

DISEÑO CONCEPTUAL DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Ramón Quiza, Marcelino Rivas Santana, Víctor M. Llorens

*Centro de Estudio de Fabricación Avanzada y Sostenible (CEFAS), Universidad de Matanzas.
Autopista a Varadero km 3½, Matanzas 44740, Cuba.
Web: <http://cefas.umcc.cu>, Teléf.: +(53)45256812, Email: ramon.quiza@umcc.cu*

Resumen: El trabajo presenta una propuesta de diseño de banco de pruebas para motores de combustión interna. En el mismo se conceptualizan los diversos sistemas y componentes que forman el banco de pruebas, describiendo sus respectivas funcionalidades y requerimientos. Se incluye, además, el estudio de los sensores necesarios y se realiza una propuesta de compra de los mismos en el mercado internacional. Considerando los costos involucrados, el banco de pruebas propuesto es especialmente conveniente para pequeñas y medianas empresas.

Palabras claves: Banco de pruebas, Motor de combustión interna, Sensores.

Abstract: The work presents a proposal of designing a testbed for internal combustion engines. In this proposal, the different systems and components which form the testbed are conceptualized, by describing their respective functionalities and requirements. The study of needed sensors is also included and it is carried out a proposal of buying these components in the international market. By considering the involved cost, the proposed testbed is especially convenient for small- and medium-sized enterprises.

Keywords: Testbed, Internal combustion engine, Sensors.

1. Introducción.

Un banco de pruebas es un conjunto de maquinaria e instrumentación, con el propósito de evaluar el funcionamiento de un equipo de determinado. Los desarrolladores y reparadores de vehículos automotores, hoy en día, utilizan este tipo de bancos de prueba para medir el rendimiento del motor y frecuentemente requieren sistemas sofisticados para llevar a cabo esta labor [1].

Las pruebas principales son las que sirven para obtener los valores relativos al par motor, la presión media efectiva, la potencia desarrollada, el consumo específico de combustible, los diferentes rendimientos, así como la composición de los gases de escape [2].

Es importante destacar que los elementos mínimos que todo banco de pruebas debe tener son: el freno, cuya finalidad es regular el giro del árbol cigüeñal, los termopares para conocer la temperatura de operación, los fluxómetros para la medición exacta de combustible y en algunas

ocasiones dependiendo de la aplicación para el banco de pruebas, se utilizan sensores infrarrojos para medir el nivel de contaminantes en el motor [3].

En la industria automotriz cubana, enfocada a la reparación de motores de combustión interna, el uso de banco de pruebas es un requisito indispensable para garantizar la calidad del trabajo realizado. No obstante, al ser éstos productos de importación, su uso de hace prohibitivo, especialmente para los talleres más pequeños.

En el presente trabajo se propone un diseño conceptual de un banco de pruebas, para motores de combustión interna, minimizando el uso de componentes importados, concebido para ser usados en pequeñas y medianas empresas.

2. Diseño conceptual del banco de pruebas.

El banco de pruebas propuesto será ajustable y podrá ser empleado en los motores de combustión interna, más comunes dentro del ciclo productivo de la empresa EISA Matanzas. El costo del diseño será competitivo con otras alternativas presentes en el mercado.

La cimentación y la bancada se diseñarán no sólo para garantizar la resistencia mecánica y la rigidez, sino también para tener un apropiado amortiguamiento de las vibraciones.

Se empleará un freno dinamométrico por fricción, equipado, además, con un tacómetro para medir la velocidad de rotación. El par se medirá con extensómetros. La conexión al motor se hará a través de un árbol con acoplamiento por junta de cardan.

El sistema de alimentación permitirá el suministro de combustible al motor, para su funcionamiento. Contará con un medidor de flujo para determinar el consumo específico de combustible.

El sistema de enfriamiento se hará por agua, a través de un radiador acoplado al efecto. En la entrada del agua al radiador, se medirá su temperatura.

El sistema de evacuación de gases de escape permitirá sacar los mismos fuera del local de trabajo. Contará con un silenciador para la disminución de ruidos y con un analizador de gases para determinar su composición química, especialmente de aquellos que son nocivos y cuya emisión se encuentra limitada por las normas vigentes.

Todos los componentes del banco de prueba, tanto mecánicos como electrónicos, se seleccionarán garantizando su bajo costo y su disponibilidad en el mercado cubano.

El banco de pruebas utilizará la base existente en la empresa (1), a la cual se le acoplarán cuatro soportes (2) para fijar los calzos del motor. Dichos soportes se diseñarán de forma tal que puedan adaptarse a las diferentes posiciones de los calzos. También se incluirán soportes para la caja de velocidades (4), el dinamómetro de frenado (5) y el radiador (6). Finalmente, se incorporará un tanque para el combustible.

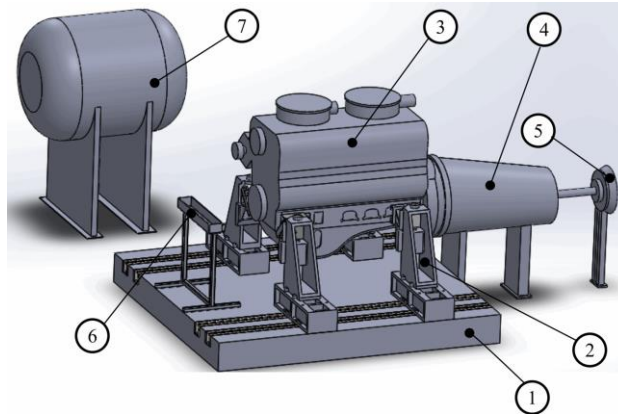


Figura 1. Diseño conceptual del banco de pruebas

3. Sistema de sensores.

Los sensores se integrarán en un sistema de monitoreo digital que incluya el acondicionamiento de señales, la conversión analógico-digital, el almacenamiento de datos y el reconocimiento de patrones. El sistema contará con una interfaz gráfica de usuario para la entrada y salida de datos.

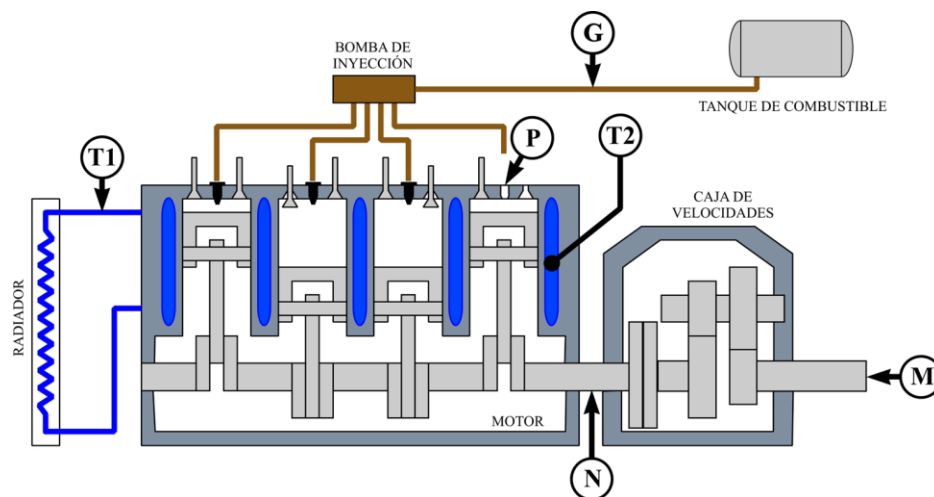


Figura 2. Sistema de sensores del banco de pruebas

El banco contará con el sistema de sensores mostrado en la Fig. 2. El mismo contará con los siguientes sensores:

- Medición de la velocidad del árbol cigüeñal (N): Se realizará a través de un contador magnético situado sobre una de las ruedas dentadas acopladas al árbol.
- Medición del torque a la salida de la caja de velocidades (M): Se realizará a través de un dinamómetro de frenado extensométrico, que se diseñará ex profeso.
- Medición de la presión de compresión en los cilindros (P): Se realizará con un sensor de presión acoplable al cilindro a través del inyector.

- Medición de la temperatura del agua en el radiador (T1) y dentro del motor (T2). Se realizará a través de Sensores térmicos. De ser posible, se aprovecharán los disponibles en el motor.
- Medición del consumo de combustible (G) [opcional]. Se realizará con un flujómetro electromagnético acoplado en el conductor de suministro.

En la Tabla 1 siguiente se muestran ofertas de los sensores y demás equipamiento electrónico que será necesario importar.

Tabla 1. Sensores requeridos por el bando de prueba

No.	Descripción	Fabricante	Referencia	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1	Transmisor de presión relativa SITRANS P200, salida (4...20) mA, rango de (0...25) bar, conexión a proceso ¼"-18 NPT interior	Siemens	7MF1565-3CD01-5FA	1 + 2 Rep.	200,00	600,00
2	Termorresistencia de rosca de alta presión con transmisor incorporado en la cabeza, rango de medición (-50...600) °C, conexión a proceso G1; junta idónea 33 x 39, similar a forma C o D, DIN 7603	Siemens	7MC1008 - 6DA14	2 + 2 Rep.	200,00	800,00
3	Contador de revoluciones de acero inoxidable, rango de alimentación de (4,5...26) VDC, rango de medición de (0...15) kHz	Honeywell	LCZ260	1 + 2 Rep.	150,00	450,00
4	Flujómetro para la medición de fuel con salida de pulso, con kit de montaje	MassFlow	DFM-100B-K	1 + 1 Rep.	550,00	1100,00
5	Computadora personal de bajo costo y pequeñas dimensiones	AB Electronics	Raspberry Pi model 2 B ARMv7 con 1G RAM con conector de alimentación	1 + 1 Rep.	40,00	80,00
6	Carcasa de computadora de pequeñas dimensiones	AB Electronics	Raspberry Pi Case	1 + 1 Rep.	20,00	40,00
7	Convertor A/D de 8 canales para Paspberry Pi 2 modelo B	AB Electronics	ADC Pi Plus	1 + 2 Rep.	40,00	120,00
8	Arduino Uno kit	Atmel	Arduino Uno R3	1 + 1 Rep.	40,00	80,00
9	Convertor HDMI-VGA	---	---	1 + 1 Rep.	20,00	40,00

No.	Descripción	Fabricante	Referencia	Cantidad	Precio unitario	Precio total
10	Fuente regulada y conmutada 75w/3A, entrada 110V~220V salida 24V	Schneider	ABL8RPS 24030	1 + 1 Rep.	200,00	400,00
11	Sensor extensométrico	Omega	SG-1.5/120-LY11	2 (Paq. de 10 unid.)	50,00	100,00
TOTAL.....						3 810,00

4. Conclusiones.

El costo total de los componentes de importación del banco de pruebas propuesto, como se puede ver, no supera los 4 000,00 USD. Teniendo en cuenta que las alternativas disponibles en el mercado, superan los 20 000,00 USD, resulta evidente que la propuesta es económicamente atractiva, especialmente para pequeñas y medianas empresas.

Hay que añadir a lo anterior que, al utilizarse software desarrollado por los propios diseñadores, y ser éste libre y de código abierto, es posible incrementar la complejidad del sistema propuesto, a través de la incorporación de herramientas cognitivas para la detección automática de errores y fallas.

Reconocimiento.

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto empresarial “Diseño de un banco de pruebas para motores de combustión interna con sistema de monitoreo inteligente”, contratado por la UEB EISA Matanzas.

Referencias.

- [1] Martyr, A. 2007. Engine Testing Theory and Practice (Third ed.). United Kingdom : Elsevier.
- [2] Lamara, A.; Lanusse, P.; Charlet, A.; Nelson Gruel, D.; Colin, G.; Lesobre, A.; Oustaloup, A.; Chamailard, Y. (2014). “High Dynamic Engine-Dynamometer Identification and Control”, IFAC Proceedings Volumes 47 (3), pp. 5217–5222, doi: 10.3182/20140824-6-ZA-1003.01141
- [3] Ruiz, S., López, J., & Bermúdez, V. 2007. Prácticas de Motores de Combustión. Valencia, España: Alfa omega.