporcionó la información suficiente para poder utilizarlo.

5.11. Cuentalrevoluciones.

Al software original cabe la posibilidad de incorporar un cuentalrevoluciones, que se conecta, por una parte, a la batería del coche, y por otra parte a la tarjeta de adquisición de datos, que mide el régimen del motor con una precisión aún más exacta que el propio cuentalrevoluciones del vehículo, y que es muy útil a la hora de calcular la potencia exacta a partir del par motor, además de conocer el régimen del motor en ciertas condiciones de ensayo que se quieran mostrar, como a que régimen va el motor a una cierta velocidad en cierta marcha, para hallar también la relación en la caja de cambios.

Debido al mismo motivo que con el mando a distancia, por falta de información por parte de Ryme, no se ha podido incorporar este sensor al nuevo software, por lo tanto, la potencia calculada no es exacta, ya que para calcular las revoluciones en el nuevo software, se hace una aproximación del régimen del motor con el régimen de giro del rodillo, pulsando el botón “énter”, cuando en el cuentalrevoluciones del vehículo vemos las revoluciones que se piden en pantalla.



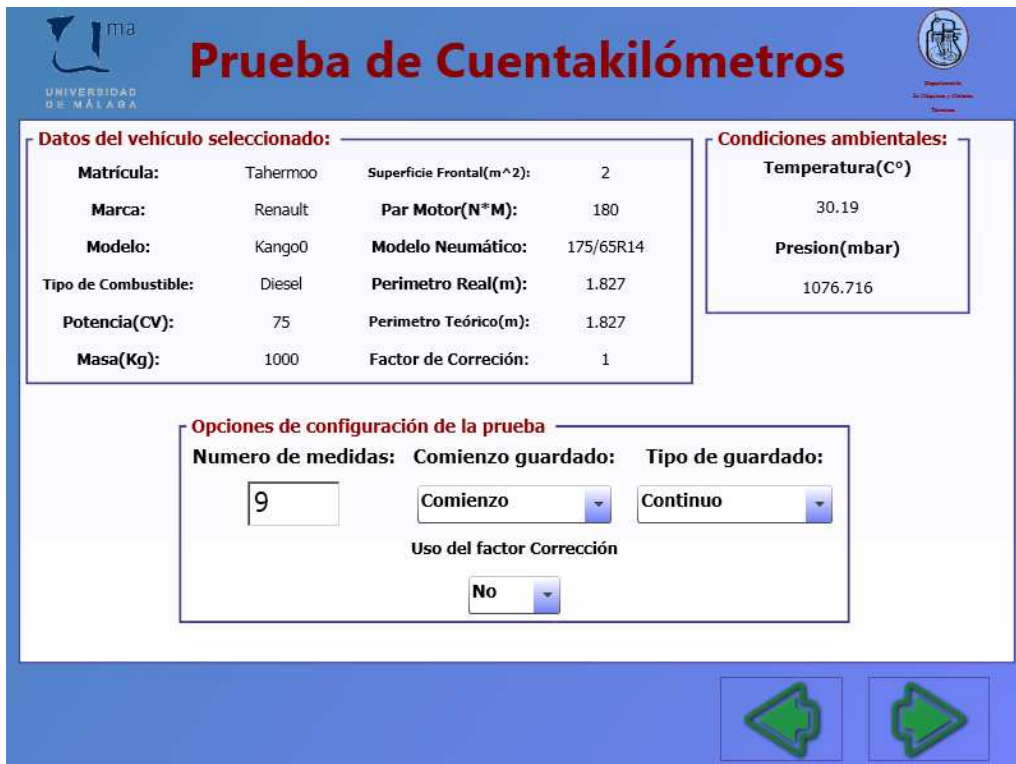
5.12. Inicio de pruebas.

- Software Ryme:

En este programa, al iniciar una prueba, aparece directamente la pantalla de inicio de la prueba, no hay ninguna pantalla intermedia entre el menú principal de las pruebas y la propia prueba.

- Software nuevo:

En el nuevo software aparece una nueva pantalla, antes de empezar la prueba, en la que aparecen los datos del vehículo seleccionado, para asegurar, que es el vehículo con el que se quiere ensayar, y no haya ninguna confusión, la presión y la temperatura ambientales, además de poder seleccionar el número de medidas que se quieren realizar, si se quiere comenzar el guardado desde el inicio o desde el momento en el que se elija, si el guardado es continuo o discreto y si se quiere utilizar el factor de corrección o no.

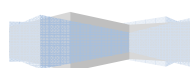


Datos del vehículo seleccionado:			
Matricula:	Tahermoo	Superficie Frontal(m ²):	2
Marca:	Renault	Par Motor(N*M):	180
Modelo:	Kango0	Modelo Neumático:	175/65R14
Tipo de Combustible:	Diesel	Perimetro Real(m):	1.827
Potencia(CV):	75	Perimetro Teórico(m):	1.827
Masa(Kg):	1000	Factor de Corrección:	1

Condiciones ambientales:	
Temperatura(C°)	30.19
Presion(mbar)	1076.716

Opciones de configuración de la prueba		
Numero de medidas:	Comienzo guardado:	Tipo de guardado:
9	Comienzo	Continuo
Uso del factor Corrección		
No		

Figura 5.22 Pantalla intermedia | Fuente: Software nuevo



5.13. Prueba de cuentakilómetros.

A continuación se van a evaluar las principales diferencias en la prueba de cuentakilómetros entre los dos software.

- Aspecto principal:

A continuación se pueden observar las pantallas principales, antes del inicio, de cada uno de los software, viendo como el nuevo software, resalta más los datos mostrados, debido al contraste de colores que se produce entre el fondo y el dato, mientras que en el software original la lectura desde el vehículo resulta difícil a veces, debido al poco contraste de colores (Siempre que aparezca una comparativa de imágenes, siempre se mostrará primero la imagen del software original, y después la del nuevo software) .

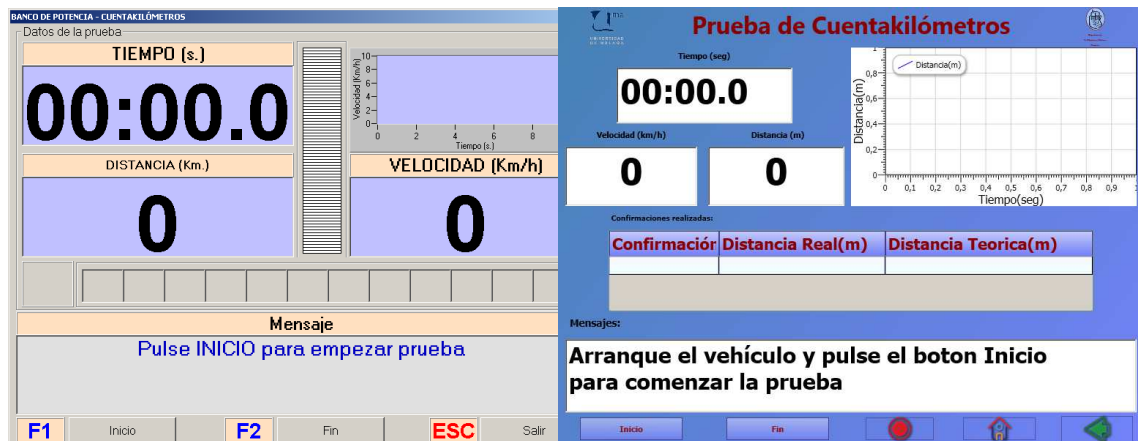


Figura 5.23 Interfaz cuentakilómetros | Fuente: Elaboración propia

Comparativa entre los dos software

- Comprobación de datos:

En el software original únicamente aparece un recuadro en verde, con el número de comprobación momentáneamente sobre el recuadro, mientras que en el nuevo software se puede observar el número de comprobación, la distancia real, y la distancia teórica, además de un mensaje confirmando que la comprobación ha sido válida:



The screenshot shows a progress bar with 10 segments. The first segment is green and contains the number '0,2'. Below the progress bar is a message box with the text 'Mensaje Test iniciado.'

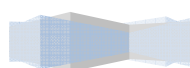


The screenshot shows a table with the following data:

Confirmación	Distancia Real(m)	Distancia Teorica(m)
2	190.2	200
3	288.6	300

Below the table is a message box with the text 'Comprobación de datos número 3 realizada'.

Figura 5.24 Toma de datos | Fuente: Elaboración propia



- Gráfica:

En el nuevo software se ha incorporado a la gráfica original, la señalización de la comprobación realizada, algo que hace más sencillo e intuitivo seguir la prueba, además de mostrarla después en el informe, facilitando la lectura de los resultados.

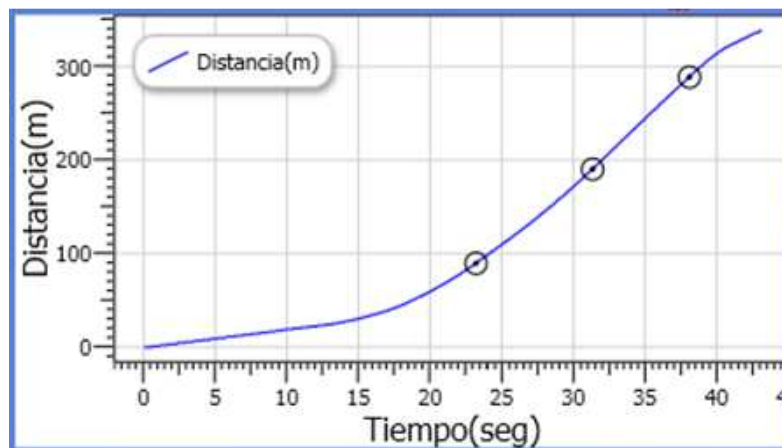
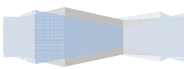


Figura 5.25 Gráficas | Fuente: Elaboración propia



5.14. Prueba de 0-100 km/h.

- Inicio de la prueba:

En el software original aparece, al abrir la prueba, una pequeña pantalla para introducir la masa del vehículo, su superficie, coeficiente aerodinámico y de rodadura. En el nuevo software esta opción aparece en la pantalla intermedia de acceso a la prueba, en la que aparecen los datos del vehículo, y el tipo de guardado que se requiere:



Masa vehículo (Kg)	1000	<input type="checkbox"/>
Superficie (m ²)	2,00	<input type="checkbox"/>
Coef. rozamiento	0,0150	<input type="checkbox"/>
Coef. aerodinámico	0,3000	<input type="checkbox"/>

Opciones de configuración del vehículo

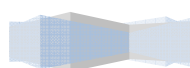
Masa adicional:

Coeficiente rozamiento:

Coeficiente aerodinámico:

Figura 5.26 Datos del vehículo | Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, en el nuevo software no aparece la opción de introducir la masa y la superficie del vehículo, ya que estos datos se introducen junto con los datos principales del vehículo en el menú principal, y se añade la opción de masa adicional, para poder realizar ensayos, añadiéndole una carga ficticia al vehículo.



- Aspecto principal:

Las diferencias principales se basan, a parte de los colores, comentados ya en la anterior prueba, en el aumento de tamaño de la gráfica, para que resulte más cómoda la visualización de datos, y en mostrar los datos escogidos para la realización de la prueba, como el coeficiente aerodinámico, el coeficiente de rodadura y la masa adicional, para evitar posibles errores.

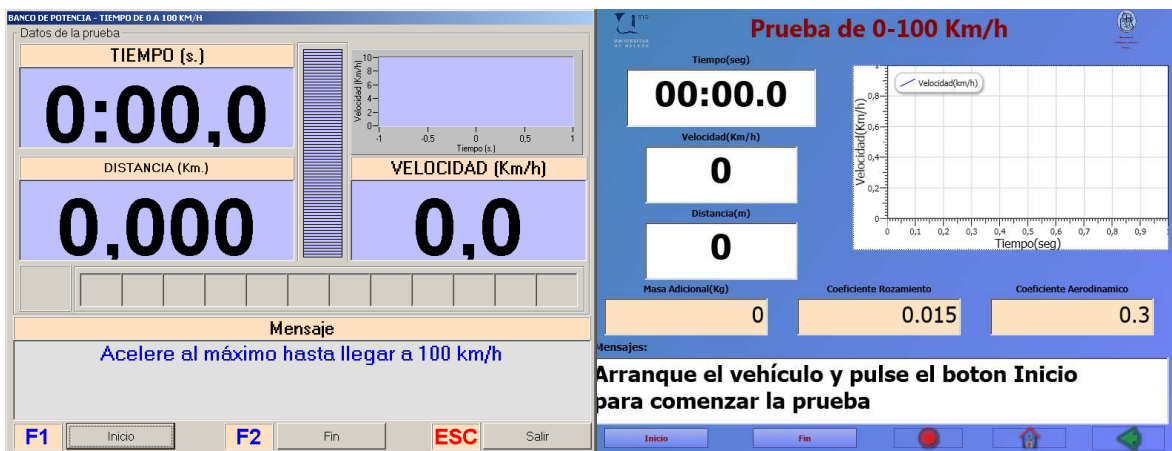
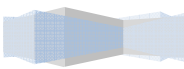


Figura 5.27 Pantalla 0-100 km/h | Fuente: Elaboración propia



5.15. Prueba de Fuerza constante.

- Aspecto principal:

Las diferencias en el aspecto en esta prueba son más notables que en las pruebas anteriores, como vemos, en el nuevo software no se ha mantenido el bonito velocímetro analógico por razones técnicas, además de esto, las gráficas que se muestran no son las mismas; en el software original se muestran las gráficas de fuerza y potencia, mientras que en el nuevo, se muestran velocidad y par.

Además de estos cambios, se ha cambiado el aumento que producían las “flechitas” de subir y bajar la fuerza, que en el programa antiguo subían y bajaban con el rango de 1 KN, y en el nuevo lo hacen con el rango de 0.1 KN, algo mucho más razonable.

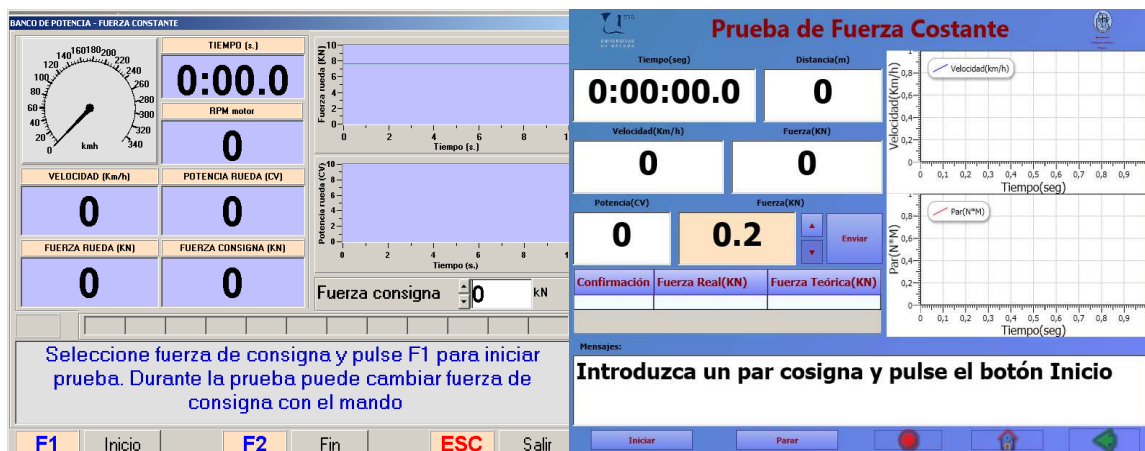
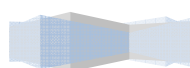


Figura 5.28 Pantalla fuerza constante | Fuente: Elaboración propia



- Comprobación de datos:

En el software original únicamente aparece un recuadro en verde, con el número de comprobación momentáneamente sobre el recuadro, mientras que en el nuevo software se puede observar el número de comprobación, la fuerza real, y la fuerza teórica, además de un mensaje confirmando que el par se ha estabilizado, y que se introduzca un nuevo valor.

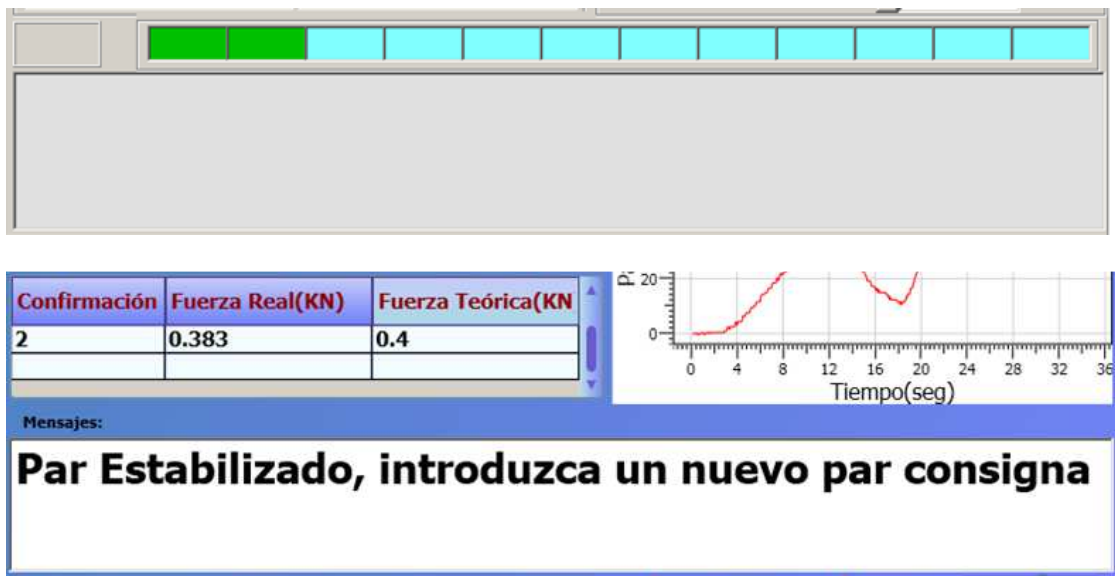
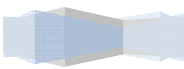


Figura 5.29 Toma de datos | Fuente: Elaboración propia

Además, se le ha añadido un color de fondo al recuadro en el que se introduce la fuerza consigna, para saber si se puede modificar o no, estando en rojo cuando está bloqueado, y en naranja cuando se puede modificar, mientras que en el software original siempre es blanco.



Figura 5.30 Fuerza consigna | Fuente: Elaboración propia



Comparativa entre los dos software

- Gráficas:

Se ha decidido mostrar las gráficas de velocidad y par debido a los siguientes motivos:

Resulta interesante ver la velocidad a la que se alcanzaba la fuerza consigna, ya que es un identificador de la fuerza que puede desarrollar el coche dependiendo de la marcha y la velocidad a la que circule.

Se decidió por la gráfica del par, porque ya que solo se podía poner una grafica más, a parte de la de la velocidad, porque tiene una forma similar a la de la potencia y la fuerza, que se muestran de forma numérica, y es un dato que se encuentra en medio de los datos mencionados, por lo cual, es el mejor representante de entre estos tres datos.

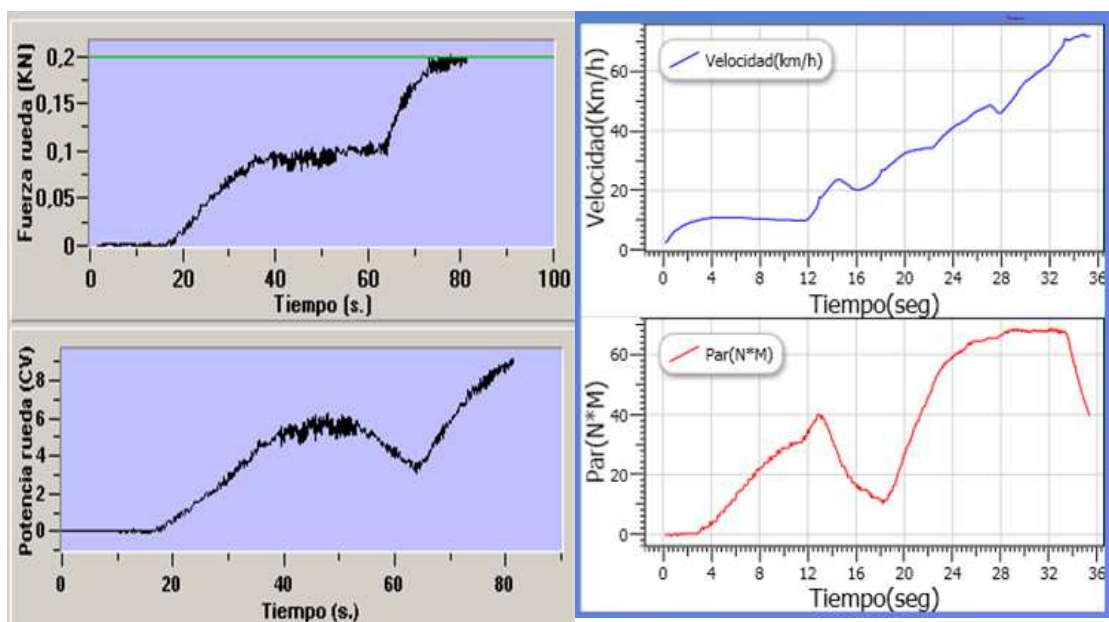
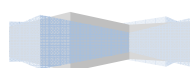


Figura 5.31 Gráficas | Fuente: Elaboración propia



5.16. Prueba de Velocidad constante.

- Aspecto principal:

El aspecto en estas pruebas es bastante parecido, ya que prácticamente lo único que cambia es que no aparece en el nuevo software el velocímetro analógico mencionado anteriormente, y la distribución de los datos es diferente, pero aparte de eso no hay ningún cambio.

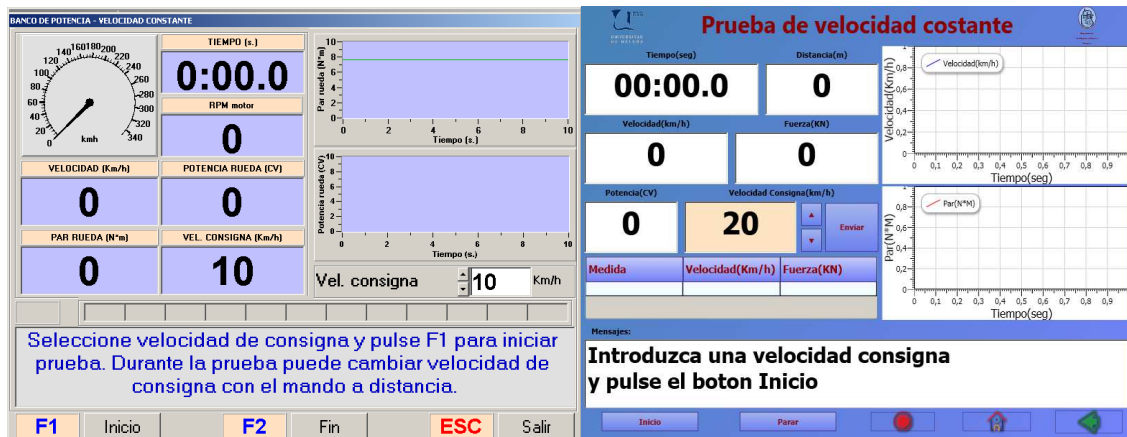
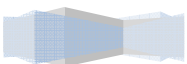


Figura 5.32 Pantalla velocidad constante | Fuente: Elaboración propia

- Comprobación de datos:

En el software original únicamente aparece un recuadro en verde, con el número de comprobación momentáneamente sobre el recuadro, mientras que en el nuevo software se puede observar el número de comprobación, la velocidad real, y la fuerza teórica, además de un mensaje confirmando que la velocidad se ha estabilizado, y que se introduzca un nuevo valor. (En el software original no aparece ningún recuadro en verde ya que esta prueba no funciona, y nunca llega a la velocidad deseada).



Comparativa entre los dos software

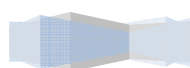


Figura 5.33 Toma de datos | Fuente: Elaboración propia

Además, se le ha añadido un color de fondo al recuadro en el que se introduce la velocidad consigna, para saber si se puede modificar o no, estando en rojo cuando está bloqueado, y en naranja cuando se puede modificar, mientras que en el software original siempre es blanco.



Figura 5.34 Fuerza consigna | Fuente: Elaboración propia



- Gráficas:

Las gráficas que aparecen son las mismas, velocidad y par, añadiendo en el software nuevo una señalización en la velocidad cuando se realiza la comprobación.

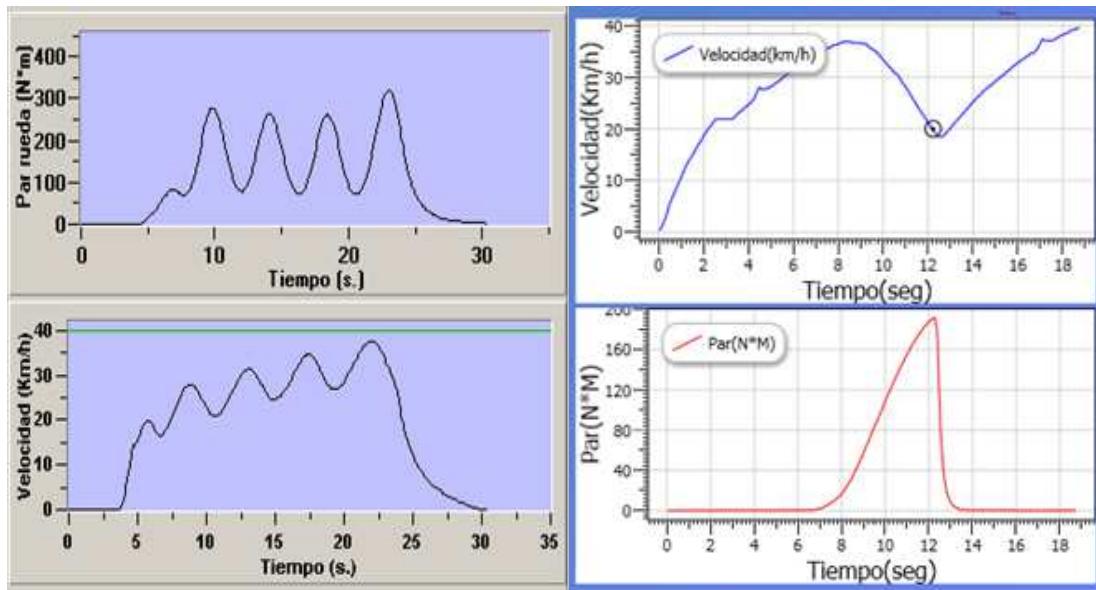
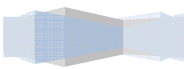


Figura 5.35 Gráficas | Fuente: Elaboración propia



5.17. Prueba de circuitos.

Esta prueba no se puede realizar con el software original, ya que se ha incorporado como novedad en el nuevo software, por ello, se va a analizar únicamente el aspecto y el funcionamiento de esta prueba en el nuevo software:

La primera pantalla que aparece es diferente a la del resto de las pruebas, aparece el vehículo que se va a utilizar, la temperatura y la presión ambiental, pero además, aparece la opción de seleccionar un circuito, o introducir un circuito nuevo.

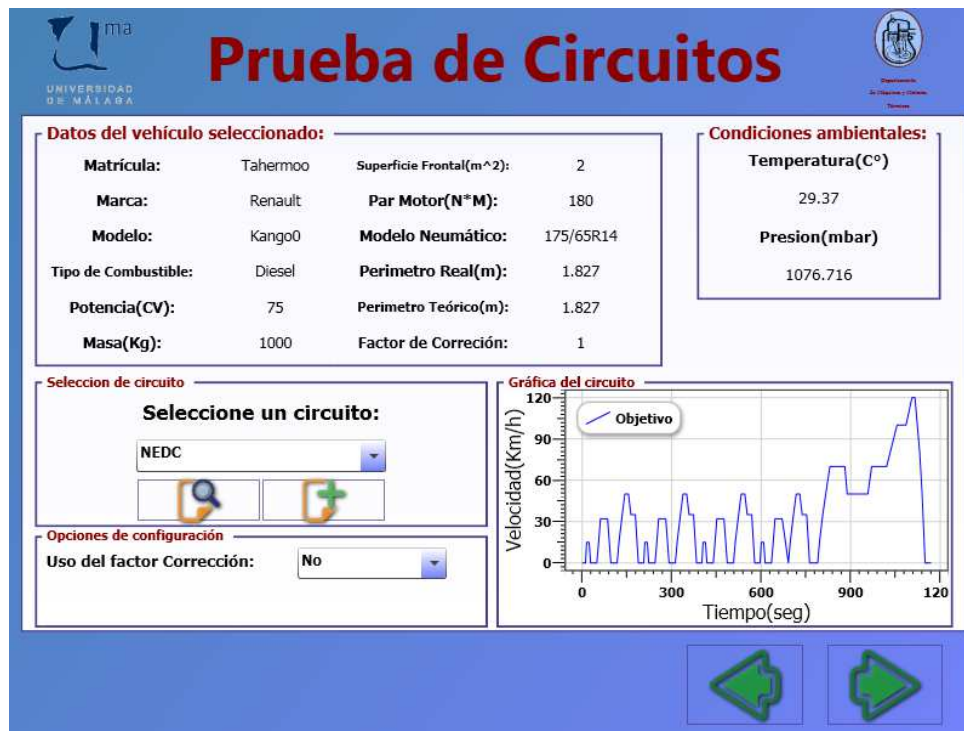
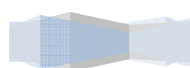


Figura 5.36 Pantalla de circuitos | Fuente: software nuevo



- Introducir un circuito nuevo:

Para introducir un nuevo circuito, aparece la pantalla que se muestra a continuación, en la que se van introduciendo sencillamente los tramos, a través de los valores de velocidad inicial y final, la duración del tramo, las condiciones aerodinámicas y del terreno, así como la pendiente y una posible carga adicional.



Figura 5.37 Crear circuitos | Fuente: software nuevo

Una vez añadidos todos los tramos, se le da nombre al circuito, y se almacena en la base de datos, pudiéndose utilizar a partir de ahí, por todos los usuarios del banco.

Comparativa entre los dos software

- Realización de la prueba:

Durante la realización de la prueba, van apareciendo unos mensajes con lo que debe de hacer el piloto del vehículo, aceleraciones, deceleraciones, tramos a velocidad constante o paradas, junto con una gráfica en la que aparece en azul, el recorrido a seguir, y en rojo, el recorrido seguido por el vehículo, y una cuenta atrás por tramo.

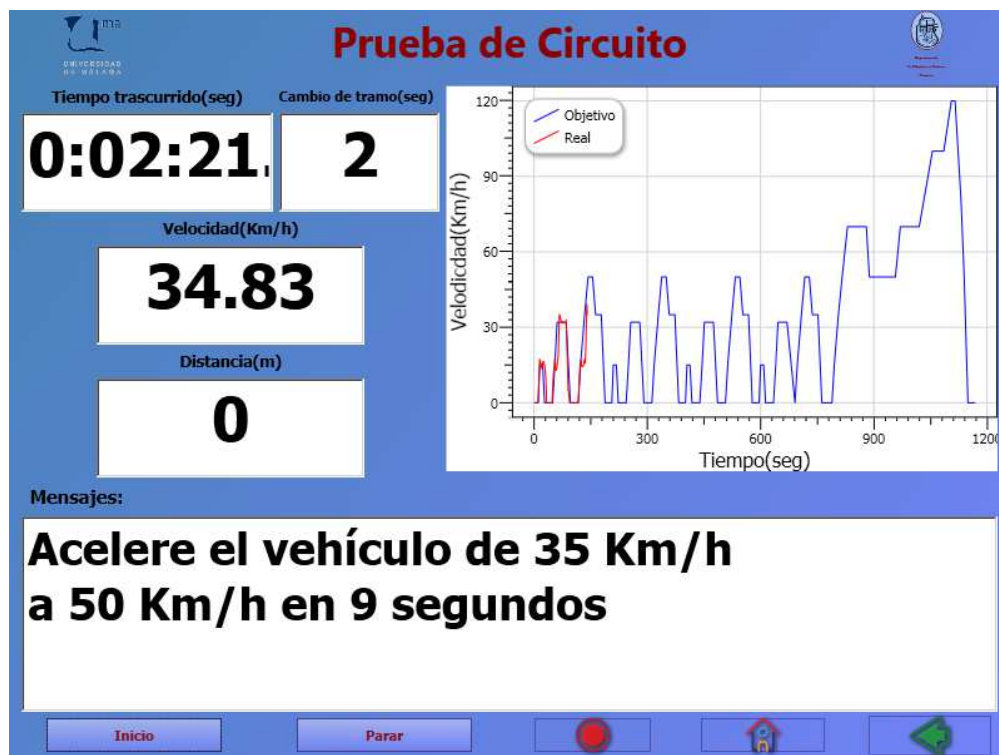
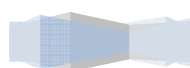


Figura 5.38 Prueba de circuitos | Fuente: software nuevo



5.18. Pruebas realizadas en grupo.

5.18.1. Prueba de velocímetro.

- Textos:

Dentro de la prueba la primera modificación realizada ha sido en los textos que se muestran durante el transcurso de la prueba para poder llevar un mejor seguimiento de los pasos que debemos de seguir durante el transcurso de la misma, como se puede observar en la siguiente imagen:

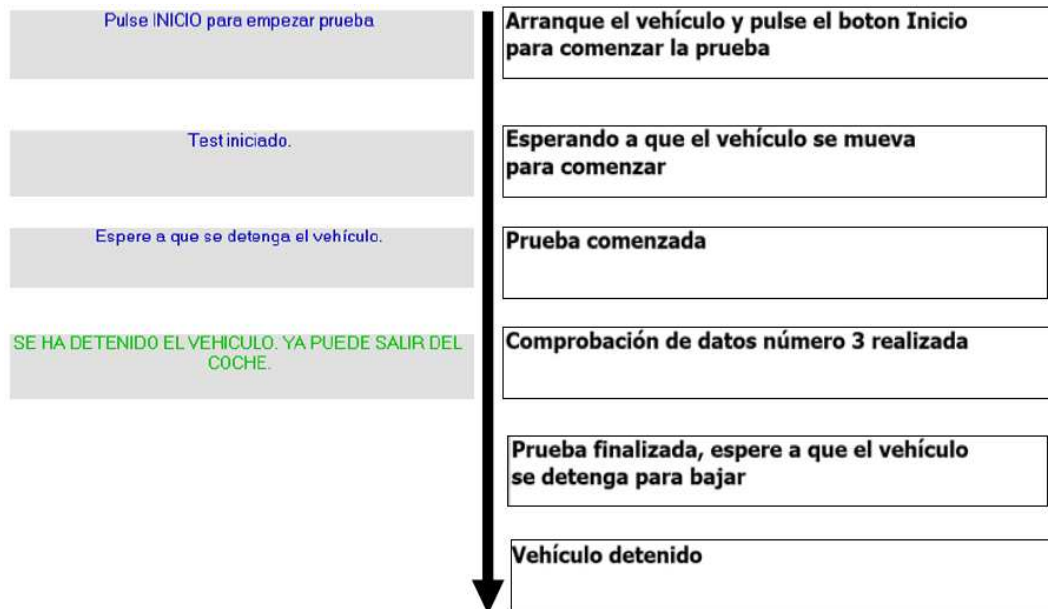


Figura 5.39 Textos | Fuente: Elaboración propia

Comparativa entre los dos software

- Comprobación de datos:

La siguiente modificación tiene como objetivo poder ver la lectura de la velocidad real y la velocidad que debería de marcar el velocímetro del automóvil durante la prueba. En el programa antiguo estos datos no se podían visualizar durante el transcurso de la prueba.

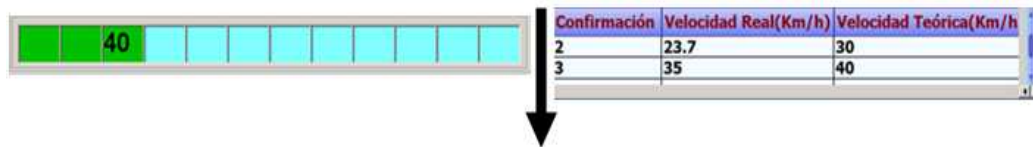


Figura 5.40 Toma de datos | Fuente: Elaboración propia

- Gráficas:

En la grafica de la prueba se utilizan unos puntos negros para marcar la velocidad real a la que circula el vehículo, con el fin de proporcionar a simple vista una mejor visión general de la prueba.

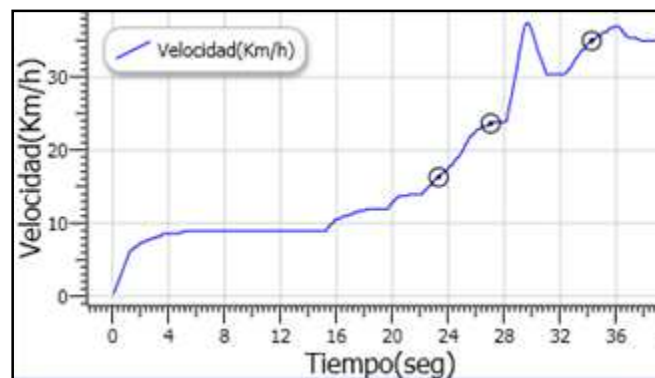
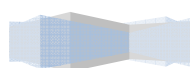


Figura 5.41 Gráfica | Fuente: Elaboración propia



5.18.2. Prueba de aceleración 0-1000 metros.

- Aspecto principal:

-En esta prueba se ha realiza un cambio significativo en el apartado de interfaz introduciendo en la pantalla principal 3 recuadros donde se pueden observar durante el transcurso de la prueba los datos introducidos para la realización de la misma como son:

Masa adicional para simular un vehículo con más personas o más carga en el portamaletas etc.

Coefficiente de rozamiento, donde podemos cambiarlo para simular diferentes terrenos en la que se realiza la prueba.

Coefficiente aerodinámico, por si queremos realizar una prueba simulando que le hemos añadido un alerón al vehículo por ejemplo.

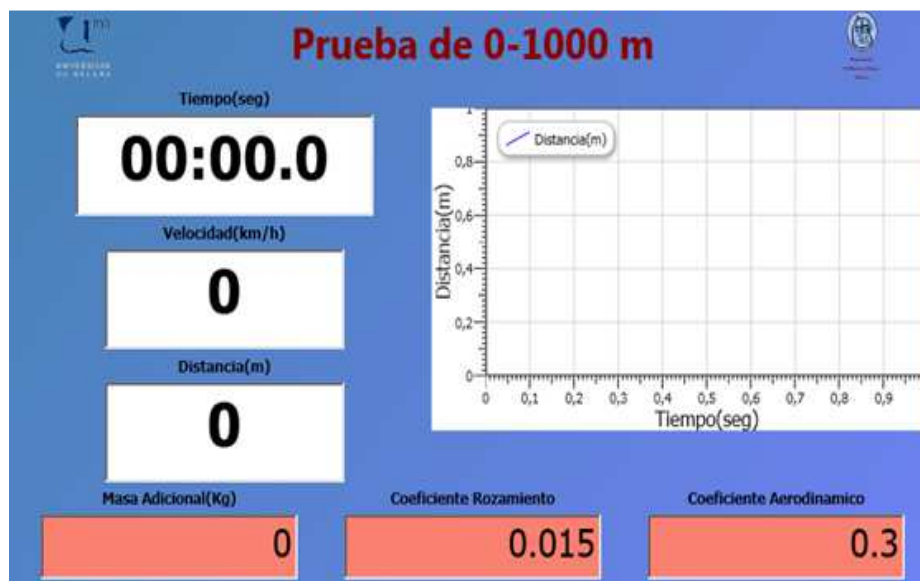
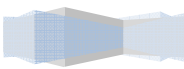


Figura 5.42 Pantalla 0-1000 | Fuente: Software nuevo



5.18.3. Prueba de carretera.

- Aspecto principal.

En esta prueba se han realizado cambios en la interfaz, añadiendo tres recuadros donde en todo el transcurso de la prueba se observan los datos introducidos al comienzo de la prueba como son la masa adicional, el coeficiente aerodinámico y el coeficiente de rozamiento. Como detalle, estas al iniciar la prueba, el color del recuadro pasa a ser rojo.

Debido a que con el programa nuevo no se pueden obtener las revoluciones, se ha eliminado el recuadro de las mismas para darle mayor tamaño a los demás datos. El velocímetro con forma circular de aguja también se ha eliminado sustituyéndolo por uno digital.

Se ha introducido un recuadro en la que se muestra la distancia recorrida por si en la simulación de carretera se pretende hacer pruebas de consumo. En la siguiente imagen podemos observar las diferencias aquí mencionadas visualmente sobre la interfaz.

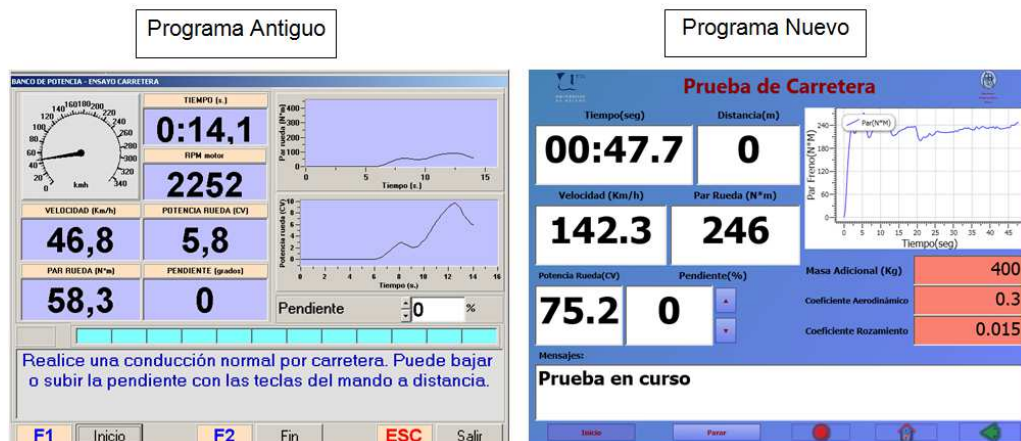
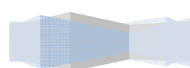


Figura 5.43 Pantalla prueba de carretera | Fuente: Elaboración propia





5.18.4. Prueba curva de potencia.

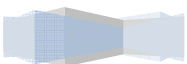
- **Funcionamiento:**

En esta prueba se halla en una gráfica con la potencia del vehículo en rueda y motor, calculándola a partir del par ejercido por las ruedas en los rodillos y las revoluciones del motor, estas revoluciones son tomadas mediante un medidor de RPM. La potencia del motor son la suma de la potencia en rueda más las pérdidas por transmisión.

En el software nuevo debido a la poca información aportada por la empresa "Ryme" no se ha podido poner en funcionamiento el medidor de revoluciones, por lo tanto, la potencia calculada en la prueba con el programa nuevo no es exacta, ya que si se realiza la curva de potencia en una marcha diferente no se tiene en cuenta la relación de transmisión de la caja de cambios.

En el software nuevo al no utilizar el medidor de RPM, para solucionar el problema desarrollado en el párrafo anterior se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Ver si el vehículo tiene cuenta revoluciones o no.
2. En caso de no tener, se deben seguir los siguientes pasos: seleccionar la marcha y a las revoluciones que vamos a tomar para calcular las constantes de la relación de transmisión entre la velocidad angular del cigüeñal y las ruedas.
3. Conectar el medidor de revoluciones al ordenador y a sus correspondientes polos de la batería.
4. Abrir el programa de "Ryme" y obtener en la marcha que vamos a realizar la prueba, la velocidad a las revoluciones determinadas.
5. Cerrar programa antiguo y abrir programa nuevo.



Comparativa entre los dos software

6. Cuando la velocidad del vehículo en la prueba de curva de potencia, esté a la velocidad hallada con el programa antiguo, se pulsa la tecla Enter para comenzar la prueba.
 7. En el caso de realizar la curva de potencia en una marcha diferente se deben realizar de nuevo los pasos detallados.
- Aspecto principal:

Una mejora realizada respecto al software antiguo es la posibilidad de generar el informe directamente tras realizar la prueba, al igual que guardar la gráfica. En el programa antiguo hay que salir a la pantalla principal pulsar la tecla “grabar pruebas” y posteriormente buscar la prueba en una base de datos.

Programa Antiguo

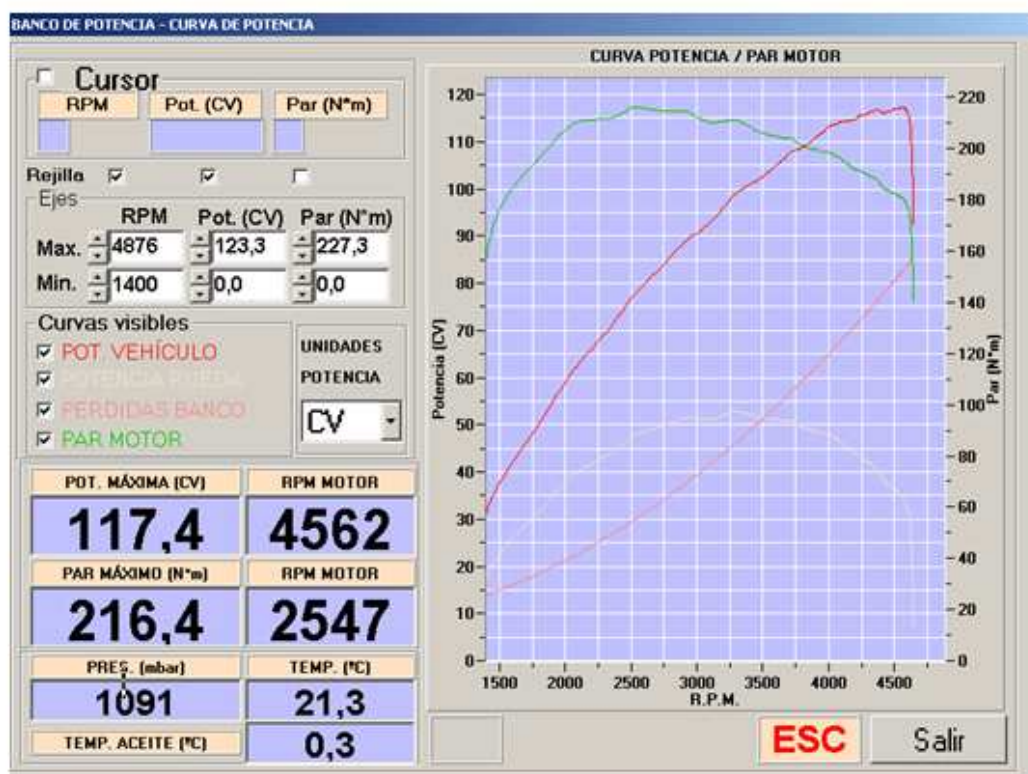
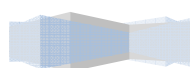


Figura 5.44 Pantalla curva de potencia | Fuente: software Ryme



Programa Nuevo

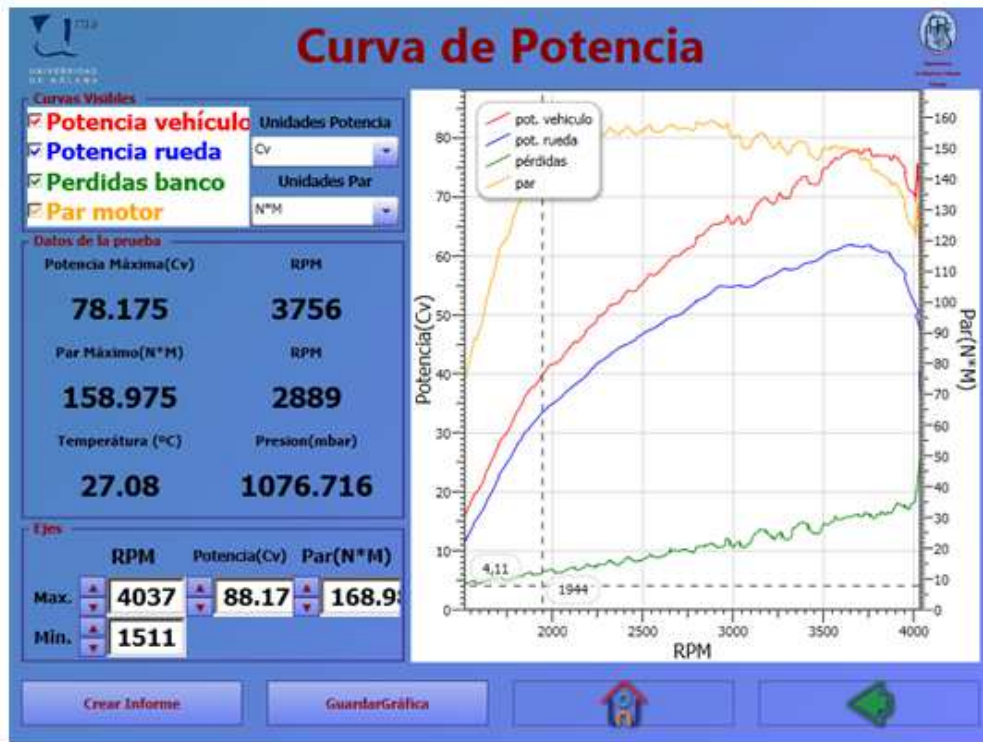
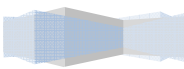
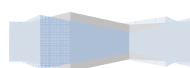


Figura 5.45 Pantalla curva de potencia | Fuente: software nuevo





Análisis de los resultados



6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

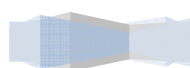
En este apartado se van a analizar los resultados obtenidos en cada una de las pruebas, tanto del nuevo software, como del original de Ryme, viendo que pruebas son fiables, y cuáles no, de cada software, para ello se utilizará siempre el mismo vehículo en las mismas condiciones.

6.1. Prueba de cuentakilómetros.

Como se comentó en anteriores apartados, esta prueba se trata de calcular el error que tiene el cuentakilómetros del vehículo al medir una distancia, respecto de la distancia real que se recorre, ya que el cuentakilómetros del vehículo, considera la rueda como una circunferencia perfecta, hecho que no es realmente cierto, ya que la rueda se deforma al pisar el suelo, dejando de ser una circunferencia perfecta. En la siguiente imagen se muestra exageradamente la deformación que se produce en el neumático al circular.



Figura 6.1 Neumático deformado | Fuente: Sistemas para arreglar pinchazos, Alejandro Serrano (Artículo)



- Software Ryme:

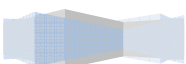
A continuación se van a mostrar los datos de una prueba significativa, tomada de una amplia muestra de pruebas realizadas con este software.

Medición	Distancia teórica (m)	Distancia real (m)	Error (%)
Nº1	100	103.9	-3.9
Nº2	200	202.4	-1.2
Nº3	300	300.8	-0.3
Nº4	400	400.3	-0.1
Nº5	500	497.6	0.5
Media			-1

Figura 6.2 Resultados prueba cuentakilómetros software Ryme / Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los resultados, el error del cuentakilómetros es prácticamente despreciable, al ser del 1%.

El hecho de que en la primera medición, el error sea bastante mayor que en la quinta medición, puede deberse a la forma de tomar los datos, ya que no se trata de un método automático, sino manual, que se basa en que el conductor del vehículo avise mediante alguna señal a la persona que se encuentra manejando el software cuando se cumplen las condiciones, hecho que puede suponer un pequeño error en cada medición, por ello se toma finalmente el valor medio de todas las mediciones, y no se mira medición a medición cada dato, ya que podría haber algún dato que se salga de la media debido a una mala comunicación, o un retraso entre el piloto y el gerente del software.





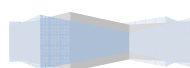
Por lo tanto, damos esta prueba como válida, ya que el cuentakilómetros de los vehículos está demostrado que prácticamente no tienen error, ya que esta deformación que se produce en la rueda apenas afecta a la medición de la distancia acumulada.

- Software nuevo:

A continuación se van a mostrar los datos de una prueba significativa, tomada de una amplia muestra de pruebas realizadas con este software:

Medición	Distancia teórica (m)	Distancia real (m)	Error (%)
1	100	110.6	-10.6
2	200	211.2	-5.6
3	300	310.7	-3.6
4	400	410.3	-2.6
5	500	507.6	-1.5
6	600	606	-1
7	700	704.4	-0.6
8	800	796.2	0.5
9	900	890.2	1.1
10	1000	988.6	1.1
Media			-2.2

Figura 6.3 Resultados prueba cuentakilómetros software nuevo | Fuente: Elaboración propia

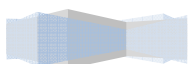




Como podemos observar, la media del error producido es del 2.2%, prácticamente igual que con el software original, solo hay una pequeña diferencia de un 1.2%.

Esta diferencia es debida al margen de error que tenemos por la forma de adquisición de datos en esta prueba, que al ser manual, puede inducir pequeños errores como éste.

Por lo tanto, esta prueba tiene validez tanto el software original como en el nuevo software.



6.2. Prueba 0-100 km/h.

Como se comentó en apartados anteriores, esta prueba se trata de calcular el tiempo que tardaría el vehículo en alcanzar los 100 km/h en condiciones reales, por lo tanto, para este apartado, se utiliza el freno de carretera, que simula ciertas condiciones de conducción que podemos ir cambiando si se quiere simular, por ejemplo, un nuevo coeficiente aerodinámico, o simular un cambio de terreno (no es lo mismo el tiempo que se tarda en alcanzar los 100 km/h en asfalto que en arena).

Para realizar esta prueba, como en las anteriores, se utilizó el Renault kangoo, cuyas características principales que influyen en la prueba son las siguientes:

Masa	Coefficiente aerodinámico	Superficie frontal	Coefficiente rodadura
1200 Kg	0.35	2.61 m ²	0.015

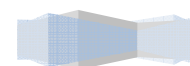
Figura 6.4 Datos reales Renault Kangoo / Fuente: Elaboración propia

- Software Ryme:

Al realizar la prueba en el software original con los anteriores datos, el vehículo nunca llegó a sobrepasar los 100 km/h, cuando el tiempo que tarda en alcanzar un vehículo de estas características, en alcanzar esa velocidad suele ser de unos 20 segundos, por lo tanto, se realizó la prueba con unos datos menos exigentes, para poder terminar la prueba y obtener conclusiones, los datos utilizados fueron los que aparecen por defecto al iniciar la prueba:

Masa	Coefficiente aerodinámico	Superficie frontal	Coefficiente rodadura
1000 Kg	0.30	2 m ²	0.015

Figura 6.5 Datos utilizados para las pruebas / Fuente: Elaboración propia





Se volvió a realizar la prueba con estos datos, y el vehículo tardó en alcanzar los 100 km/h, 44.4 segundos, por lo tanto, se investigó cual podría ser la base del problema.

Para simular el freno de carretera, se utilizan las siguientes fórmulas, que ya fueron justificadas y detalladas en el apartado "Análisis del software":

$$mV_{consigna_freno} = C_0 + C_{aceleracion} \cdot (pulsos - pulsos_{ant}) + C_{aero} \cdot pulsos^2 \quad [6.1]$$

$$mV_{salida} = mV_{salida-1} + C_{freno} \cdot (mV_{consigna_freno} - mV_{galga}) \quad [6.2]$$

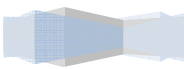
Durante el desarrollo de la prueba, se accedió al funcionamiento interno del programa y se obtuvieron los siguientes valores para las fórmulas anteriores, y se compararon con los datos teóricos que se debían de mandar [6.1].

	Valor teórico	Valor leído durante la prueba
C_0	147	122.13
$C_{aceleracion}$	471.9529	236.9618
C_{aero}	$1.0914 \cdot 10^{-3}$	$1.0914 \cdot 10^{-3}$

Figura 6.6 Datos utilizados en fórmula 6.1 | Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el valor de " C_0 " es prácticamente igual que el teórico, el valor de " C_{aero} " es exactamente igual que el teórico, pero el valor de " $C_{aceleracion}$ " es prácticamente la mitad de lo que debería ser.

Mirando solo estos datos, el freno debería ser más suave de lo que debería ser teóricamente, cosa que no ocurre, por lo tanto, se indagó en la siguiente fórmula que afectaba al freno. [6.2]



Se tomaron varias muestras de entre unos 6000 datos captados en varias pruebas, viendo que al principio los valores eran cercanos a la realidad, pero que después se disparaban, debido al hecho de que valor de " C_{freno} " que debería de ser 0.01, realmente era de 0.046511, convirtiendo lo que debería de ser un suavizado en un incremento no deseado del freno.

Tiempo (s)	Pulsos	$mV_{consigna_freno}$	mV_{galga}	mV_{salida}
3.2	68	517	412	1357
3.3	69	463	420	1359

Figura 6.7 Resultados para la fórmula 6.2 | Fuente: Elaboración propia

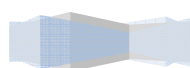
- Software nuevo:

Una vez localizados los errores, se programaron las fórmulas en el programa nuevo y se realizó la prueba con los mismos datos con los que se había evaluado el programa antiguo, obteniendo los siguientes resultados en la fórmula 6.1:

	Valor teórico	Valor leído durante la prueba
C_0	147	147
$C_{aceleracion}$	471.9529	471.9529
C_{aero}	$1.0914 \cdot 10^{-3}$	$1.0914 \cdot 10^{-3}$

Figura 6.8 Datos utilizados para la fórmula 6.1 | Fuente: Elaboración propia

Viendo que estos datos eran iguales que los teóricos, hicimos la misma comprobación para la fórmula 2, obteniendo los mismos resultados que con el software antiguo, por lo tanto, se intento cambiar el parámetro " C_{freno} ", pero este dato estaba guardado en algún punto inaccesible del ordenador o de la tarjeta de adquisición de datos, y daba igual el valor que se le diese que siempre utilizaba 0.046.





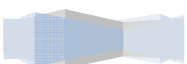
Por lo tanto, la solución que se tomó fue dividir los datos " $mV_{consigna_freno}$ " y " mV_{galga} " entre 4.6, ya que al multiplicarlos por el " C_{freno} erróneo" que utiliza la tarjeta de adquisición de datos, se compensa el error y es como si se utilizase la fórmula original [6.2], quedando la siguiente fórmula, en que " C_{freno} " valdría finalmente 0.01, y los demás datos no se verían afectados:

$$mV_{salida} = mV_{salida-1} + C_{freno} \cdot 4.6 \cdot \frac{mV_{consigna_freno} - mV_{galga}}{4.6} \quad [6.3]$$

Una vez realizadas estas modificaciones, realizamos la prueba obteniendo un tiempo de 13.6 segundos, demasiado rápido para un coche de esta categoría pero teniendo en cuenta que los datos no eran los originales del vehículo, sino que se había modificando, siendo menos duros, para poder compararlo con el software antiguo.

Al introducir los datos originales del vehículo se obtuvo un tiempo de 17.4 segundos, un tiempo adecuado a un vehículo de esta categoría.

Por lo tanto, este tiempo, da validez a esta prueba en el nuevo software.



6.3. Prueba de Fuerza constante.

Esta prueba tiene como objetivo determinar la fuerza real que se desarrolla en rueda al aplicar una fuerza constante de frenado que introducimos como consigna, y vamos variando.

En esta prueba no se utiliza la simulación del freno real en carretera, sino que se frena el rodillo con la fuerza deseada hasta que la galga detecta que la fuerza del vehículo es igual a la fuerza consigna, y entonces registra el valor real obtenido.

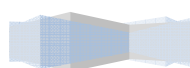
- Software Ryme:

Al realizar esta prueba con el software original del banco, solo podemos realizar la prueba hasta 0.2 KN, ya que cuando se manda como consigna una fuerza mayor, el banco frena demasiado y el vehículo no llega a alcanzar nunca la fuerza deseada y no se obtiene ningún resultado. Para valores menores o iguales de 0.2 KN el programa funciona correctamente, y obtiene los siguientes valores:

Medición	Fuerza consigna (KN)	Fuerza real (KN)
Nº1	0.10	0.09
Nº2	0.20	0.19

Figura 6.9 Resultados prueba fuerza constante software Ryme / Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en los resultados, el error entre la fuerza consigna, y la fuerza real es de 0.01 KN, debido a las pérdidas mecánicas entre los elementos que intervienen en la simulación.



- Nuevo software:

Para comparar la prueba realizada con el software nuevo con la del software original, como en todas las pruebas, se realizaron las pruebas en las mismas condiciones, con el mismo vehículo, y varias veces para comprobar la veracidad de la prueba.

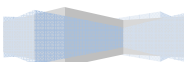
Al realizar la prueba con este software se puede llegar a valores más altos de fuerza en la prueba, ya que este programa utiliza el freno correctamente y no frena más de la cuenta a partir de ciertos valores, llegando en este caso hasta 0.4 KN, ya que el vehículo con el que se realizan las pruebas es de poca potencia y no entrega más fuerza, pero con vehículos de más potencia si se han podido alcanzar mayores fuerzas, por lo tanto, el funcionamiento del programa es correcto en ese sentido.

Los resultados obtenidos al realizar la prueba en las mismas condiciones que con el otro programa con este software son los siguientes:

Medición	Fuerza consigna (KN)	Fuerza real (KN)
Nº1	0.10	0.09
Nº2	0.20	0.19
Nº3	0.30	0.29
Nº4	0.40	0.39

Figura 6.10 Resultados prueba fuerza constante software nuevo | Fuente: Elaboración propia

Como vemos, los resultados obtenidos son los mismos que con el software de Ryme, añadiendo dos tomas de datos más, que con el otro software no se llegaban a tomar. Por lo tanto estos datos dan veracidad a las pruebas que se realicen en esta prueba con este software.



6.4. Prueba de Velocidad constante.

Esta prueba se trata de calcular la fuerza en rueda necesaria para que un vehículo circule a cierta velocidad constante.

Para ello, al vehículo no se le opone ninguna fuerza hasta que supera la velocidad deseada en 5 km/h, momento en el que se recibe el aviso para que se mantenga la posición del pedal, mientras que el freno va frenando poco a poco con más fuerza hasta que se estabiliza la velocidad, entonces se guarda la fuerza que ha sido necesaria para llegar a conseguirlo.

En esta prueba es necesario un pilotaje excepcional para conseguir buenos resultados, ya que si la posición del pedal de aceleración del vehículo cambia lo más mínimo, puede falsear los resultados notablemente, ya que si se acelera un poco el banco necesitará más fuerza para estabilizar la velocidad, y si se suelta un poco el pedal, el banco necesitará menos fuerza para estabilizarse.

- Software Ryme:

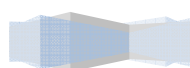
En el software original no se puede realizar esta prueba, ya que el banco frena el vehículo de tal forma, que nunca llega a la velocidad deseada, ni siquiera si ponemos una velocidad de 5 km/h podemos alcanzarla, por lo tanto, no hemos podido obtener resultados de esta prueba con el software original.

- Software nuevo:

Para evaluar la veracidad de los resultados obtenidos en esta prueba se van a calcular los valores teóricos que deberían de salir, a partir de la ya conocida fórmula de la fuerza resistente.

$$Fuerza = m \cdot g \cdot \frac{\mu + P}{\sqrt{1 + P^2}} + m_{efect} \cdot a + \frac{C_x \cdot S \cdot V^2 \cdot \rho_{aire}}{2}$$

[4.2]



Los resultados teóricos obtenidos son los siguientes:

Velocidad constante (km/h)	Fuerza teórica (KN)
20	0.16
60	0.27
80	0.37

Figura 6.11 Resultados prueba velocidad constante teóricos / Fuente: Elaboración propia

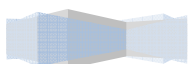
Al realizar la pertinente prueba con el nuevo software se obtuvieron los siguientes resultados:

Velocidad constante (km/h)	Fuerza real (KN)
20	0.17
60	0.31
80	0.37

Figura 6.12 Resultados prueba velocidad constante software nuevo / Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, los resultados obtenidos son muy cercanos a los calculados teóricamente mediante la fórmula, exceptuando el caso de los 60 Km/h, en el que hay una pequeña variación de 0.04 KN, casi despreciable, que puede haber sido producida por una pequeña aceleración por parte del conductor del vehículo durante la estabilización de la velocidad.

Tras evaluar los resultados se puede dar total veracidad a los resultados de esta prueba en el software nuevo.



6.5. Prueba de circuito.

Esta prueba se ha incluido como novedad en el nuevo software y es una de las pruebas más útiles del software. En ella se puede recrear cualquier situación exacta de conducción como puede ser un paseo por una ciudad específica, un viaje por autopista desde una ciudad a otra, o una vuelta a un circuito concreto, y así evaluar el comportamiento real que tendría el vehículo durante ese recorrido, sin la necesidad de recorrerlo. Además se pueden introducir los circuitos de homologación que se utilizan por ley para homologar el consumo y los gases emitidos por los vehículos.

Durante la prueba se muestra en azul el recorrido a seguir, y en rojo el recorrido seguido por el vehículo. Al finalizar la prueba aparecerá el recorrido completo, y se valorará si la prueba es válida o no, dependiendo de que si la trazada seguida es similar a la teórica o se desvía mucho, por ello, para realizar esta prueba y obtener datos válidos se recomienda realizarla a cargo de un piloto profesional, para hacer lo más cercano posible el recorrido teórico del real.

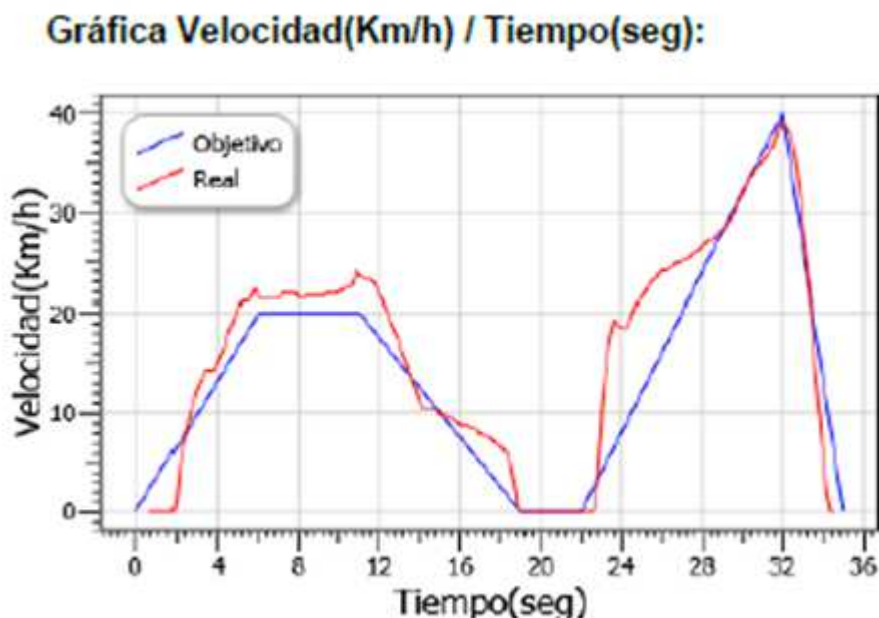
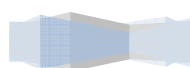


Figura 6.13 Ejemplo prueba de circuitos / Fuente: Elaboración propia



6.6. Pruebas realizadas en grupo:

6.6.1. Prueba de velocímetro.

En esta prueba se pretende observar el error que tiene el velocímetro del vehículo, el error será mostrado en kilómetros por hora y en tanto por ciento.

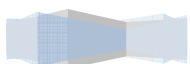
Para cada prueba se han realizado una serie de pruebas, a continuación se procederá a comparar dos pruebas escogidas de entre una gran muestra de pruebas, donde se observarán las diferencias entre cada una de las pruebas.

- Software Ryme.

Resultados de una de las pruebas realizadas, escogida como muestra:

Número	V. Real	V. Teórica	Error %
1	14.3	20	28.3
2	25.3	30	15.7
3	35	40	12.4
4	43.6	50	12.8
5	52.7	60	12.1
6	63.7	70	9.0
7	73.6	80	7.9
8	82.6	90	8.2
9	82.6	100	7.4

Figura 6.14 Resultados prueba velocímetro software Ryme | Fuente: Elaboración propia



Se puede observar como en las primeras mediciones el error es mayor y conforme se aumenta la velocidad, el error disminuye hasta situarse en torno al 10%.

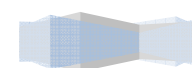
- Software nuevo.

Número	V. Real	V. Teórica	Error %
1	16.5	20	17.4
2	26.9	30	10.4
3	33.2	40	16.9
4	44.2	50	11.6
5	52.2	60	13.1
6	61.7	70	11.8
7	71.7	80	10.4
8	80.6	90	10.4
9	89.4	100	10.6

Figura 6.15 Resultados prueba velocímetro software nuevo | Fuente: Elaboración propia

En este software, se muestra que el error toma una forma lineal, manteniéndose sobre el 11% aproximadamente, manteniendo siempre unos valores lógicos, que al compararlos con el software antiguo, son muy cercanos.

En el programa antiguo el conductor puede realizar la prueba individualmente mediante un mando a distancia, pulsando la tecla para que el software tome la medida. En el programa nuevo este apartado no se ha introducido, ya que no se ha podido introducir el mando a distancia al nuevo software.

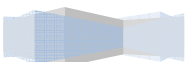




Se puede observar que al comienzo de la prueba a velocidades bajas el error cometido es mayor, que a velocidades altas, esto se debe al tiempo de reacción, desde que el compañero señala que el vehículo se encuentra a una velocidad determinada hasta que el otro compañero pulsa el botón para tomar la medida. Este tiempo de reacción que suele ser siempre el mismo al representarlo en tanto por ciento a menor velocidad, mayor tanto por ciento de error equivale esa desviación.

Se obtiene que el valor medio del error está situado en torno al 8 - 9 %, marcando siempre una velocidad mayor, esto se debe a que por Ley los velocímetros nunca pueden marcar menor velocidad a la que realmente circula el vehículo debido a condiciones de seguridad. Esto es así, por seguridad, tanto para las partes activas del vehículo como pueden ser neumáticos, frenos, motor, como por la propia seguridad de los integrantes del vehículo durante la circulación por una vía convencional donde los límites de velocidad en curva marcan la seguridad para su trazada.

Como conclusión final se puede corroborar que el funcionamiento de los dos programas es similar y correcto acorde con unos datos reales.



6.6.2. Prueba de aceleración 0-1000 metros.

La prueba de 0 – 1000 m permite determinar con precisión de décimas de segundo, el tiempo que invierte un vehículo en recorrer 1000 metros. En esta prueba el vehículo parte del reposo, acelerando lo más rápido posible hasta llegar a una longitud de 1000 m.

Los valores de esta prueba suelen estar sobre los 19 segundos para los coches más rápidos, llegando hasta minutos si se tratan de coches muy antiguos donde la potencia y la tracción son mínimas.

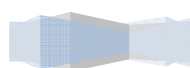
Los datos utilizados para esta prueba han sido los mismos para los dos software, en este caso se ha utilizado una masa adicional de 0 kg, un coeficiente aerodinámico de 0.3, y un coeficiente de rozamiento de 0.015. Las viables meteorológicas para las dos pruebas fueron de una temperatura de 29.17 grados y una presión atmosférica de 1076.71 mbar.

- Software Ryme.

Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)
1000	43.1	101.9

Figura 6.16 Resultados prueba 0-1000 software Ryme | Fuente: Elaboración propia

En esta prueba se utiliza un freno, con el que se pretenden simular las fuerzas necesarias que debe vencer un vehículo al circular por una carretera con ciertas condiciones, y sucedía el mismo fallo que en la prueba de 0-100 km/h, explicada anteriormente en este mismo apartado, en el que el freno ejercía demasiada fuerza sobre el vehículo haciendo que este tardase más tiempo de la cuenta en realizar la prueba.





- Software nuevo.

Tras subsanar este fallo de la misma forma, explicada en el apartado 7.2, se obtuvieron los siguientes resultados:

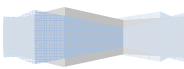
Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)
1000	34.1	135.8

Figura 6.17 Resultados prueba 0-1000 software nuevo | Fuente: Elaboración propia

Se puede confirmar que al utilizar el freno en la prueba del programa antiguo no se obtienen unos datos coherentes con la realidad, cuando después de 1000 metros recorridos sobrepasa por poco los 100 km/h, suponiendo el caso de que la prueba tuviese un recorrido de 2000 m esa velocidad seguiría en el mismo orden de magnitud ya que el vehículo no es capaz de vencer el par de frenado tan alto que ejerce el banco dinamométrico a esas velocidades.

Tras determinar el error que realizaba el banco, que ha sido la parte del TFG que más tiempo ha llevado, para llegar a dicho error, se puede confirmar de que la tarjeta de adquisición de datos no funciona correctamente, pudiendo así dirigirse a la empresa con unos datos comprobados y reales para que subsanen el problema.

El tiempo realizado en recorrer la distancia de 1000 metros y la velocidad final alcanzada por el vehículo, son propias de un vehículo de esa gama, por lo tanto, esta prueba tiene total validez en el nuevo software.





6.6.3. Prueba de carretera:

En esta prueba, donde se simulan las condiciones de conducción sobre carretera, se pretende observar el comportamiento y las prestaciones del vehículo en ciertas condiciones propuestas.

Los datos utilizados para esta prueba han sido los mismos para los dos software, en este caso se ha utilizado una masa adicional de 0 kg, un coeficiente aerodinámico de 0.3, y un coeficiente de rozamiento de 0.015. Las viables meteorológicas para las dos pruebas fueron de una temperatura de 30.17 grados y una presión atmosférica de 1076.51 mbar.

- Software Ryme:

Tras la realización de varias pruebas, el vehículo nunca superó los 100 km/h, dando nulidad absoluta a la prueba, ya que un coche de estas características puede superar con creces esta velocidad.

Esta prueba utiliza el mismo freno que las pruebas anteriores de aceleración de 0-100 km/h y 0-1000 metros, teniendo el mismo problema de exceso de freno, y solucionado con el mismo método explicado anteriormente.

- Software nuevo:

El nuevo software se ha diseñado para que el banco simule correctamente la conducción del vehículo sobre una carretera, como se puede observar a continuación en una de las muchas pruebas realizadas el vehículo alcanza una velocidad de 142.3 km/h.

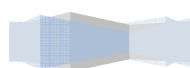




Figura 6.18 Prueba de carretera | Fuente: Software nuevo

Como conclusión se puede afirmar que el freno utilizado en el software antiguo no se ajustaba a la simulación de las condiciones durante la prueba en el banco dinamométrico de la Universidad de Málaga, quedando demostrado con la utilización de varios vehículos diferentes, que en carretera normal sobrepasan tranquilamente los 150 km/h en la prueba de carretera en el banco no pasaban de 115 km/h.

En el programa nuevo se pueden observar unos resultados lógicos y coherentes con la realidad, por tanto se puede afirmar que el software nuevo asemeja mejor las condiciones de circulación en carretera de los vehículos.

Tras determinar el error que realizaba el banco, que ha sido la parte del TFG que más tiempo ha llevado, para llegar a dicho error, se puede confirmar de que la tarjeta no funciona correctamente, pudiendo así dirigirse a la empresa con unos datos comprobados y reales para que subsanen el problema.



6.6.4. Prueba de curva de potencia:

Esta prueba trata de hallar la curva de potencia y par del vehículo en rueda y motor, calculándola a partir del par ejercido por las ruedas en los rodillos y las revoluciones del motor. La potencia del motor es la suma de la potencia en rueda más las pérdidas por transmisión.

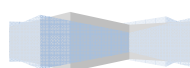
- Software Ryme:

En este software, las revoluciones son tomadas mediante un medidor de RPM, al tener el medidor de revoluciones, cuando el banco toma las lecturas de velocidad angular de las ruedas motrices y la velocidad angular del cigüeñal, el programa calcula la relación de transmisión de la caja de cambios en esa marcha. Posteriormente el banco utiliza esta relación de transformación para hallar la potencia del motor a partir del par ejercido en el banco de rodillos por las ruedas. Obteniendo unos datos fiables.

Al realizar las pruebas con el software antiguo se observó que el funcionamiento era correcto, ya que contrasta perfectamente con los datos del fabricante. Debido a que el vehículo no tiene más de 3.000 km, se supone la potencia entregada por el mismo debe ser muy próxima a la de su ficha técnica.

En este caso se trata de un vehículo de la marca Renault, modelo Kangoo, que según su ficha técnica, su motor tiene las siguientes especificaciones técnicas principales.

- Potencia máxima: 55 CV.
- Par máximo: 120 Nm.
- Cilindrada: 1900 cm³.



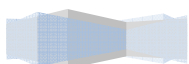
A continuación se muestran los datos de dos pruebas seleccionadas de entre una gran base de datos de pruebas realizadas.

		RPM		RPM
Potencia Vehículo	63.4 CV	3661	66.6 CV	3745
Potencia Rueda	49.7 CV	3661	48.5 CV	3745
Perdidas transmisión	13.7 CV	-	12.5 CV	-
Par máximo	132.5 Nm	2499	139.5 Nm	2071
Temperatura	30 °C	-	29.7 °C	-
Presión	1074 mbar	-	1074 mbar	-

Figura 6.19 Resultados prueba curva de potencia software Ryme | Fuente: Elaboración propia

- Software nuevo:

Al contrario que en el software de “Ryme”, en el nuevo software ha sido imposible de poder poner en funcionamiento el medidor de revoluciones. Desde la empresa “Ryme” se negaron a proporcionar la información de cómo interpretar los datos que enviaba ese medidor.



Por tanto el funcionamiento del programa es correcto para una relación de transmisión uno a uno, es decir, que la velocidad angular del cigüeñal sea igual a la velocidad angular al eje de las ruedas. Para el correcto funcionamiento se debería saber todas las relaciones de transmisión de cada marcha y vehículo con el que se vaya a realizar una prueba en el banco dinamométrico, para obtener el par en el cigüeñal y calcular así la potencia del motor.

Se intentó de complementar el programa realizando una programación que incluyera la matemática para hallar la relación de transmisión teniendo en cuenta la medida del neumático. Se dispone a calcular la relación existente de pares entre el rodillo y el cigüeñal del motor, de la siguiente forma.

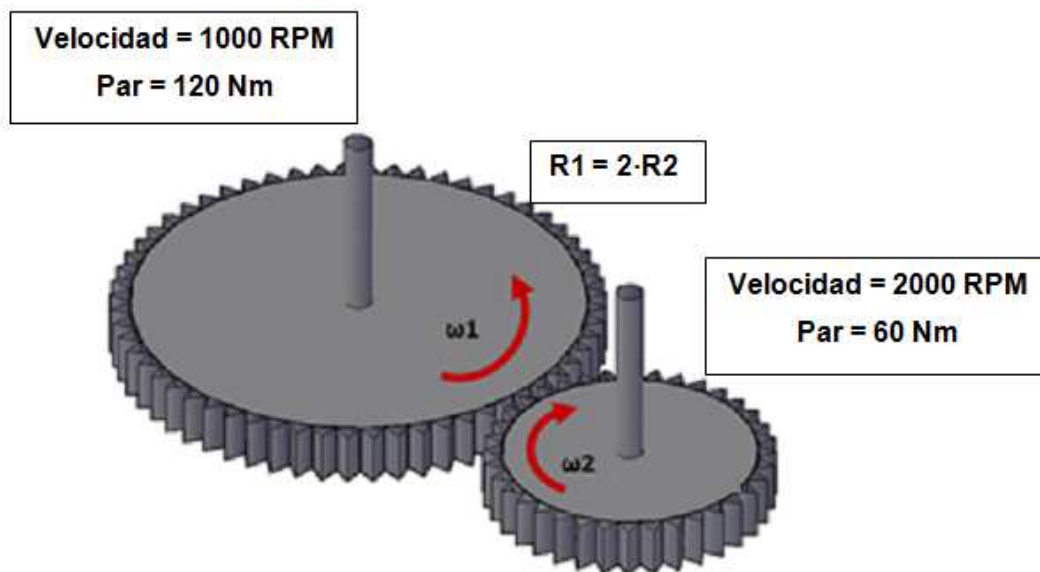
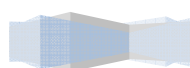


Figura 6.20 Engranajes | Fuente: km 77





- Se comienza por calcular la relación entre el perímetro de la rueda y el rodillo.
- Se obtienen las revoluciones del neumático.
- Se calcula la relación entre la velocidad del cigüeñal y el neumático.
- Se obtiene el par rueda multiplicando por la relación entre el perímetro de la rueda y el perímetro del rodillo.
- Por último se calcula el par del cigüeñal, multiplicando el par rueda por la relación entre la velocidad del cigüeñal y la rueda.

Datos: Perímetro rodillo, perímetro rueda, revoluciones rodillo, revoluciones cigüeñal y par rodillos (mV galga).

$$X_{relacion} = \frac{\text{Perímetro Rueda}}{\text{Perímetro Rodillo}}$$

[6.3]

$$RPM_{rueda} = \frac{RPM \text{ rodillo}}{X \text{ relacion}}$$

[6.4]

$$Y_{relacion} = \frac{RPM \text{ cigüeñal}}{RPM \text{ rueda}}$$

[6.5]

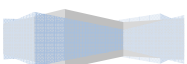
$$Par_{rueda} = Par \text{ rodillo} \cdot X \text{ relacion}$$

[6.6]

$$Par_{cigüeñal} = Par \text{ rueda} \cdot Y \text{ relacion}$$

[6.7]

Una vez implementada toda la matemática en la programación se procedió a comprobar su funcionamiento. Obteniendo como resultado, al no aplicar un freno en la prueba de curva de potencia, este valor de par, (mV galga) no se podía obtener debido a que el programa tiene un comando instalado que si no se aplica freno, este dato no se puede leer.



Al no poder acceder al valor de “mVgalga” (Par rodillos), se procedió a calcular el par mediante la aplicación de la segunda ley de Newton aplicada al movimiento angular, repitiendo los pasos anteriores mediante las relaciones de transformación para calcular el par del cigüeñal.

$$Par_{rodillo} = Inercia_{rodillo} \cdot aceleracion_{angular} \quad [6.8]$$

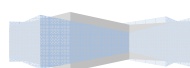
$$Aceleracion_{angular} = \frac{dW}{dt} \quad [6.9]$$

Una vez desarrollada la programación matemática se procedió a comprobar su funcionamiento de nuevo, obteniendo durante la prueba, valores de par que variaban muy bruscamente con el tiempo.

Al investigar sobre el error se obtuvo, que el programa no utilizaba siempre el mismo tiempo entre dos pulsos, es decir, el software utiliza los valores de velocidad angular de cada pulso, pero no utiliza el mismo valor de tiempo entre dos pulsos (T_p), falseando así el par durante la prueba. Obteniendo una curva de potencia falseada.

Tiempo (s)	Pulsos	W (velocidad angular)
18.02	322	209
18.04	323	211
18.06	324	215
18.10	325	219
18.12	326	235

Figura 6.21 Tiempo entre pulsos / Fuente: Elaboración propia



$$\frac{dW}{dt} = \frac{W2 - W1}{Tp}$$

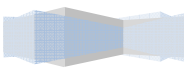
- $Tp =$ tiempo entre pulsos [6.10]
- $W =$ velocidad angular rodillo

A continuación se muestran dos pruebas seleccionadas al azar, en la 3ª marcha.

		RPM		RPM
Potencia Vehículo	61.5 CV	4102	65.5CV	4148
Potencia Rueda	53.4 CV	4102	56.5 CV	4148
Perdidas transmisión	13.7 CV	-	12.5 CV	-
Par máximo	100.09 Nm	3296	139.5 Nm	3093
Temperatura	28.7 °C	-	28.9 °C	-
Presión	1074 mbar	-	1074 mbar	-

Figura 6.22 Resultados prueba curva de potencia software nuevo | Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que, si la prueba se realiza en la 3ª marcha donde la relación de transmisión es cercana a 1, los valores de potencia y par que se obtienen se acercan a la realidad. Al realizar la prueba en marchas superiores se obtienen valores de potencia y par más pequeños, al contrario que si se realiza con marchas más pequeñas donde se obtiene pares elevados y potencias elevadas a no tener en cuenta la relación de transmisión de la caja de cambios.



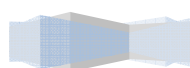


Tras las pruebas realizadas con el software antiguo, se observa que los datos son coherentes y similares a los datos ofrecidos por el fabricante, pudiendo observar como el par máximo se obtiene entre 2000 – 2500 RPM y la potencia máxima sobre las 3700 RPM. Se puede observar que las pérdidas por transmisión en las dos pruebas son semejantes al igual que en el resto de pruebas realizadas reflejadas en el anexo 2, con valores que oscilan entre 12 y 13 CV.

La comparativa con respecto al programa nuevo no se puede realizar por los motivos citados anteriormente, al no tener la capacidad de poner en funcionamiento el cuentarrevoluciones y los problemas detallados anteriormente en la lectura de valores durante la prueba. Por tanto se puede confirmar que la prueba en el nuevo software no tiene un funcionamiento correcto.

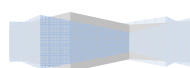
La prueba curva de potencia en el nuevo software es útil para observar las variaciones de potencia debido a cambios en el motor, pero no es útil para dar un valor exacto de potencia y par en el vehículo.

Debido a que el funcionamiento del cuentarrevoluciones es inexistente, se propone como propuesta para futuros proyectos realizados en el taller de motores térmicos de la Universidad de Málaga con el fin de completar el funcionamiento del nuevo software creado por alumnos de la facultad.





Presupuesto

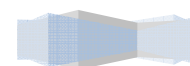


7. PRESUPUESTO.

Orden	Designación	Unidades	Precio unitario €	Precio total €
1	Ud. Horas de trabajo realizadas por los ingenieros eléctricos para el desarrollo y verificación del software.	270	14.48	4054.4
2	Ud. Horas de trabajo realizadas por el ingeniero informático para la programación del software.	250	14.48	3620
3	Ud. Horas de trabajo para la redacción del manual de instrucciones del nuevo software	30	14.48	434.4
4	Ud. Litros de combustible utilizado para el desarrollo y verificación del nuevo software.	120	1.38	165.6
			Total	8274.4

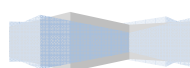
Total ejecución = 8274.4 €
 Beneficio Industrial (6%) = 496.464 €
 Gastos Generales (13%) = 1075.67 €
 I.V.A (21%) = 1737.62 €

Total = 11584.15 €

























Propuestas y conclusiones

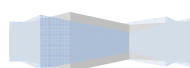


8. PROPUESTAS Y CONCLUSIONES.

8.1. Conclusiones:

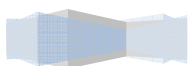
En la siguiente tabla se muestra un resumen de los aspectos más importantes de cada programa, indicando si el funcionamiento es correcto, no lo es, o es correcto pero con algún error aceptable.

<i>Función</i>	<i>Software nuevo</i>	<i>Software Ryme</i>
Gestión de usuarios		
Gestión de grupos		
Configuración		
Gestión de vehículos		
Factor de corrección		
Incidencias		
Guardar pruebas		
Informes		
Video		
Mando a distancia		





Cuentarrevoluciones		
Prueba de Velocímetro		
Prueba de Cuentakilómetros		
Prueba 0-100 km/h		
Prueba 0-1000 m		
Prueba Curva potencia		
Prueba de Fuerza constante		
Prueba de Velocidad constante		
Prueba de Carretera		
Prueba de Circuitos		



8.2. Propuestas de futuro:

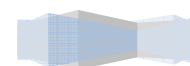
Como hemos podido observar en las conclusiones, hay algunos aspectos en los que no se ha conseguido un buen funcionamiento en el nuevo software.

Por un lado, la prueba de curva de potencia, solo es fiable si la marcha en la que se realiza no tiene una gran variación de engranajes en la caja de cambios, siendo esto una gran traba a la hora de realizar esta prueba. No se le da a esta prueba una validez total, pero tampoco se le quita la validez por completo, ya que esta prueba sí que se puede utilizar para ver en tanto por ciento el incremento o decremento de potencia que sufre un vehículo al modificar algo en su funcionamiento, siendo entonces, una aplicación bastante útil esta prueba para ese tipo de ensayos.

Por otro lado se encuentran el mando y el cuentarrevoluciones, aparatos que proporcionó la marca con su propia programación interna, la cual no nos ha sido proporcionada, y tras varios intentos fallidos de realizar una nueva programación para poder incluirlos en el nuevo software se decidió dejarlos como una propuesta de futuro incorporar un mando y un cuentarrevoluciones de una marca diferente a la cual si se puede acceder a la programación e incorporarlos al software.

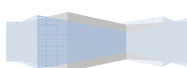
8.2.1. Tarjeta de adquisición de datos:

Tras muchos ensayos y vueltas de cabeza, se ha llegado a la conclusión de que la base de los fallos del software original es la tarjeta de adquisición de datos, por lo tanto, una propuesta de futuro importante es la programación de una nueva tarjeta de adquisición de datos para incorporarla al software original y conseguir subsanar todos los fallos desde la raíz, pudiendo también utilizar el nuevo software realizado en este proyecto con esa nueva tarjeta subsanando los pequeños errores que produce la original, y poder añadir así al nuevo software el cuentarrevoluciones, el mando, y terminar de poner a punto la prueba de curva de potencia.





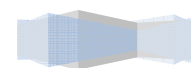
Bibliografía



9. BIBLIOGRAFÍA.

9.1. Fuentes bibliográficas.

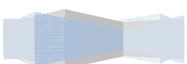
- Libro: Muñoz, M; Payri González, F. **Motores de combustión interna alternativos**. Servicio de publicaciones E.T.S.I.I de Madrid, 1989.
- Libro: Fraile Mora, Jesus. **Máquinas eléctricas**. Mc Graw Hill, E.T.S.I Caminos, Canales y puertos de Madrid, 2003.
- Libro: Aparicio, F; Vera, C; Díaz, V. **Teoría de los vehículos automóviles**. Universidad Politécnica de Madrid, Noviembre 2001
- Apuntes: Auñón Hidalgo, J. Antonio. **Motores térmicos**. EPS, Universidad de Málaga, Grado en Ingeniería Eléctrica, 2013.
- Apuntes: Santos Ruez, Isidro M. **Mecánica de fluidos**. EPS, Universidad de Málaga, Grado en Ingeniería Eléctrica, 2012.
- Apuntes: **Aerodinámica exterior**. EII, Universidad de Valladolid, Máster en automoción, 2012.
- Artículo: Moncayo Ortiz, Luis Fernando. **Cálculo y análisis del automóvil durante su desplazamiento en carretera**. Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador). 2004.
- Artículo: Anhalt, Tom. **La resistencia a la rodadura**. Club ciclismo A rueda. Enero 2008.
- Artículo: Serrano, Alejandro. **Sistemas para reparar pinchazos: Pros y contras**. Agosto 2013.
- Artículo: Nuñez, carlos. **Bancos para la obtención de la potencia**.
- Base de datos: **Información directa desde las bases de datos de Ryme**. Ryme, 2013.
- Manual: **Manual banco dinamométrico**. Ryme. Marzo 2008.
- Reglamento: **BOE-A-2013-2203**, <<Anexo 2; Tablas salariales >>





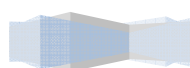
9.2. Direcciones Electrónicas.

- **Renault.** Fabricante de vehículos
www.renault.com
- **Ryme.** Maquinaria de automoción e inspección de vehículos.
www.ryme.com
- **Tecner.** Maquinaria de automoción e inspección de vehículos.
www.tecner.com
- **Motor Giga.** El diccionario del automóvil.
www.diccionario.motorgiga.com
- **Circula seguro.** Artículos sobre el automóvil.
www.circulaseguro.com
- **Autopista.** Revista del automóvil.
www.autopista.es
- **Foro coches.** Foro más importante sobre el automóvil en España.
www.forocoches.com
- **Foro 4x4.** Foro más importante sobre vehículos de tracción a las 4 ruedas de España.
www.foro4x4.com
- **Foro street racing.** Foro dedicado a la reparación de vehículos para la competición en Chile.
www.foros.streetracing.cl
- **Noticias coches.** Importante web de artículos dedicada al mundo del motor.
www.noticias.coches.com



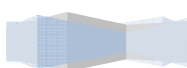


- **Kilómetro 77.** Web dedicada a la comparativa de vehículos.
www.km77.com
- **Arpem.** Comparadora de seguros que abarca todo el mercado automovilístico.
www.arpem.com
- **Michelin.** Fabricante de neumáticos.
www.michelin.es
- **HRE wheels.** Fabricante de llantas
www.hrewheels.com





Anexo 1: Programación





ANEXO 1: PROGRAMACIÓN

1. Prueba de velocímetro y cuentakilómetros:

```
//Inicializado del banco para empezar a medir
private void initializeBanco ()
{
    Banco.Open();
    Banco.EnviarCambiarControl(0);
    Banco.EnviarCambiarMuxRueda(0);
    Banco.EnviarSaltoMuestras(0);
    Banco.EnviarMedirDistancia();
    Banco.EnviarCambiarMuxRpm(1);
    Banco.EnviarMandarDatos();
}

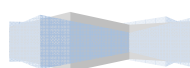
//Mediciones por cada trama de datos recibida
protected override void HandleDataReceived(DatosEventArgs data, long
tiempo)
{
    //Calculo Velocidad y distancia

    double Velocity = MeasureConverter.ConvertPulsesToKMH(data.Pulsos,
CorrectionFactor);

    //La velocidad se calcula a partir de los pulsos recorridos
    Distance =
MeasureConverter.ConvertPulsesDespToMetres(data.PulsosDesp,
CorrectionFactor);

    //Hace la notificación a interfaz y a la base de datos
}

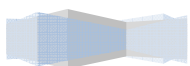
//Termina la prueba y deja de medir
private void stopBanco()
{
    Banco.EnviarNoMandarDatos();
    Banco.Close();
}
```





2. Prueba 0-100 km/h y 0-1000 m:

```
//Inicializado del banco para empezar a medir  
private void initializeBanco()  
{  
    double Ccar0 = MeasureConverter.CalcularCcar0(conditions.MasaTotal, 0,  
conditions.Rozamiento) / 4;  
  
    double CcarAcel =  
MeasureConverter.CalcularCcarAcel(conditions.MasaTotal, FactorCorrection) /  
4;  
  
    double CCaraero =  
MeasureConverter.CalcularCcarAero(conditions.Aerodinamico,  
conditions.Superficie, FactorCorrection) / 4;  
  
    double CcarPulsos = 0;  
  
    Communication.Open();  
  
    Communication.EnviaCambiarMuxRueda(0);  
  
    Communication.EnviaSaltoMuestras(0);  
  
    Communication.EnviaMedirDistancia();  
  
    Communication.EnviaCambiarMuxRpm(1);  
  
    Communication.EnviaCambiarControl(3);  
  
    Communication.EnviaConstantesBanco(ActualConfiguration.Configuration.CFrenoCar,  
ActualConfiguration.Configuration.CProrVcte,  
    ActualConfiguration.Configuration.CDerVcte, Math.Round(Ccar0, 10),  
Math.Round(CcarAcel, 10), Math.Round(CCaraero, 10), CcarPulsos);  
  
    Communication.EnviaMandarDatos();  
}
```





```
//Mediciones por cada trama de datos recibida

protected override void HandleDataReceived(DatosEventArgs data, long
tiempo)
{
    //Calculo de Velocidad y distancia

    double Velocity = MeasureConverter.ConvertPulsesToKMH(data.Pulsos,
CorrectionFactor);

    //La velocidad se calcula a partir de los pulsos recorridos

    Distance =
MeasureConverter.ConvertPulsesDespToMetres(data.PulsosDesp,
CorrectionFactor);

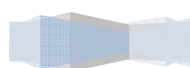
    //Notificación a interfaz y a la base de datos
}

//Termina la prueba y deja de medir

private void stopBanco()
{
    Communication.EnviarCambiarControl(0);

    Communication.EnviarNoMandarDatos();

    Communication.Close();
}
```





3. Prueba de carretera:

```
//Inicializado del banco para empezar a medir

private void initializeBanco()

{

    double Ccar0 = MeasureConverter.CalcularCcar0(conditions.MasaTotal, 0,
conditions.Rozamiento) / 4;

    double CcarAcel =
MeasureConverter.CalcularCcarAcel(conditions.MasaTotal, FactorCorrection) /
4;

    double CCaraero =
MeasureConverter.CalcularCcarAero(conditions.Aerodinamico,
conditions.Superficie, FactorCorrection) / 4;

    double CcarPulsos = 0;

    Communication.Open();

    Communication.EnviarCambiarMuxRueda(0);

    Communication.EnviarSaltoMuestras(0);

    Communication.EnviarMedirDistancia();

    Communication.EnviarCambiarMuxRpm(1);

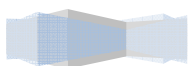
    Communication.EnviarCambiarControl(3);

    Communication.EnviarConstantesBanco(ActualConfiguration.Configuration.CFre
noCar, ActualConfiguration.Configuration.CProrVcte,

        ActualConfiguration.Configuration.CDerVcte, Math.Round(Ccar0, 10),
Math.Round(CcarAcel, 10), Math.Round(CCaraero, 10), CcarPulsos);

    Communication.EnviarMandarDatos();

}
```





```
//Mediciones por cada trama de datos recibida

protected override void HandleDataReceived(DatosEventArgs data, long
tiempo)
{
    double Velocity = MeasureConverter.ConvertPulsesToKMH(data.Pulsos,
CorrectionFactor);

    Distance =
MeasureConverter.ConvertPulsesDespToMetres(data.PulsosDesp,
CorrectionFactor);

    double force =
MeasureConverter.ConvertMiliVoltinKNewton(datos.MVsalida);

    double par = MeasureConverter.ConvertMiliVoltinNM(datos.MVsalida);

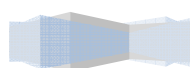
    double perimeter = ((RoadTest)ActualTest).WheelPerimeter;

    double power = MeasureConverter.CalculatePowerCV(datos.Pulsos, par,
CorrectionFactor);

    //Notificación a interfaz y a la base de datos
}

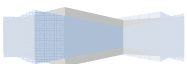
//Cambio de pendiente
private void sendNewGradient()
{
    double Ccar0 = MeasureConverter.CalcularCcar0(Parameters.MasaTotal,
Parameters.Pendiente, Parameters.Rozamiento) / 4;

    double CcarAcel =
MeasureConverter.CalcularCcarAcel(Parameters.MasaTotal, FactorCorrection)
/ 4;
```





```
double CCaraero =  
MeasureConverter.CalcularCcarAero(Parameters.Aerodinamico,  
Parameters.Superficie, FactorCorrection) / 4;  
  
double CcarPulsos = 0;  
  
Communication.EnviarConstantesBanco(ActualConfiguration.Configuration.CFre  
noCar, ActualConfiguration.Configuration.CProrVcte,  
  
    ActualConfiguration.Configuration.CDerVcte, Math.Round(Ccar0, 10),  
    Math.Round(CcarAcel, 10), Math.Round(CCaraero, 10), CcarPulsos);  
}  
  
//Termina la prueba y deja de medir  
private void stopBanco()  
{  
    Communication.EnviarCambiarControl(0);  
  
    Communication.EnviarNoMandarDatos();  
  
    Communication.Close();  
}
```





4. Prueba de circuitos:

```
//Inicializado del banco para empezar a medir
internal override void initializeBanco()
{
    startTime = System.DateTime.Now.Ticks;
    Communication.Open();
    Communication.EnviarCambiarMuxRueda(0);
    Communication.EnviarSaltoMuestras(0);
    Communication.EnviarMedirDistancia();
    Communication.EnviarCambiarMuxRpm(1);
    Communication.EnviarMandarDatos();
}

//Siempre antes de empezar cada tramo
internal void NewSectionConditons(double gradient, double cAero, double
cRozamiento, double masaAdicional)
{
    double masaTotal = (Car.Masa ?? 0) + masaAdicional;

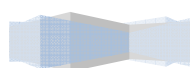
    Ccar0 = MeasureConverter.CalcularCcar0(masaTotal, gradient,
cRozamiento) / 4; ;

    CcarAcel = MeasureConverter.CalcularCcarAcel(masaTotal,
CorrectionFactor) / 4; ;

    CCaraero = MeasureConverter.CalcularCcarAero(cAero, Car.Superficie ?? 2,
CorrectionFactor) / 4;

    CcarPulsos = 0;

    Communication.EnviarConstantesBanco(ActualConfiguration.Configuration.CFre
noCar, ActualConfiguration.Configuration.CProrVcte,
```





```
        ActualConfiguration.Configuration.CDerVcte, Math.Round(Ccar0, 10),
        Math.Round(CcarAcel, 10), Math.Round(CCaraero, 10), CcarPulsos);

        Communication.EnviarCambiarControl(3);
    }

    //Mediciones por cada trama de datos recibida

    protected override void HandleDataReceived(DatosEventArgs data, long
    tiempo)
    {
        //Calculo Velocidad y distancia

        double Velocity = MeasureConverter.ConvertPulsesToKMH(data.Pulsos,
        CorrectionFactor);

        //La velocidad se calcula a partir de los pulsos recorridos

        Distance =
        MeasureConverter.ConvertPulsesDespToMetres(data.PulsosDesp,
        CorrectionFactor);

        //Notificación a interfaz y a la base de datos

        //Comprobación de si el tramo se ha terminado en caso de en caso de que
        no, no se haría nada

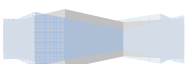
        //En caso de que si, lo cambiaría por el siguiente , si no hubiese siguiente
        terminaría la prueba  }

    //Termina la prueba y deja de medir

    internal override void stopBanco()
    {
        Communication.EnviarCambiarControl(0);

        Communication.EnviarNoMandarDatos();

        Communication.Close();
    }
}
```





5. Prueba de fuerza constante:

```
// En esta prueba los estados son, sin empezar, alcanzando consigna,
estabilizando, esperando nueva consigna y terminada

//Inicializado del banco para empezar a medir

private void initializeBanco()
{
    Communication.Open();

    Communication.EnviarCambiarMuxRueda(0);

    Communication.EnviarSaltoMuestras(0);

    Communication.EnviarMedirDistancia();

    Communication.EnviarCambiarMuxRpm(1);

    Communication.EnviarConstantesBanco(ActualConfiguration.Configuration.CFre
noFcte, ActualConfiguration.Configuration.CProrVcte,
ActualConfiguration.Configuration.CDerVcte, 0, 0, 0, 0);

    Communication.EnviarModificarConsignas(0, 0);

    Communication.EnviarCambiarControl(1);

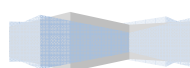
    Communication.EnviarMandarDatos();
}

//Enviamos una nueva consigna de fuerza constante

private void sendNewObjective(double objetice)
{
    double aux = MeasureConverter.ConvertKNMinVolt(objetive);

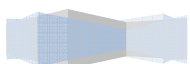
    aux = Convert.ToInt32(Math.Round(objetiveMV, 0));

    Communication.EnviarModificarConsignas(aux, 0);
}
```



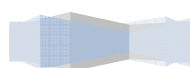


```
//Hemos alcanzado la fuerza objetivo, y se lo indicamos al banco  
private void finishEstabilize()  
{  
    Communication.EnviarModificarConsignas(0, 0);  
}  
  
public override void HandleDataArrived(DatosEventArgs datos, long tiempo)  
{  
    double Velocity = MeasureConverter.ConvertPulsesToKMH(data.Pulsos,  
CorrectionFactor);  
  
    Distance =  
MeasureConverter.ConvertPulsesDespToMetres(data.PulsosDesp,  
CorrectionFactor);  
  
    double force =  
MeasureConverter.ConvertMiliVoltinKNewton(datos.MVsalida);  
  
    double par = MeasureConverter.ConvertMiliVoltinNM(datos.MVsalida);  
  
    double perimeter = ((RoadTest)ActualTest).WheelPerimeter;  
  
    double power = MeasureConverter.CalculatePowerCV(datos.Pulsos, par,  
CorrectionFactor);  
  
    //Notificación a interfaz y a la base de datos  
  
    //En caso de estar en el estado de alcanzando la consigna si la he alcanzado  
paso al estado estabilizar  
  
    //En caso de estar en el estado de estabilizando, si está estabilizada paso al  
estado de esperar consigna en el caso de que no  
  
    // se hayan hecho las mediciones indicadas, si se han hecho la prueba se  
termina  
  
    //Si estoy en el de esperando consigna, solo mido, y cuando el usuario  
indica la nueva consigna, paso al estado de alcanzar consigna  
}
```





```
//Termina la prueba y deja de medir  
private void stopBanco()  
{  
    Communication.EnviarNoMandarDatos();  
    Communication.EnviarCambiarControl(0);  
    Communication.EnviarMedirDistancia();  
    Communication.Close();  
}
```



**6. Prueba de velocidad constante:**

```
// En esta prueba los estados son, sin empezar, alcanzando consigna,
estabilizando, esperando nueva consigna y terminada, es igual que

// la anterior, pero con velocidad en vez de fuerza.

//Inicializado del banco para empezar a medir

private void initializeBanco()
{
    Communication.Open();

    Communication.EnviarCambiarMuxRueda(0);

    Communication.EnviarSaltoMuestras(0);

    //Caso medir rpm

    //Communication.EnviarMedirRPM();

    // Communication.EnviarCambiarMuxRpm(0);

    Communication.EnviarMedirDistancia();

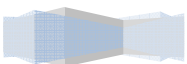
    Communication.EnviarCambiarMuxRpm(1);

    Communication.EnviarConstantesBanco(ActualConfiguration.Configuration.CFrenoVcte, ActualConfiguration.Configuration.CProrVcte,
    ActualConfiguration.Configuration.CDerVcte, 0, 0, 0, 0);

    Communication.EnviarMandarDatos();
}

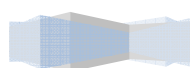
//Enviamos una nueva consigna de velocidad constante

private void estabilize(double objective)
```





```
{  
    double aux = MeasureConverter.ConvertKMHtoPulses(objetivo,  
CorrectionFactor);  
    Communication.EnviarModificarConsignas(0, aux);  
    Communication.EnviarCambiarControl(2);  
}  
  
// Se ha alcanzado la velocidad objetivo, y deja de frenar  
private void finishEstabilize()  
{  
    Communication.EnviarCambiarControl(0);  
}  
  
public override void HandleDataArrived(DatosEventArgs datos, long tiempo)  
{  
    double Velocity = MeasureConverter.ConvertPulsesToKMH(data.Pulsos,  
CorrectionFactor);  
    Distance =  
MeasureConverter.ConvertPulsesDespToMetres(data.PulsosDesp,  
CorrectionFactor);  
    double force =  
MeasureConverter.ConvertMiliVoltinKNewton(datos.MVsalida);  
    double par = MeasureConverter.ConvertMiliVoltinNM(datos.MVsalida);  
    double perimeter = ((RoadTest)ActualTest).WheelPerimeter;  
    double power = MeasureConverter.CalculatePowerCV(datos.Pulsos, par,  
CorrectionFactor);  
}
```





```
// Notificación a interfaz y a la base de datos

//En caso de estar en el estado de alcanzando la velocidad si la he
alcanzado y es mayor en 5 km/h se le indicaría al banco

// que hay que estabilizarla y se pasa al estado estabilizando

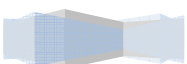
//En caso de estar en el estado de estabilizando, si esta estabilizada se deja
de estabilizar y se pasa al estado de esperar consigna en el caso de que no

//se hayan hecho las mediciones indicadas, si se han hecho la prueba se
termina

//Si estoy en el de esperando consigna, solo mido, y cuando el usuario
indica la nueva consigna, paso al estado de alcanzar consigna
}

//Termina la prueba y deja de medir

private void stopBanco()
{
    Communication.EnviaNoMandarDatos();
    Communication.EnviaMedirDistancia();
    Communication.Close();
}
```

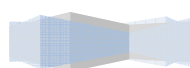




7. Curva de potencia:

```
//Empieza a medir datos
private void initializeBanco()
{
    Communication.Open();
    Communication.EnviarMandarDatos();
}
//Deja de medir datos
private void stopBanco()
{
    Communication.EnviarNoMandarDatos();
    Communication.Close();
}
//Midiendo potencia cuando el vehículo acelera
public override void HandleDataArrived(BancoPotencia.DatosEventArgs
datos, long tiempo)
{
    long time = tiempo;
    double velocity = MeasureConverter.ConvertPulsesToKMH(datos.Pulsos,
_test.CorrectionFactor);
    //Medimos rpms
    double loops = datos.Pulsos;
    int rpm = Convert.ToInt32(Math.Round(loops * _test.CorrelationRpm, 0));

    //Añade el elemento a la lista para el cálculo de la aceleración media
```





```
listPulses.Add(datos.Pulsos);

//Calcula velocidad angular

double angularAcceleration =
MeasureConverter.CalculateMeanAngularAcceleration(listPulses, pulsesBefore);

//Calcula par

double actualpar =
Math.Abs(MeasureConverter.CalculateTorqueRevolution(angularAcceleration));

//Suaviza con el valor anterior

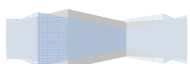
double par = 0.95 * parBefore + 0.05 * actualpar;

double power =
Math.Abs(MeasureConverter.CalculatePowerFromRmpCV(rpm, par));

//Notificaría a la interfaz B.D ....;

//Si la velocidad anterior es mayor que la actual
if (lastVelocity > velocity)
{
    if (cont == 5) // Si van 5 veces seguida siendo menor se le avisa al
conductor
    {
        _test.NotifyMessage("Deje de acelererar, \nPISE EL EMBRAGUE
y\nponga punto muerto");
    }

    if (cont == 14) // Si van 14 veces seguida siendo menor, se pasa a medir
pérdidas
```

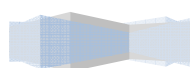




```
{
    _test.State = _factory.CreateMeasuringLosesState(par, listPulses, _test);
}
else
{
    cont++;
}
}
else //Si no es mayor se reinicia el contador
{
    cont = 0;
}
lastVelocity = velocity;
//Guarda los pulsos anteriores para la aceleración anterior
pulsesBefore = listPulses.Sum() / listPulses.Count;

//Si la lista tiene 20 elementos le quitamos el primero
if (listPulses.Count == 20)
{
    listPulses.RemoveAt(0);
}
parBefore = par;
}

//Midiendo pérdidas de potencia
```





```
public override void HandleDataArrived(BancoPotencia.DatosEventArgs
datos, long tiempo)
{
    long time = tiempo;

    double velocity = MeasureConverter.ConvertPulsesToKMH(datos.Pulsos,
_test.CorrectionFactor);

    //Medimos rpms

    double loops = datos.Pulsos;

    int rpm = Convert.ToInt32(Math.Round(loops * _test.CorrelationRpm, 0));

    //Añade el elemento a la lista para el cálculo de la aceleración media
    listPulses.Add(datos.Pulsos);

    //Calcula velocidad angular

    double angularAcceleration =
MeasureConverter.CalculateMeanAngularAcceleration(listPulses, pulsesBefore);

    //Calcula par

    double actualpar =
Math.Abs(MeasureConverter.CalculateTorqueRevolution(angularAcceleration));

    //Suaviza con el valor anterior

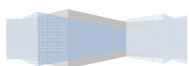
    double par = 0.95 * parBefore + 0.05 * actualpar;

    double power =
Math.Abs(MeasureConverter.CalculatePowerFromRmpCV(rpm, par));

    //Notifica a la interfaz B.D ....

    if (rpm < 1500) //Opcion que se debería de poder cambiar
    {

        _test.QuitBreak();
    }
}
```

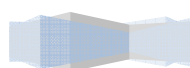




```
        _test.State = _factory.CreateStoppingState(_test);
    }
    //Guarda los pulsos anteriores para la aceleración anterior
    pulsesBefore = listPulses.Sum() / listPulses.Count;

    //Si la lista tiene 20 elementos le quitamos el primero
    if (listPulses.Count == 20)
    {
        listPulses.RemoveAt(0);
    }
    parBefore = par;
}

}
```



**8. Factor de corrección:**

```
//Primero se inicializa el banco para que cada vez que la fotocélula detecte la
rueda

        // envíe la información medida en lugar de cada pulso de reloj

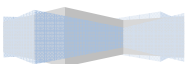
        //Es decir para cada vez que la rueda da una vuelta se pueda saber la
distancia recorrida

        private void openCommunication()
    {
        Communication.Open();

        Communication.EnviarSaltoMuestras(0);
        Communication.EnviarCambiarControl(0);
        Communication.EnviarMandarDatos();
        Communication.EnviarCambiarMuxRueda(1);
    }

        internal override void NewDataArrived(DatosEventArgs data)
    {
        //Guarda las muestras en una en la base de datos, guarda los pulsos y la
distancia calculada

        muestrasfactorcorreccion measure = new muestrasfactorcorreccion();
        measure.Pulsos = data.Pulsos;
        measure.Perimetro = Operations.CalculateDistance(data.Pulsos);
        measure.Indice = Window.TestData.Count;
        Window.TestData.Add(measure);
    }
}
```





```
//Calcula la distancia media recorrida

double meanPerimeterCalculate =
Operations.CalculatePerimeter(Window.TestData.ToList<muestrasfactorcorreccion>());

//Calcula el factor de corrección a partir de la distancia media y el
perímetro teórico del neumático

double meanFactorCalculate =
Operations.CalculateFactor(meanPerimeterCalculate,Window.TheoreticalPerimeter);

loopsDone++;

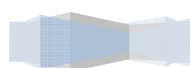
//Avisa a la interfaz

Window.ActualizeData(loopsDone, meanFactorCalculate,
meanPerimeterCalculate);

//Cuando se alga llegado al límite de mediciones se termina de medir
if (loopsDone == this.MaxLoop)
    Window.State = new StoppedStateCalibration(Window);
}

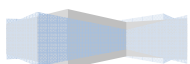
//Método por el que se calcula la distancia de la muestra

internal double CalculateDistance(double pulses)
{
double result = pulses / 1000;
result = result * Math.PI * 0.352;
return result;
}
```





```
}  
  
    //Calcula la distancia medida media  
  
    internal override double  
CalculatePerimeter(List<muestrasfactorcorreccion> Perimeters)  
{  
  
    double result = 0;  
  
    //Recorre una lista donde se almacenan la distancia medida y las va  
sumando  
  
    foreach (muestrasfactorcorreccion perimeter in Perimeters)  
    {  
  
        result += perimeter.Perimetro;  
  
    }  
  
    //Divido por el numero de muestras medidas  
  
    return (result / Perimeters.Count);  
  
}  
  
//Se calcula el factor de corrección a partir del perímetro medido y del  
perímetro teórico.  
  
    internal double CalculateFactor(double Perimeter, double  
teoricalPerimeter)  
{  
  
    return Perimeter / teoricalPerimeter;  
  
}  
  
//Cuando se termina se para de medir, y se deja el banco como estaba  
  
private void closeComunication()
```

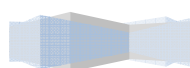




```
{  
    Communication.EnviarNoMandarDatos();  
    Communication.EnviarCambiarMuxRueda(0);  
    Communication.Close();  
}
```

9. Formulas utilizadas:

```
//Calcular velocidad a partir de pulsos en KM/h  
public static double ConvertPulsesToKMH(double pulses, double  
correctionFactor)  
{  
    int EncoderRodillo = ActualConfiguration.Configuration.ResEncoder;  
    double DiametroRodillo =  
ActualConfiguration.Configuration.DiametroRodillos;  
    double vueltas = (pulses / EncoderRodillo);  
    double distance = vueltas * DiametroRodillo * Math.PI;  
    return ((distance / PulseTime) * 3.6) * correctionFactor;  
}  
  
//Calcular distancia a partir de pulsos_desp  
  
public static double ConvertPulsesDespToMetres(double pulsesDesp, double  
correctionFactor)  
{  
    double DiametroRodillo =  
ActualConfiguration.Configuration.DiametroRodillos;  
    return pulsesDesp * DiametroRodillo * Math.PI * correctionFactor;  
}  
  
//Calcular par resistente  
  
public static double ConvertMiliVoltinNM(double miliVoltios)  
  
{
```

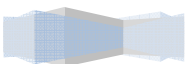




```
double AFreno = ActualConfiguration.Configuration.AFreno;
double BFreno = ActualConfiguration.Configuration.BFreno;
return AFreno * miliVoltios + BFreno;
}

//Calcular fuerza resistente
public static double ConvertMiliVoltinKNewton(double miliVoltios)
{
    double mitadDiametroRodillo =
ActualConfiguration.Configuration.DiametroRodillos / 2;
    double AFreno = ActualConfiguration.Configuration.AFreno;
    double BFreno = ActualConfiguration.Configuration.BFreno;
    return (AFreno * miliVoltios + BFreno) / (mitadDiametroRodillo * 1000);
}

//Calcular potencia resistente a partir del par resistente
public static double CalculatePowerCV(double pulses, double par, double
correctionFactor)
{
    int EncoderRodillo = ActualConfiguration.Configuration.ResEncoder;
    double rad = (pulses / EncoderRodillo) * 2 * Math.PI * correctionFactor;
    double angularvelocity = rad / PulseTime;
    return (par * angularvelocity) / 735;
}
```





```
//Convertir KN a milivoltios para fuerza consigna en f.cte
public static double ConvertKNMinVolt(double KN)
{
    double mitadDiametroRodillo =
ActualConfiguration.Configuration.DiametroRodillos / 2;

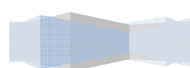
    double AFreno = ActualConfiguration.Configuration.AFreno;
    double BFreno = ActualConfiguration.Configuration.BFreno;

    double KNM = KN * mitadDiametroRodillo;
    double NewtonMetros = KNM * 1000;
    return (NewtonMetros - BFreno) / AFreno;
}

//Convertir velocidad en km/h a pulsos para velocidad consigna v.cte
public static int ConvertKMHtoPulses(double velocity, double
correctionFactor)
{
    int EncoderRodillo = ActualConfiguration.Configuration.ResEncoder;

    double DiametroRodillo =
ActualConfiguration.Configuration.DiametroRodillos;

    double distance = (0.02 * velocity) / 3.6;
    double vueltas = distance / (DiametroRodillo * Math.PI);
    return Convert.ToInt32((vueltas * EncoderRodillo) / correctionFactor);
}
```





```
//Calculo de Ccar0 para el control de carretera

static public double CalcularCcar0(double masa, double pendiente, double
coeficienteRozamiento)

{

    double AFreno = ActualConfiguration.Configuration.AFreno;

    double BFreno = ActualConfiguration.Configuration.BFreno;

    double DiametroRodillo =
ActualConfiguration.Configuration.DiametroRodillos;

    double result = (coeficienteRozamiento + pendiente) / (Math.Sqrt(1 +
Math.Pow(pendiente, 2)));

    result = result * masa * DiametroRodillo * g;

    result = result - BFreno;

    result = result / (2 * AFreno);

    return result;

}

//Calculo de CcarAcel para el control de carretera

static public double CalcularCcarAcel(double masa, double factorCorreccion)

{

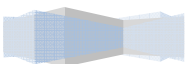
    double AFreno = ActualConfiguration.Configuration.AFreno;

    double DiametroRodillo =
ActualConfiguration.Configuration.DiametroRodillos;

    int resEncoder = ActualConfiguration.Configuration.ResEncoder;

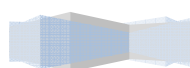
    double gp = (360.0 / resEncoder);

    double I = ActualConfiguration.Configuration.Inercia;
```





```
double aux1 = (masa - ((4.0 * I) / Math.Pow(DiametroRodillo, 2)));  
double aux = Math.PI * factorCorreccion * gp * Math.Pow(DiametroRodillo,  
2);  
aux = aux / 4.0;  
double aux2 = aux1 * aux;  
double result = aux2 / (90.0 * AFreno * Math.Pow(tp, 2));  
return result;  
}  
  
//Calculo de CcarAero para el control de carretera  
  
static public double CalcularCcarAero(double CoeficienteAerodinamico,  
double Superficie, double factorCorreccion)  
{  
    double AFreno = ActualConfiguration.Configuration.AFreno;  
    double DiametroRodillo =  
ActualConfiguration.Configuration.DiametroRodillos;  
    double densidadAire = ActualConfiguration.Configuration.DenAire;  
    int resEncoder = ActualConfiguration.Configuration.ResEncoder;  
    double gp = (360.0 / resEncoder);  
  
    double result = DiametroRodillo * gp * Math.PI * factorCorreccion;  
    result = result / (2.0 * 90.0 * tp);  
    result = Math.Pow(result, 2);  
  
    double aux = DiametroRodillo * CoeficienteAerodinamico * densidadAire *  
Superficie;  
    aux = aux / 2.0;
```





```
    result = result * aux;

    result = result / (AFreno * 2.0);

    return result;
}

//Calculo de aceleración media para la curva de potencia

public static double CalculateMeanAngularAcceleration(List<double>
listpulses, double pulsesAnt)
{
    //listPulses es una lista de valores enteros, tiene la funcion sum() que
suma todos los valores

    // Y Count que dice el total de valores que hay en la lista.

    double pulses = listpulses.Sum() / listpulses.Count;

    double frecuencia1 = (pulses /
ActualConfiguration.Configuration.ResEncoder) / tp;

    double frecuencia2 = (pulsesAnt /
ActualConfiguration.Configuration.ResEncoder) / tp;

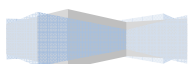
    double W1 = 2 * Math.PI * (frecuencia1);

    double W2 = 2 * Math.PI * (frecuencia2);

    double W1R = (W1 * (Math.PI * DiametroRodillo)) / (perimetroRueda);
    double W2R = (W2 * (Math.PI * DiametroRodillo)) / (perimetroRueda);

    double aceleration = (W1R - W2R) / (tp);

    return aceleration;
}
```



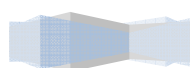


```
//Calculo del par a partir de la aceleración para la curva de potencia
public static double CalculateTorqueRevolution(double acceleration)
{
    double I = ActualConfiguration.Configuration.Inercia;
    return acceleration * I;
}

//Cálculo de la potencia a partir de las rpm del motor para la curva de
potencia
public static double CalculatePowerFromRmpCV(double rpm, double par)
{
    double angularVelocity = (rpm / 60) * 2 * Math.PI;
    return (par * angularVelocity) / 735;
}

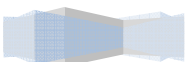
//Funciones para la temperatura

//Convertir Milivoltios sensor temperatura a grados
public static double ConvertMiliVoltToDegrees(double temperature)
{
    double Atemperatura = ActualConfiguration.Configuration.ATemperatura;
    double Btemperatura = ActualConfiguration.Configuration.BTemperatura;
    return Atemperatura * temperature + Btemperatura;
}
```



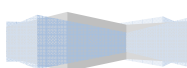


```
//Convertir Milivoltios sensor presión a Bar  
public static double ConvertMiliVoltTomBar(double pressure)  
{  
    double Apresion = ActualConfiguration.Configuration.APresion;  
    double Bpresion = ActualConfiguration.Configuration.BPresion;  
    return Apresion * pressure + Bpresion;  
}  
  
}
```





Anexo 2: Informes



ANEXO 2: INFORMES

1. Velocímetro.



Universidad de Málaga
Escuela de Ingenierías

29071 Escuela Politécnica Superior
Málaga

Teléfono 951952395

Teléfono 951952395

Datos del cliente

Datos del vehículo

Nombre	JUAN ANTONIO AUÑON	Matrícula	TAHERMO
Dirección		Marca	
Teléfono		Modelo	

Prueba Velocímetro

	1º	2º	3º	4º	5º	6º
V.TEST Km/h	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
V.REAL Km/h	14,3	25,3	35,0	43,6	52,7	63,7
ERROR %	28,3	15,7	12,4	12,8	12,1	9,0
	7º	8º	9º	10º	11º	12º
V.TEST Km/h	80,0	90,0	100,0			
V.REAL Km/h	73,6	82,6	92,6			
ERROR %	7,9	8,2	7,4			

ERROR MÁXIMO % 5



Prueba Cuentakilómetros

	1º	2º	3º	4º	5º
D.TEST (m)					
D.REAL (m)					
ERROR %					
	6º	7º	8º	9º	10º
D.TEST (m)					
D.REAL (m)					
ERROR %					

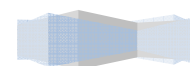
ERROR MÁXIMO %

TIEMPO DE 0 A 1000 M

VELOCIDAD

Fecha martes, 8 julio 2014
TÉCNICAS REUNIDAS DE AUTOMOCIÓN, S.A.

Hora 17.10.28





Prueba de Velocímetro

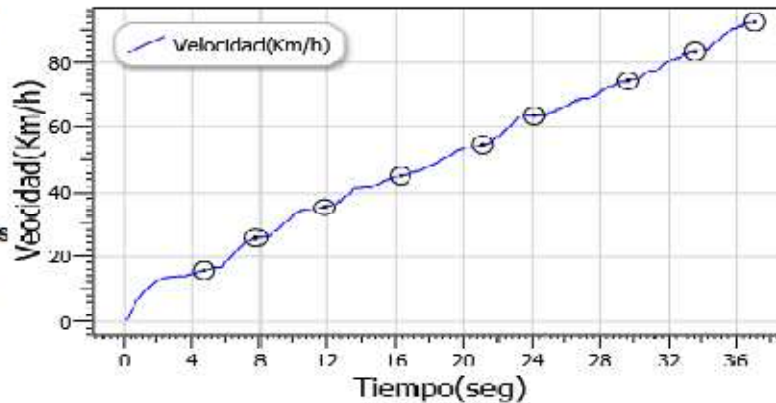


Departamento
de Máquinas y Motores
Térmicos

Datos de la prueba :

Fecha : 28/07/2014
Hora : 14:10
Factor Corre: 1
Temperatura : 30,176
Presión : 1075,9805

Gráfica Velocidad(Km/h) / Tiempo(seg):



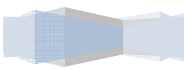
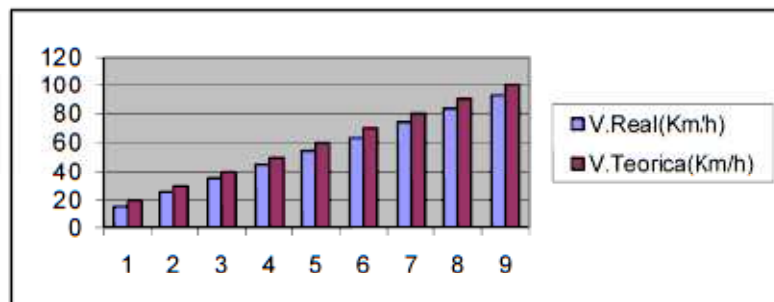
Datos del vehiculo usados

Matricula : TahernoN
Marca : Renault
Modelo : Kangoo
Motor : Gasolina
Neumático : 175/65R14
Perímetro : 1,82715029

Confirmaciones realizadas :

Número	V.Real(Km/h)	Teorica(Km/	Error %
0	15,7	20	21,4
1	25,7	30	14,4
2	35,2	40	11,9
3	45,2	50	9,6
4	54,5	60	9,1
5	63,3	70	9,6
6	74	80	7,4
7	83,4	90	7,3
8	92,4	100	7,6

Error Máx. : 21,4





Anexo 2: Informes

2. Cuentakilómetros.



Universidad de Málaga

Escuela de Ingenierías

29071 Escuela Politécnica Superior

Málaga

Teléfono 951952395

Teléfono 951952395

Datos del cliente

Datos del vehículo

Nombre	JUAN ANTONIO AUÑON	Matrícula	TAHERMO
Dirección		Marca	
Teléfono		Modelo	

Prueba Velocímetro

	1°	2°	3°	4°	5°	6°
V.TEST Km/h	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
V.REAL Km/h	14,3	25,3	35,0	43,6	52,7	63,7
ERROR %	28,3	15,7	12,4	12,8	12,1	9,0
	7°	8°	9°	10°	11°	12°
V.TEST Km/h	80,0	90,0	100,0			
V.REAL Km/h	73,6	82,6	92,6			
ERROR %	7,9	8,2	7,4			

ERROR MÁXIMO % 5



Prueba Cuentakilómetros

	1°	2°	3°	4°	5°
D.TEST (m)	100,0	200,0	300,0	400,0	500,0
D.REAL (m)	103,9	202,4	300,8	400,3	497,6
ERROR %	-3,9	-1,2	-0,3	-0,1	0,5
	6°	7°	8°	9°	10°
D.TEST (m)					
D.REAL (m)					
ERROR %					

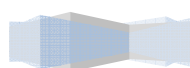
ERROR MÁXIMO % 5

TIEMPO DE 0 A 1000 M

VELOCIDAD

Fecha martes, 8 julio 2014
TÉCNICAS REUNIDAS DE AUTOMOCIÓN, S.A.

Hora 17:17:37





Prueba de Cuentakilómetros

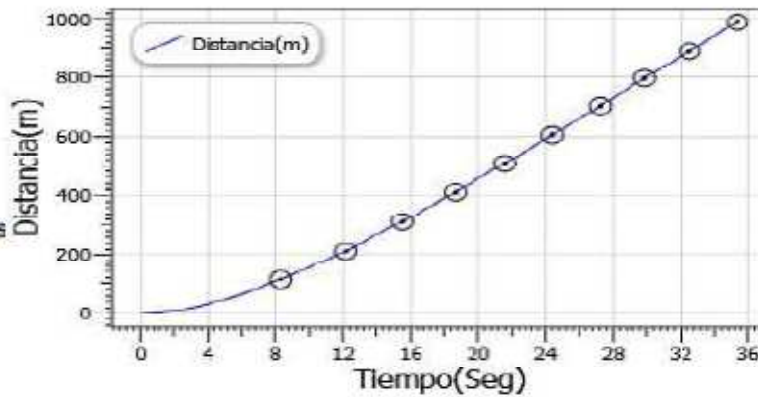


Departamento
de Máquinas y Motores
Térmicos

Datos de la prueba :

Fecha : 20/07/2014
Hora : 14:26
Guardado : Discontinuo
Factor Corre: 1
Temperatura 30,176
Presión : 1075,9805

Gráfica Distancia(m)/ Tiempo(seg):



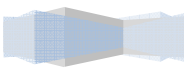
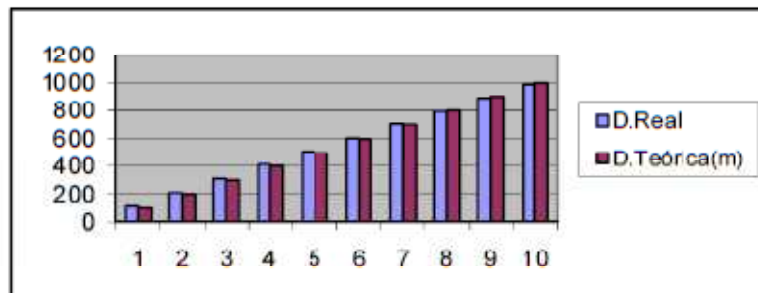
Datos del vehiculo usados:

Matricula : TahermoN
Marca : Renault
Modelo : Kangoo
Motor : Gasolina
Neumático : 175/65R14
Perímetro : 1,82715029

Confirmaciones realizadas :


Número	D.Real	D.Teórica(m)	Error %
0	110,6	100	-10,6
1	211,2	200	-5,6
2	310,7	300	-3,6
3	410,3	400	-2,6
4	507,6	500	-1,5
5	606	600	-1
6	704,4	700	-0,6
7	796,2	800	0,5
8	890,2	900	1,1
9	988,6	1000	1,1

Error Máx. : -10,6





3. Prueba 0-100 km/h.



Universidad de Málaga
Escuela de Ingenierías
29071 Escuela Politécnica Superior
Málaga

Teléfono 951952395

Teléfono 951952395

Datos del cliente			Datos del vehículo		
Nombre	JUAN ANTONIO AUÑON	Matrícula	TAHERMO		
Dirección		Marca			
Teléfono		Modelo			

Prueba Velocímetro

	1º	2º	3º	4º	5º	6º
V.TEST Km/h						
V.REAL Km/h						
ERROR %						
	7º	8º	9º	10º	11º	12º
V.TEST Km/h						
V.REAL Km/h						
ERROR %						

ERROR MÁXIMO %

TIEMPO DE 0 A 100 KM/H *44,4 seg.*

DISTANCIA *1041 m.*

Prueba Cuentakilómetros

	1º	2º	3º	4º	5º
D.TEST (m)					
D.REAL (m)					
ERROR %					
	6º	7º	8º	9º	10º
D.TEST (m)					
D.REAL (m)					
ERROR %					

ERROR MÁXIMO %

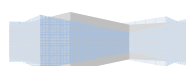
TIEMPO DE 0 A 1000 M

VELOCIDAD

Fecha *miércoles, 9 julio 2014*

Hora *10:53:39*

TÉCNICAS REUNIDAS DE AUTOMOCIÓN, S.A.





Prueba de 0-100 Km/h

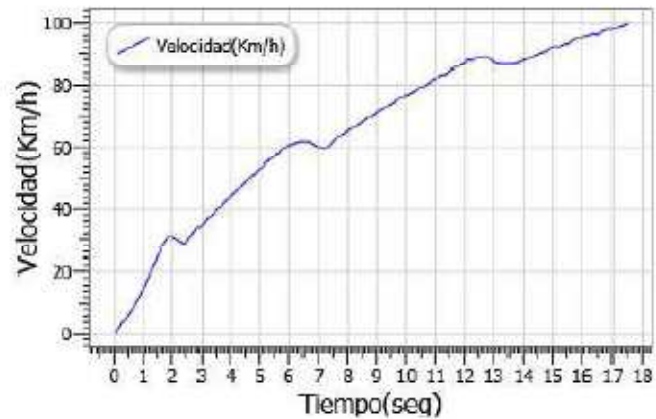


Departamento
de Máquinas y Motores
Térmicos

Datos de la prueba

Fecha :	28/07/2014
Hora :	14:31
Guarda do :	Discontinuo
Factor Corrección :	1
Temperatura :	30,176
Presión :	1075,9805
Masa Adicional	0
Coefficiente Rozamiento :	0,015
Coefficiente Aerodinámico :	0,35

Gráfica Velocidad(Km/h) / Tiempo(seg):

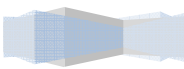


Datos del vehiculo usados

Matricula :	TahermoN
Marca :	Renault
Modelo :	Kangoo
Motor :	Gasolina
Neumático :	175/65R14
Perimetro :	1,82715029
Masa :	1200
Superficie Frontal :	2,61

Resultado de la prueba

Duración :	00:17,4
Distancia Recorrida(m) :	327,33





4. Prueba 0-1000 metros.



Universidad de Málaga
Escuela de Ingenierías
29071 Escuela Politécnica Superior
Málaga

Teléfono 951952395

Teléfono 951952395

Datos del cliente		Datos del vehículo	
Nombre	JUAN ANTONIO AUÑON	Matrícula	TAHERMO
Dirección		Marca	
Teléfono		Modelo	

Prueba Velocímetro

	1º	2º	3º	4º	5º	6º
V.TEST Km/h						
V.REAL Km/h						
ERROR %						
	7º	8º	9º	10º	11º	12º
V.TEST Km/h						
V.REAL Km/h						
ERROR %						

ERROR MÁXIMO %



Prueba Cuentakilómetros

	1º	2º	3º	4º	5º
D.TEST (m)					
D.REAL (m)					
ERROR %					
	6º	7º	8º	9º	10º
D.TEST (m)					
D.REAL (m)					
ERROR %					

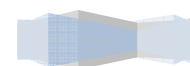
ERROR MÁXIMO %

TIEMPO DE 0 A 1000 M 43,1 seg.

VELOCIDAD 101,9 kmh

Fecha martes, 8 julio 2014
TÉCNICAS REUNIDAS DE AUTOMOCIÓN, S.A.

Hora 18:58:09





Prueba de 0-1000 metros

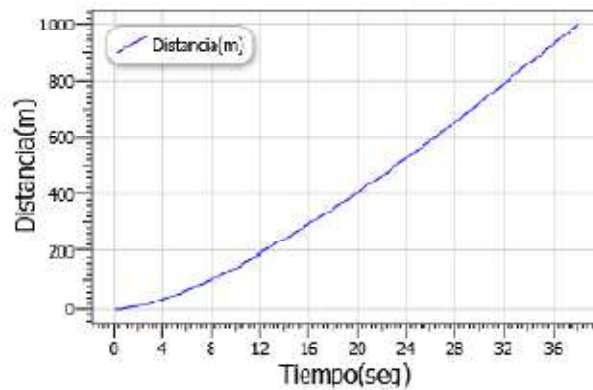


Departamento
de Máquinas y Motores
Térmicos

Datos de la prueba

Fecha :	28/07/2014
Hora :	14:35
Factor Corrección :	1
Temperatura :	31,037
Presión :	1075,9805
Masa Adicional	0
Coefficiente Rozamiento :	0,015
Coefficiente Aerodinámico :	0,35

Gráfica Distancia(m) / Tiempo(seg):

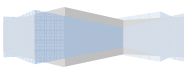


Datos del vehículo usados

Matricula :	TahermoN
Marca :	Renault
Modelo :	Kangoo
Motor :	Gasolina
Neumático :	175/65R14
Perimetro :	1,82715029
Masa :	1200
Superficie Frontal :	2,61

Resultado de la prueba

Duración :	00:33,0
Velocidad Media (km/h):	92,79
Velocidad Final(km/h):	128,39





5. Prueba de fuerza constante.



Universidad de Málaga
Escuela de Ingenierías

29071 Escuela Politécnica Superior
Málaga

Teléfono 951952395

Teléfono 951952395

Datos del cliente

Datos del vehículo

Nombre JUAN ANTONIO AUÑON

Matrícula TAHERMO

Dirección

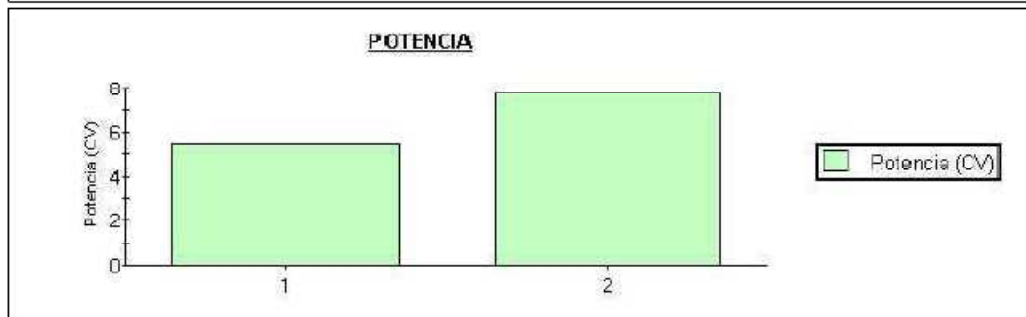
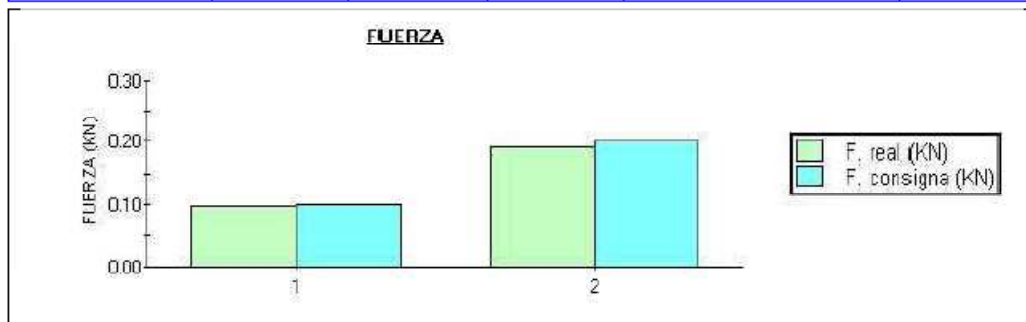
Marca

Teléfono

Modelo

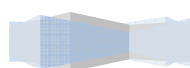
PRUEBA FUERZA CONSTANTE

	1º	2º	3º	4º	5º	6º
F. consigna (KN)	0,100	0,200				
F. real (KN)	0,096	0,190				
RPM motor	3572	3084				
Potencia (CV)	5,4	7,8				
	7º	8º	9º	10º	11º	12º
F. consigna (KN)						
F. real (KN)						
RPM motor						
Potencia (CV)						



Fecha *miércoles, 9 julio 2014*

Hora *11:25:20*





Prueba de Fuerza Costante

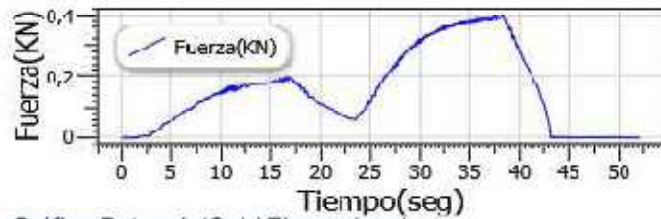


Departamento
de Máquinas y Motores
Térmicos

Datos de la prueba :

Fecha : 23/07/2014
Hora : 14:48
Factor Corrección : 1
Temperatura : 31,037
Presión : 1075,9805

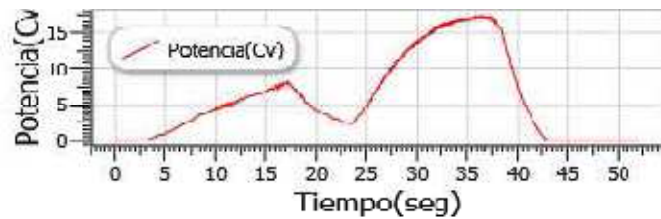
Gráfica Velocidad(Km/h) / Tiempo(seg):



Datos del vehículo usados :

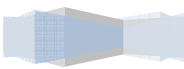
Matricula : TahernoN
Marca : Renault
Modelo : Kangoo
Motor : Gasolina
Neumático : 175/65R 14
Perímetro : 1,827150287

Gráfica Potencia(Cv) / Tiempo(seg):



Pruebas realizadas :

Número	Consigna(N·M)	Fuerza(KN)	Potencia(CV)
1	0,1	0,09	4
2	0,2	0,19	8,12
3	0,3	0,29	10,48
4	0,4	0,39	15,81



6. Prueba de velocidad constante.



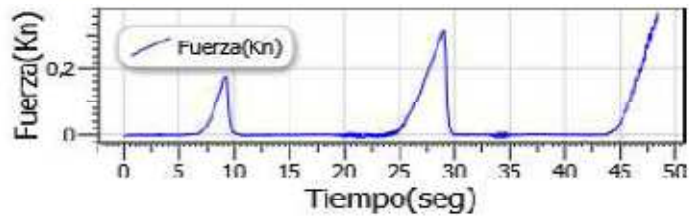
Prueba de Velocidad Costante



Datos de la prueba :

Fecha : 28/07/2014
 Hora : 15:07
 Factor Corrección : 1
 Temperatura : 31,037
 Presión : 1075,9805

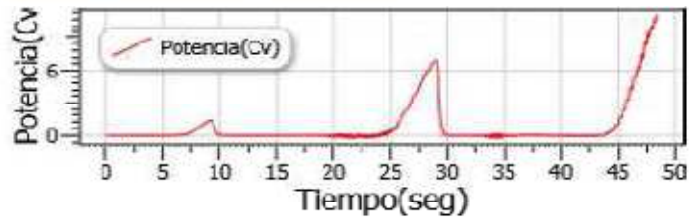
Gráfica Fuerza(KN) / Tiempo(seg):



Datos del vehículo usado :

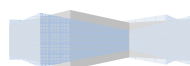
Matrícula : TanemoN
 Marca : Renault
 Modelo : Kangoo
 Motor : Gasolina
 Neumático : 175/65R14
 Perímetro : 1,827 150287

Gráfica Potencia(Cv) / Tiempo(seg):




Pruebas realizadas :

Número	Consigna(Km/h)	Fuerza(KN)	Potencia(CV)
1	20	0,17	1,3
2	60	0,31	7,02
3	80	0,37	11,13





7. Prueba carretera.



Universidad de Málaga
Escuela de Ingenierías
29071 Escuela Politécnica Superior
Málaga

Teléfono 951952395

Teléfono 951952395

Datos del cliente

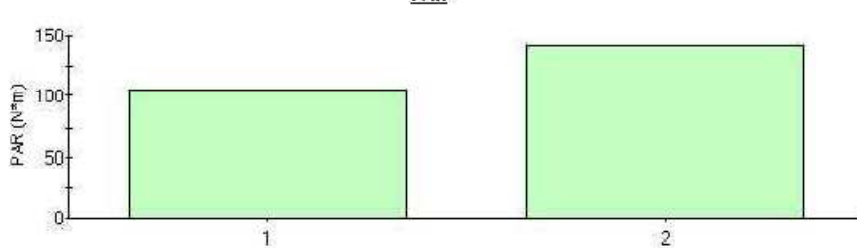
Datos del vehículo

Nombre	JUAN ANTONIO AUÑON	Matrícula	TAHERMO
Dirección		Marca	
Teléfono		Modelo	

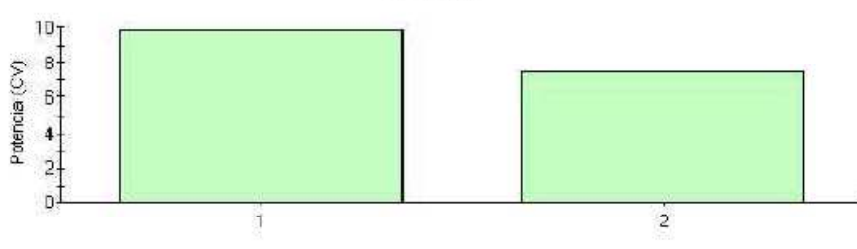
PRUEBA CARRETERA

	1º	2º	3º	4º	5º	6º
Pendiente	5,0	8,0				
RPM motor	2284	2284				
Par (N*m)	105,0	142,2				
Potencia (CV)	9,8	7,5				
	7º	8º	9º	10º	11º	12º
Pendiente						
RPM motor						
Par (N*m)						
Potencia (CV)						

PAR



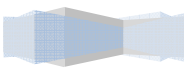
POTENCIA



Fecha *miércoles, 9 julio 2014*

Hora *11:38:12*

TÉCNICAS REUNIDAS DE AUTOMOCIÓN, S.A.





Prueba de Carretera

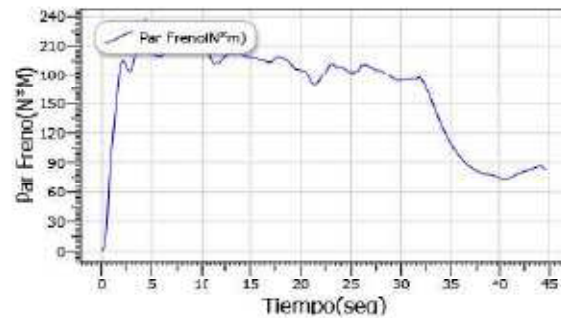


Departamento
de Máquinas y Motores
Térmicos

Datos de la prueba

Fecha : 28/07/2014
 Hora : 15:18
 Factor Corrección : 1
 Temperatura : 31,488
 Presión : 1073,0405
 Masa Adicional : 0
 C. Rozamiento : 0,015
 C. Aerodinámico : 0,35

Gráfica Par Freno(N*m) / Tiempo(seg):

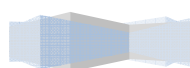


Datos del vehículo usado

Matricula : TahermoN
 Marca : Renault
 Modelo : Kangoo
 Motor : Gasolina
 Neumático : 175/65R14
 Perímetro : 1,827 1503
 Masa : 1200
 Superficie Frontal : 2,61

Pendientes Usadas :

Duración	Pendiente(%)
00:00,0	0





8. Curva de potencia.



Universidad de Málaga

Escuela de Ingenierías

29071 Escuela Politécnica Superior

Málaga

Teléfono 951952395

Teléfono 951952395

Datos del cliente

Datos del vehículo

Nombre JUAN ANTONIO AUÑON AUÑON

Matrícula TAHERMO

Dirección -

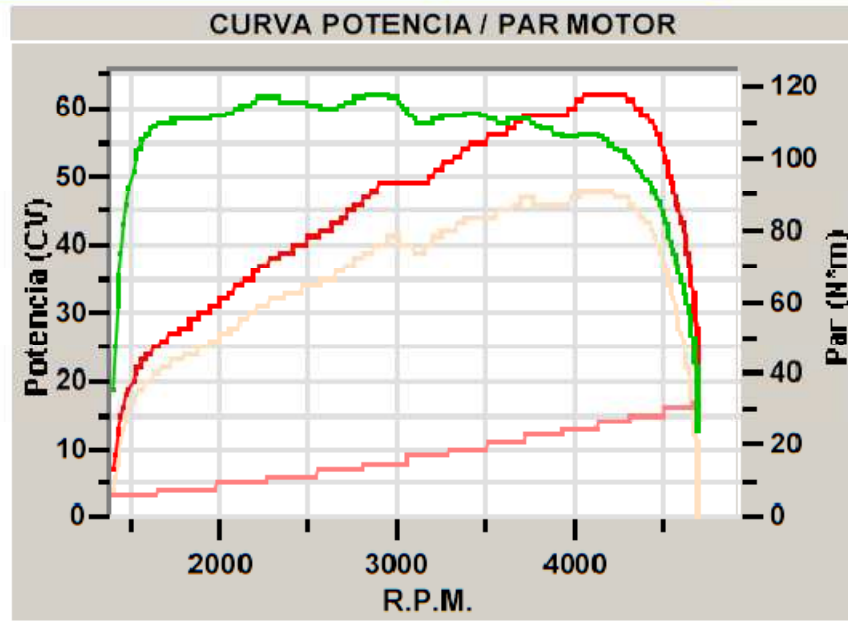
Marca

Teléfono

Modelo

CURVA DE POTENCIA

FACTOR CORRECCIÓN NORMA ISO 1585 - 1992	0,90751	VALORES MÁXIMOS	RPM
POTENCIA VEHÍCULO NORMA ISO 1585 - 1992	62,8 CV	4131 rpm	
POTENCIA RUEDA NORMA ISO 1585 - 1992	48,7 CV		
PERDIDAS BANCO NORMA ISO 1585 - 1992	-14,1 CV		
PAR MOTOR NORMA ISO 1585 - 1992	118,4 N*m	2907 rpm	
POTENCIA VEHÍCULO	69,2 CV	4131 rpm	
PAR MOTOR	130,5 N*m	2907 rpm	
VELOCIDAD MÁXIMA	126,6 Km/h	4702 rpm	
PRESIÓN ATMOSFÉRICA	1078 mbar		
TEMPERATURA AIRE	27,1 °C		
TEMP. ACEITE	0,9 °C		



Fecha miércoles, 9 julio 2014
TÉCNICAS REUNIDAS DE AUTOMOCIÓN, S.A.

Hora 11:00:53

Prueba de Curva de Potencia

Datos de la prueba

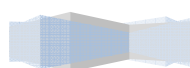
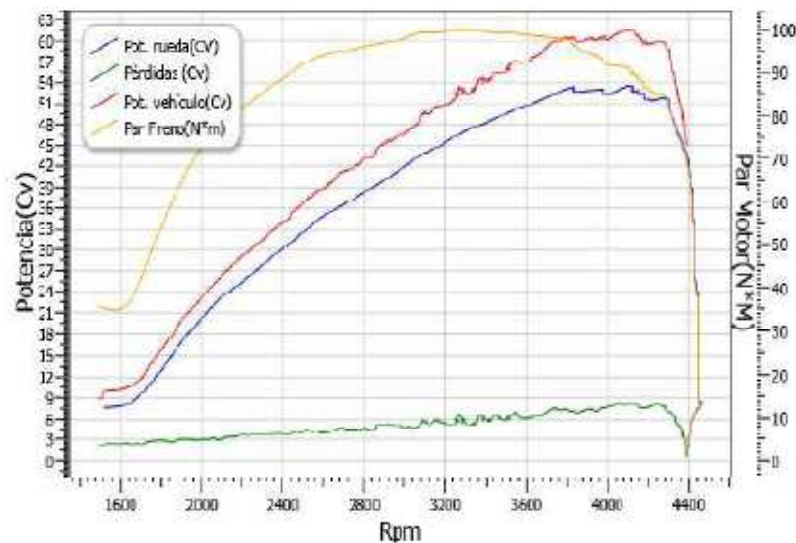
Fecha : 28/07/2014
 Hora : 15:25
 F. Corrección : 1
 Temperatura : 31,488
 Presión : 1073,0405
 Marcha : 3ª
 Pedal : A Fondo

Datos del vehículo usado

Matricula : TahernoN
 Marca : Renault
 Modelo : Kangoo
 Motor : Gasolina
 Neumático : 175/65R14
 Perimetro : 1.827

	Valores Máximos	Rpm
Potencia vehículo(Cv)	61,5	4102
Par rueda(N*M)	100,09	3296
Potencia rueda(Cv)	53,41	4102
Velocidad(Km/h)	95,94	4463

Curva Potencia/Par Motor :





9. Prueba de circuitos.



Prueba de Circuitos

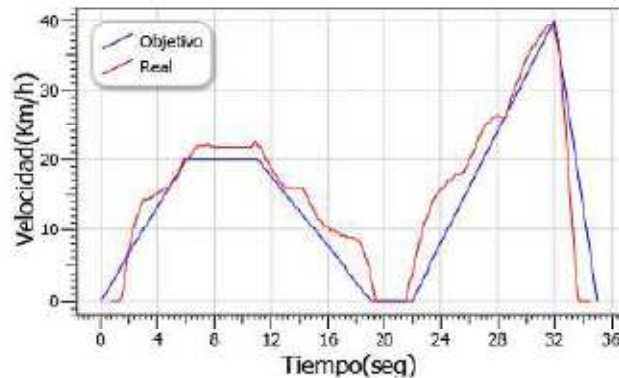


Departamento
de Máquinas y Motores
Térmicos

Datos de la prueba

Fecha : 28/07/2014
Hora : 15:47
Circuito : CircuitoPrueba
Factor Corrección : 1
Duración(seg) : 35
Distancia(m) : 0
Temperatura(C°) : 32,03
Presión(mbar) : 1073,04

Gráfica Velocidad(Km/h) / Tiempo(seg):

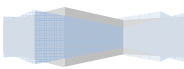


Datos del vehiculo usado

Matricula : TahernoN
Marca : Renault
Modelo : Kangoo
Motor : Gasolina
Neumático : 175/65R14
Perimetro : 1,827
Masa : 1200
Superficie Frontal : 2,61

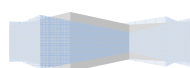
Datos del circuito:

Nº	Tiempo	V.Inicial T	V.Final T	V.Inicial R	V.Final R
0	6	0	20	0	17,72
1	5	20	20	17,72	21,7
2	8	20	0	21,7	6,57
3	3	0	0	6,57	0
4	10	0	40	0	39,21
5	3	40	0	39,21	0





Anexo 3: Manual Ryme





Anexo 4: Manual nuevo

