

# La instrumentación virtual aplicada a un banco experimental de centraje de aeronaves.

**R. Cabrera Pedroso**

Academia Naval "Granma".

Sta. María del Mar, Ciudad Habana.

(Recibido el 10 de Junio de 2005; aceptado el 23 de Julio de 2005)

## Resumen.

En el artículo se analizan los métodos para la elaboración de sistemas basados en macros abiertos de trabajo, para la realización de mediciones del centro de gravedad de aeronaves utilizando herramientas virtuales de análisis y procesamientos a través de un sistema de adquisición de datos. Los diferentes tópicos abordados dan a los interesados una idea global del desarrollo de esta tecnología computacional y su aplicación a ramas de la mecánica, así como la metodología seguida para medir el centro de gravedad de aeronaves. Estos métodos pueden ser adaptados y extendidos a otras ramas dentro de la mecánica, si se poseen los medios tecnológicos para el diseño experimental de medición, con el objetivo de medir no-solo el centro de gravedad, sino elementos como los momentos de inercia de los cuerpos no homogéneos, las deformaciones elásticas de determinados cuerpos, etc. También se expone aspectos generales del soporte de software utilizado para el desarrollo del instrumento virtual diseñado al efecto, los cuales proveen a científicos e ingenieros de herramientas para satisfacer necesidades propias de instrumentación y automatización.

**Palabras claves:** Diámetro central de aeronaves, instrumento virtual, centro de gravedad, centro de masas, medición experimental.

## 1. Introducción.

El creciente desarrollo de la instrumentación virtual en las últimas décadas ha encontrado extensa aplicación en todas las ramas de la ciencia y la tecnología. Los procesos de investigación y desarrollo en ramas tecnológicas como la aviación, requieren del uso cada vez más prominente del desarrollo de herramientas e instrumentos para innovar y reducir los costos significativamente.

La instrumentación virtual se resume en el desarrollo de instrumentos con un enfoque de sistema, donde la computadora o equipo de procesamiento (Estación de trabajo) participa como elemento primario, la cual se equipa con programas de procesamientos (software), que a través de una interfase de comunicación (Hardware) con el MEDIO se garantiza el control y análisis de un proceso determinado. El usuario con ayuda del Software define el escenario y las funciones de su instrumento. De aquí la palabra "Virtual" que significa "Flexibilidad". La sinergia entre ellos (Soft-Hard-Medio) ofrece ventajas que no pueden ser igualadas por la instrumentación tradicional. (Ver Figura 1).

Los procesos de modernización tecnológica del equipamiento a bordo de las aeronaves, requieren de

medios avanzados que garanticen una aceptación confiable de explotación. Estos medios modernizados producen cambios en la variación del peso y centro de gravedad de las aeronaves, lo que hace necesario la redistribución del mismo para garantizar la correcta ubicación del centro de gravedad y así mantener las características aerodinámicas originales y estabilidad de vuelo. Teniendo en cuenta este criterio, se asume la tarea de realizar un estudio de los métodos existente de determinación del centro de gravedad de los cuerpos, se utiliza una combinación de los mismos para resolver la problemática existente de forma simple y sin complejidad, lo que hace asequible la manipulación por el usuario del software diseñado en la computadora.

## 2. Centro de gravedad. Métodos y sistema de medición que se emplean en la actualidad.

Basado en las fórmulas generales de la Mecánica, se puede indicar métodos concretos para determinar el centro de gravedad de los cuerpos. Estos métodos generales pueden resumirse en 6 métodos específicos:

**Simetría:** Si un cuerpo homogéneo tiene planos, ejes o centro de simetría, entonces su centro de gravedad se encuentra respectivamente en el plano de simetría, en el eje o en el centro de simetría.

**Descomposición:** Si se puede descomponer el cuerpo en un número finito de partes, en cada una de las cuales se conoce la posición del centro de gravedad, entonces se puede determinar las coordenadas del centro de gravedad de todo el cuerpo.

**Complemento:** Es un caso particular del método de descomposición. Se aplica a cuerpos que tienen escotaduras, cuando se conocen los centros de gravedad del cuerpo con escotaduras y sin ellas.

**Integración:** Si es imposible descomponer el cuerpo en partes finitas, cuyo centro de gravedad sea conocido, entonces el cuerpo se compone en pequeños volúmenes.

**Método Experimental:** Los centros de gravedad de los cuerpos no homogéneos de formas complicadas (Avión, Locomotoras, etc.), pueden ser determinados experimentalmente.

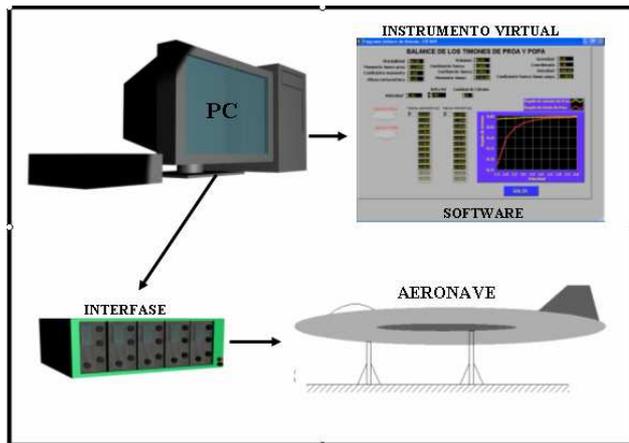


Figura 1 Ejemplo de instrumento virtual. Sinergia entre PC, Software, Interfase y Medio.

Unos de los métodos experimentales posibles es el Método de Suspensión [1]; consiste en suspender el cuerpo con hilos y cables por diferentes puntos de este. La dirección del hilo en que está suspendido el cuerpo, dará cada vez la dirección de la fuerza de gravedad. El punto de intersección de estas direcciones determina el centro de gravedad.

Otro método posible para la determinación experimental del centro de gravedad es el de *Pesar*, en algunas bibliografías se le nombra Método de Reacciones o de los Momentos [2].

**Centro de Gravedad de un Cuerpo:** Para determinar matemáticamente el centro de gravedad **G** de un cuerpo cualquiera (ver Fig. 2), debe plantearse una ecuación según el Teorema De Varignon [1] de manera que el momento respecto a un punto de la resultante **P** (peso)

de las fuerzas de gravedad es igual a la suma de los momentos respecto al mismo punto de las fuerzas de gravedad **dp** que actúa sobre cada partícula.

Las coordenadas del centro de gravedad pueden calcularse de la siguiente manera:

$$X_G = \frac{x; dp}{P}, \quad Y_G = \frac{y; dp}{P}, \quad Z_G = \frac{z; dp}{P} \quad (1)$$

Donde:

$$x; dp = \sum_{i=1}^n x_i dp \quad y; dp = \sum_{i=1}^n y_i dp \quad z; dp = \sum_{i=1}^n z_i dp$$

Son las sumatorias de momentos respecto a los eje X, Y y Z, respectivamente.

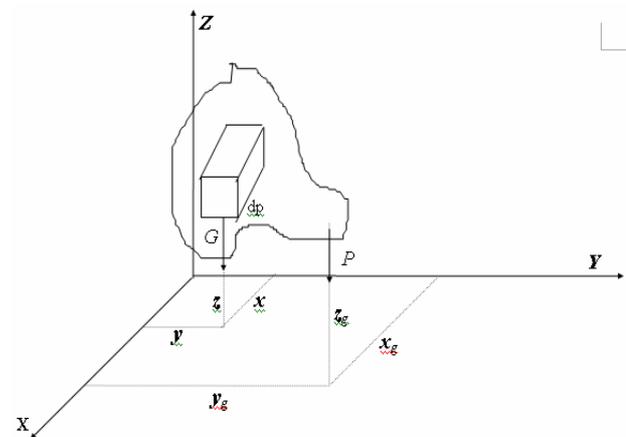


Fig.2 Centro de gravedad de un cuerpo.

Tomando en cuenta los métodos que se emplean en la actualidad, se puede describir algunos ejemplos según la bibliografía consultada.

### 2.1 Máquina para movimiento de tierras [3], método para determinar el centro de gravedad.

Resumen: Utiliza el método de las reacciones para determinar las coordenadas **X<sub>cg</sub>** y **Z<sub>cg</sub>** (Véase Fig. 3).

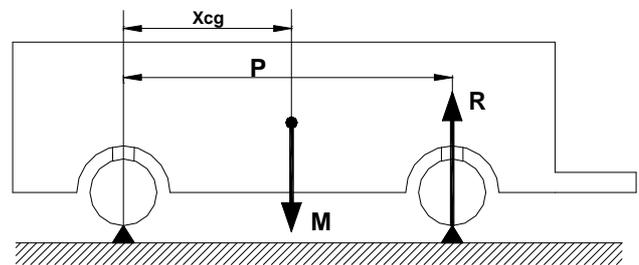


Fig. 3 Determinación de las coordenadas **X<sub>cg</sub>** y **Z<sub>cg</sub>** de la maquinaria para movimiento de tierra

De la Fig. 3 se obtiene la siguiente fórmula:

$$X_{cg} = \frac{R \cdot P}{M} \quad (2)$$

El cálculo de la coordenada **Z** se realiza de forma similar.

Para la determinación de la coordenada **Y<sub>cg</sub>** se utiliza el Método de Reacción Combinado [4] a través del método de suspensión con plomadas. (Ver Figura 4) Según este método se cuelga por un extremo la máquina, se mide la reacción en el punto de apoyo y con la distancia entre el punto de izaje y el punto de apoyo se calcula la distancia **A**; posteriormente se repite la operación inclinando la máquina en el sentido opuesto (no es necesario que los ángulos de inclinación de izaje en ambas operaciones coincidan), en la intersección entre los dos trazos realizados con el cálculo de las distancias **A** se encuentra la altura a la que está ubicado el centro de gravedad de la máquina, o sea la coordenada **Y<sub>cg</sub>**.

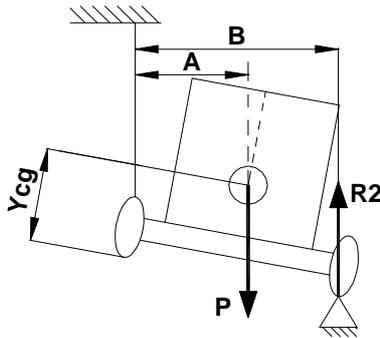


Figura 4. Determinación de la coordenada **Y<sub>cg</sub>** de la maquinaria para movimiento de tierra

De la Figura. 4 se obtiene la siguiente fórmula:

$$A = \frac{B \cdot R2}{P} \quad (3)$$

En esta norma no se establece la precisión con que se realiza la determinación de los valores de las coordenadas del centro de gravedad.

**2.2 Método de determinación del centro de gravedad.**

Resumen: Calculan las coordenadas del centro de gravedad de un ciclomotor con o sin tripulante, se coloca el ciclo en una plataforma especial. Para la determinación de las coordenadas **X** y **Z**, se utiliza el Método de las Reacciones con ayuda de tres apoyos y para la determinación de la coordenada **Y**, este mismo método pero inclinando la plataforma al rededor de un punto de giro sobre el cual está suspendida, se coloca en uno de sus extremos determinados pesos. (Ver Figura.5)

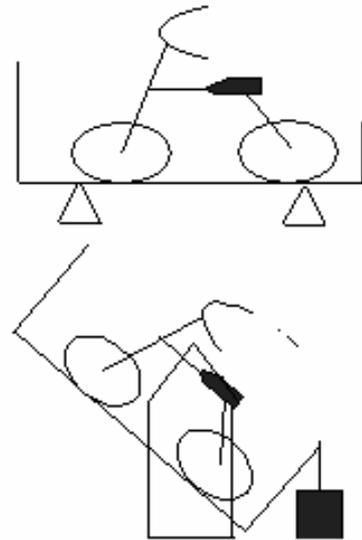


Fig. 5 Método de las reacciones para la determinación de las coordenadas del centro de gravedad del ciclomotor.

En las normas aparecen las fórmulas para determinar las coordenadas del centro de gravedad del ciclomotor, así como se plantea que la plataforma donde se ubica la moto debe tener una superficie bien plana y ser lo suficientemente rígida. En estas normas no se establece la exactitud con que se realiza la determinación de los valores de las coordenadas del centro de gravedad.

**2.3 Vehículos de carretera de dos ejes [6]. Determinación del centro de gravedad.**

Resumen: Estas normas se aplican a vehículos de carretera de dos ejes, es decir de 4 ruedas. (Véase Fig. 6) Para determinar las coordenadas del centro de gravedad del vehículo se utiliza el Método de las Reacciones en las tres coordenadas, midiendo la reacción en los cuatro puntos de apoyo de las ruedas. Para la medición de la coordenada **Y** se requiere inclinación del vehículo a cierto ángulo. (Ver Figura. 4).

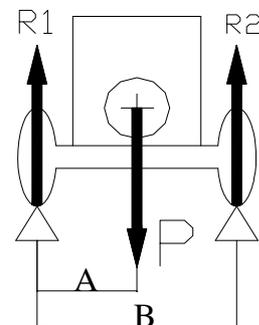


Fig. 6 Método de las reacciones para la determinación de las coordenadas del centro de gravedad de vehículos de dos ejes.

De la Fig. 6 se obtienen las siguientes expresiones:

$$X_{cg} = \frac{R_1 \cdot B}{P} \quad \text{ó} \quad X_{cg} = \frac{R_2 \cdot B}{P} \quad (4)$$

En estas normas no se establece la exactitud con que se realiza la determinación de los valores de las coordenadas del centro de gravedad, pero si se establecen los requerimientos de exactitud de los parámetros que se miden (Ver Tabla 1).

**Tabla No. 1** Parámetros de precisión exigidos en la Norma

Parámetros que se miden	Requerimiento de exactitud
Carga absoluta	$\pm 0,2 \%$
Variación de la carga por eje debido al levantamiento (se aplica a las balanzas que no miden cargas absolutas, pero sí variaciones de carga)	$\pm 2,5 \%$
Medidas de longitud $\leq 2000$ mm	$\pm 1$ mm
Medidas de longitud $> 2000$ mm	$\pm 0,05 \%$
Ángulos	$\pm 1 \%$

#### 2.4 Vehículos de carretera de tres ejes. [7] Determinación del centro de gravedad.

Resumen: Estas normas son de forma similar a las normas [3], [4], [6], la diferencia, solo radica en que estas se aplican a vehículos de dos ruedas y la [7] a vehículos de tres ruedas.

Utiliza el Método de las Reacciones con apoyo en tres puntos e inclinación (eje Y), para la determinación de las coordenadas del centro de gravedad del vehículo. En esta norma no se establece la exactitud con que se realiza la determinación de los valores de las coordenadas del centro de gravedad.

#### 2.5 Estación de pesaje. [8].

Resumen:

Esta norma establece algunos requerimientos para el pesaje y determinación del centro de gravedad para medios de armamentos coheteriles.

1. Calcula el centro de gravedad en los ejes X y Z, tanto en distancias absolutas como en % de la cuerda aerodinámica media (C.A.M.)
2. Es necesario introducir datos como:  
Distancia entre puntos de apoyo ( pesaje)  
Posición de la C. A. M.
3. El equipo “conoce” las cartas de calibración de diferentes celdas, por lo que no es necesario calibrar cuando se cambian las celdas. SETROSON S.A., vende un disquete con las tablas de calibración de las celdas, el cual se introduce en el equipo.

4. Precisión 0,05% ó superior
5. Resolución :  
Distancia: 0,1% C.A.M. o superior.  
Precisión: 0,1% de C.A.M. o superior.

En las mayorías de los casos se utiliza el método de las reacciones, con ayuda de sistemas de medición compuesto por celdas de carga tensométricas, las cuales deben tener cartas de calibración para ajustar sus coeficientes de medición con el elemento acondicionador de las señales de adquisición.

A excepción de los componentes especializados y los circuitos hallados en los instrumentos tradicionales, la arquitectura general de los instrumentos de medición autónomos es muy similar a la hallada en un instrumento virtual basado en computadora. Ambos requieren de uno o más microprocesadores, puertos de comunicación (por ejemplo: serie y GPIB) y capacidad de mostrar resultados, así como también módulos de adquisición de datos. Lo que diferencia uno del otro es su flexibilidad y el hecho que en el instrumento virtual se puede modificar y adaptar el instrumento a necesidades particulares.

### 3. Métodos empleados para la medición del centro de gravedad de aeronaves.

Una aeronave es un medio extremadamente voluminoso y complicado para determinarle el centro de gravedad al utilizar los métodos convencionales.

Por lo general se emplea el método experimental de reacciones. Para este trabajo se utiliza una combinación del método de descomposición con el método de reacciones.

#### 3.1 Métodos de descomposición.

La importancia de conocer las coordenadas del centro de gravedad de las aeronaves radica en que el avión debe estar centrado en una posición tal que garantice por si solo, la estabilidad de vuelo sin intervenir los órganos de gobierno.

Por tanto es imprescindible conocer la masa (peso) de los elementos por separados que componen la aeronave, sus características geométricas y las coordenadas en distancia respecto a la nariz del avión de cada elemento que puedan ser medidas (Véase Fig. 7), así como las cargas que son constantes y las que varían con el tiempo. Se debe conocer además la ley de variación de la masa producto del consumo de combustibles y el corrimiento de las coordenadas de los elementos que varían.

Para ello se construye la tabla de los pesos y las coordenadas del centro de gravedad de cada bloque o elemento obtenido experimentalmente por cualquier método, referido desde la nariz de la aeronave, tanto los pesos constantes como los pesos variables (combustibles), se incluye la coordenada  $X_{cg}$  del

fuselaje con los demás agregados y equipos que no

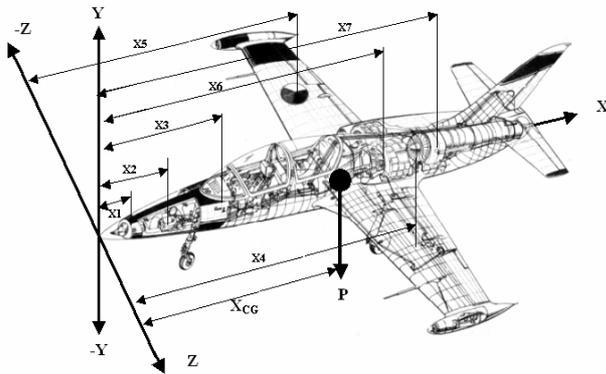


Fig. 7 Sistema de referencia de coordenadas de los bloques y sistemas que componen la aeronave.

Este método está basado en el método de Descomposición anteriormente señalados en el epígrafe 2. Sobre la base de este método es posible elaborar un programa de cálculo automatizado que tiene como objetivo resolver la determinación del peso y coordenadas del centro de gravedad de la aeronave por los tres ejes y su corrimiento de acuerdo a la Ley de variación de la masa, al consumirse el combustible lo cual aporta un juicio del corrimiento del centrage y el comportamiento de la estabilidad y dirigibilidad del mismo una vez determinado el foco aerodinámico [9]. Dicho programa basa su cálculo en un excelente ejercicio de integración. Desde el punto de vista físico, lo que importa es recordar que el peso de un cuerpo es la resultante de un sistema infinito de fuerzas infinitesimales, y que su línea de acción pasa siempre por el centro de gravedad, cualquiera que sea la posición del cuerpo.

Tabla 2. Pesos y coordenadas del centro de gravedad de los elementos por los tres ejes.

No.	Peso	Coordenadas		
		X	Y	Z
1	m <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	Z <sub>1</sub>
2	m <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	Z <sub>2</sub>
3	m <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>	Z <sub>3</sub>
4	m <sub>4</sub>	X <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>	Z <sub>4</sub>
5	m <sub>5</sub>	X <sub>5</sub>	Y <sub>5</sub>	Z <sub>5</sub>
6	m <sub>6</sub>	X <sub>6</sub>	Y <sub>6</sub>	Z <sub>6</sub>
7	m <sub>7</sub>	X <sub>7</sub>	Y <sub>7</sub>	Z <sub>7</sub>
Total	∑ m <sub>i</sub>	X <sub>cg</sub>	Y <sub>cg</sub>	Z <sub>cg</sub>

El cálculo de la coordenada del centro de masa inicial al comienzo con toda la carga útil, lo podemos expresar como:

pueden ser medidos. (Ver tabla 2).

$$X \mu_{inic.} = \frac{\left[ \sum m_{i(cte)} * X_{i(cte)} + \sum m_{i(var)} * X_{i(var)} \right]}{\left[ \sum m_{i(cte)} + \sum m_{i(var)} \right]} \quad (5)$$

El cálculo de la coordenada del centro de masa al consumirse el combustible, lo podemos expresar como:

$$X \mu_{Final} = \frac{\sum m_{i(cte)} * X_{i(cte)}}{\sum m_{i(cte)}} \quad (6)$$

Donde:

∑ m<sub>i(cte.)</sub> - Sumatoria de todas las masas constantes

∑ m<sub>i(var.)</sub> - Sumatoria de todas las masas variables

∑ X<sub>i(cte.)</sub> - Sumatoria de todas las coordenadas constantes

∑ X<sub>i(var.)</sub> - Sumatoria de todas las coordenadas variables

∑ m<sub>i</sub>\*X<sub>i(cte.)</sub> - Sumatoria de momentos constantes

∑ m<sub>i</sub>\*X<sub>i(var.)</sub> - Sumatoria de momentos variables

### 3.2 Métodos de reacciones o de los momentos.

Después de realizada las operaciones pertinentes para determinar los datos del peso y coordenadas del centro de gravedad de los elementos separados y garantizar los datos del centrage y la redistribución de los pesos para determinar analíticamente por el programa de cálculo la posición del centro de gravedad de la aeronave, se comprueba los resultados del método de descomposición a través del método experimental de reacciones, debido a que la posición del centro de gravedad de un cuerpo de forma complicada se determina mejor experimentalmente, esta afirmación se basa en el hecho de que un cuerpo pivoteado, solo se encuentra en equilibrio estable cuando su centro de gravedad está en la misma vertical que pasa por el pivote y debajo de él. Si se hace que un cuerpo pivotee sucesivamente sobre dos puntos, puede determinarse dos rectas en cuya intersección debe encontrarse el centro de gravedad.

Para ello, se apoya la aeronave por tres puntos que formen un triángulo equilátero, en cuyos puntos se establezcan los sensores tensométricos para medir las reacciones en sus apoyos (Véase Fig. 8), se nivela el avión en el plano horizontal, esta nivelación puede realizarse si se emplea como referencia los puntos de nivelación de la aeronave o se coloca un nivel en una superficie plana preparada y paralela al plano horizontal de la aeronave. La regulación se logra mediante la utilización de gatos hidráulicos ubicados en los diferentes puntos de apoyo.

Una vez ubicado la aeronave en posición de nivelación, mediante un simple ejercicio de cálculo realizado por el software de la computadora al utilizar los valores de las reacciones en los apoyos que son adquirida por la interfase diseñada al efecto y la

distancia entre ellos, se define la posición de la coordenada del centro de gravedad en el plano por el método de los momentos (5, 6) Esta operación se realiza primeramente nivelando la aeronave en el plano XZ, lo cual permite determinar los valores de  $X_{cg}$  y  $Z_{cg}$ , posteriormente se inclina el avión con ayuda del gato hidráulico que se ubica en el eje de simetría, lo cual permite determinar el valor  $Y_{cg}$ , si se conoce el ángulo de inclinación dada a la aeronave.

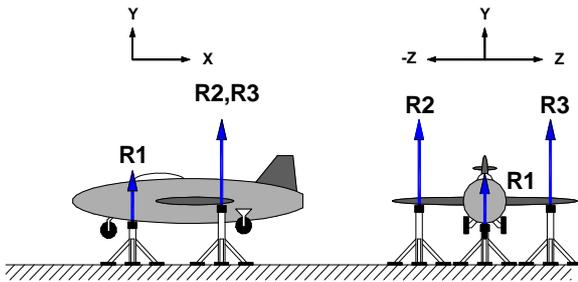


Fig. 8 Sistema de referencia de coordenadas de los bloques y sistemas que componen la aeronave.

Para determinar el ángulo de inclinación puede emplearse diferentes métodos:

- Medirlo con un inclinómetro de burbuja.
- Determinarlo por el desplazamiento en altura de los puntos de nivelación con ayuda de un teodolito de segundos.
- Utilizar un sensor de inclinación y adquirir los datos a través de un acondicionador de señales analógicas, la interfase y la computadora.

Con este método se determina el centro de gravedad de las aeronaves.

## 4. Diseño del Instrumento Virtual, Interfase y Software.

Un instrumento tradicional podría contener un circuito integrado para llevar a cabo un conjunto particular de instrucciones, para el procesamiento de datos. En un instrumento virtual estas funciones podrían llevarse a cabo por el programa que se ejecuta en el procesador de la computadora. Se puede fácilmente extender éste conjunto de funciones y estar sólo limitado por la potencia del software que utilice.

Si se utiliza soluciones basadas en la instrumentación virtual, se puede reducir los costos de inversión, desarrollo de sistemas y mantenimiento, al mismo tiempo que mejora el tiempo de comercialización y la calidad de sus propios productos, lo que aumenta la flexibilidad, la reusabilidad, la reconfigurabilidad y la entrega del sistema.

### 4.1 Interfase del instrumento virtual. Hardware.

Existe una amplia variedad de hardware disponible en el mercado que se puede o bien insertar en la

computadora o bien acceder a través de los puertos en entrada o salida. Estos dispositivos ofrecen un amplio rango de capacidades de adquisición de datos, velocidades de adquisición, precisión de las mediciones y mejor aislamiento de las señales a un costo significativamente inferior que el correspondiente a dispositivos especializados.

Dependiendo de la necesidad de la aplicación en particular, el hardware que se elija podría incluir entradas o salidas analógicas, entradas o salidas digitales, contadores, temporizadores, filtros, muestreo simultáneo y capacidades de generación de ondas. La amplia gama de placas y hardware podría incluir cualquiera de esas características o una combinación de ellas.

En el caso particular de la interfase para la comunicación con los sensores tensométricos que van a medir las reacciones en los apoyos de la aeronave, se utilizan las cartas de calibración del fabricante y se elaboran tarjetas integradas de comunicación y alimentación del circuito del sensor, se verifica con pesos patrones los valores de las reacciones de cada sensor. Posteriormente con un peso patrón general que cubra la totalidad de los sensores la cual se le conoce sus parámetros, se determina la veracidad y precisión de la medición del peso y coordenadas del centro de gravedad del patrón, quedando listo, el dispositivo para la adquisición y medición.

### 4.2 El Software del instrumento virtual.

El software de la instrumentación virtual requiere de complejas herramientas de análisis y procesamiento de señales, ya que la aplicación no se detiene justo cuando el dato es adquirido. Usualmente, las aplicaciones de medición de alta velocidad, en los sistemas de monitoreo y control de maquinaria, requieren un análisis profundo para lograr obtener datos precisos. Los sistemas de control embebidos de lazo cerrado podrían requerir premeditación punto a punto, para lograr que los algoritmos de control mantengan la estabilidad.

El software es el componente más importante de un instrumento virtual. Con la herramienta de software apropiada los ingenieros y científicos pueden crear eficientemente sus propias aplicaciones, diseñando e integrando las rutinas que requiere un proceso en particular. También pueden crear las interfaces de usuario, que mejor satisfagan el objeto de la aplicación y de aquellos que van a interactuar con ellas. Pueden definir cómo y cuando la aplicación adquiere desde un dispositivo, procesa, manipula y almacena los datos, y como se presentan los resultados al usuario.

Contando con un software poderoso, se puede dotar a los instrumentos con capacidades de inteligencia y de toma de decisiones de manera tal que se adapten, cuando las señales medidas varíen inadvertidamente o

cuando se requiera mayor o menor potencia de procesamiento.

Toda implementación de un modelo conceptual para elaborar un software en una computadora, requiere de un análisis de la plataforma de programación, debido a que el software es el que administra y controla los recursos del computador. Existen disímiles lenguaje y súper-lenguajes de programación para diferentes propósitos y usos. (Visual Basic, C, C++, Visual C, Delphi, Pascal, LabView, etc.)

El presente modelo computacional para pesar y medir las coordenadas del centro de gravedad de la aeronave se elaboró aplicando los métodos de análisis y diseño orientados a objetos [10]. Para su desarrollo se buscó un soporte que fuera flexible para futuros cambios, poderoso, ilustrativo y de fácil manejo, se decidió como plataforma de programación el lenguaje: "LabView 6.0" (**L**aboratory **V**irtual **I**nstruments **E**ngineering **W**orkbench).

LABVIEW como lo dicen sus siglas (Banco de trabajo ingeniero para un laboratorios de instrumentos virtuales) es un ambiente de desarrollo basado en programación de alto nivel [11], de tipo gráfico, de propósito general, más bien enfocado a la instrumentación virtual, pero muy rico en herramientas para la programación gráfica. Cuenta con todas las estructuras para el desarrollo de aplicaciones y permite la comunicación con un gran número de aplicaciones en otros lenguajes de programación. Posee las siguientes características:

- Simple de operar, basado en programación gráfica (visual), llamada programación G.
- Cuenta con poderosas herramientas de presentación, gráficos preestablecidos, botones, controles e indicadores muy esquemáticos y de gran elegancia.
- Cuenta con librerías especializadas para diferentes usos, se integra totalmente para la comunicación con el hardware como GPIB, VXI, RS-232, RS-485, manejos DAQ y tablas de adquisición de datos, redes, comunicaciones, bases de datos, análisis estadístico, normas del software como TCP/IP Networking y ActiveX..
- Elevada eficiencia, se reduce considerablemente el tiempo de desarrollo de aplicaciones.
- Permite trabajar entre diferentes plataforma.
- Utiliza arreglo de matrices de alto nivel con control del flujo de declaraciones, funciones, estructura de datos, entradas-salidas y características de programación orientada a objetos.
- Incluye facilidades para el manejo de variables y para importar y exportar datos.
- Incluyen herramientas para el desarrollo, manejo, y depuración de programas, con breakpoints, ejecución animada para observar el flujo de los datos a través del programa, ejecución paso a paso, etc.

- Puede trabajar con sistemas lineales, no lineales, de tiempo continuo, de tiempo discreto, multi-variables, y de múltiple proporción.

- Proporciona una interfase gráfica de usuario para la construcción de modelos.

Generalmente los programas de instrumentación virtual se asocian a las firmas o consorcios que desarrollan hardware de instrumentación. Por ejemplo, la firma ADVANTECH nos propone el GENIE, como software de desarrollo de aplicaciones de instrumentación y automatización [12]; La Matrox brinda productos como Matroximpector e Intelicam, para la captura, procesamiento y análisis de imágenes; y National Instruments ofrece una amplia gama de productos de este tipo. Precisamente, ésta última es una de las punteras en el mundo, en cuestiones de instrumentación virtual, y de ella se presenta, de forma general, las particularidades que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la aplicación computacional elaborada al efecto para la medición, adquisición y procesamiento de los datos del pesaje y medición del centro de gravedad de aeronaves.

La memoria usada se utiliza para tres elementos diferentes que conforma el objeto virtual llamado VI. Está constituido por una interfaz - usuario interactivo (front panel), un diagrama de flujo (block diagram) que sirve de código fuente, y una conexión por icono (icon connections):

Panel Frontal (front panel): Es la interfase usuario, contiene controles e indicadores donde se visualizan y manipulan los datos por el usuario. Constituye (Ver Figura. 9).

Diagrama en bloque (block diagram): Contiene la estructura del programa, las funciones, algoritmos, no basado en código de texto, sino en programación gráficas donde los datos fluyen a través de líneas, es decir es el código fuente, se usan nodos, terminales y alambres. (Véase Fig. 10).

Conectores icónicos (icon connections): Constituye la representación de los objetos virtuales a través de iconos con entradas y salidas de los datos. (Véase Fig. 11).

## 6. Conclusiones.

La instrumentación virtual está motorizada por la siempre creciente tecnología computacional que ofrece el poder de crear y definir sistemas propios basados en un marco de trabajo abierto. Este concepto asegura que el presente trabajo sea utilizable en el futuro no solo para las aeronaves, sino que también provea flexibilidad de adaptarlo y extenderlo a medida que cambian las necesidades a otras ramas tecnológicas. Los programas de instrumentación virtual se diseñan teniendo en cuenta a científicos e ingenieros, y se han convertido en poderosas herramientas para el trabajo de investigación y desarrollo.



Figura. 9 Instrumento virtual del sistema de medición del peso y coordenadas del centro de gravedad de la aeronave.

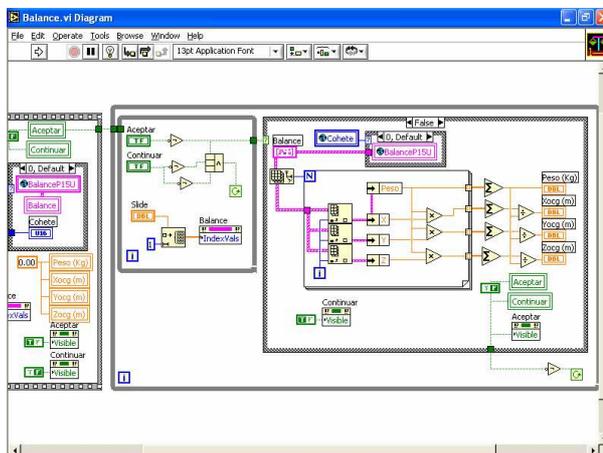


Figura. 10 Diagrama en bloque. (Programa Fuente).

## 7. Bibliografía.

[1] Fundamentos de Física I Mecánica, Calor y Sonido Versión Española Francis W. Sears, Madrid 1959.

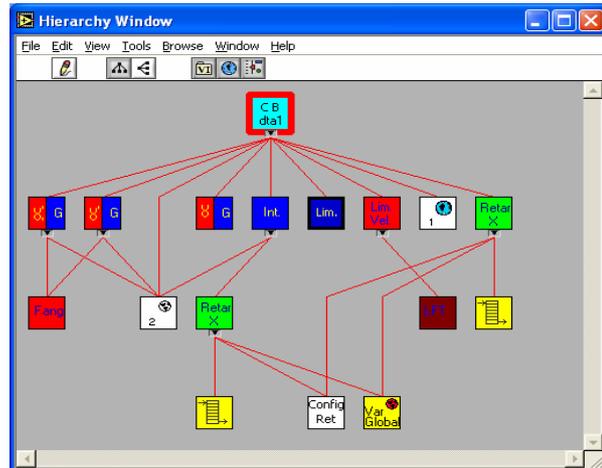


Figura 11 Representación jerárquica a través de íconos.

- [2] Física para estudiantes de Ciencia e Ingenierías. Parte 1. Edición Revolucionaria. Robert Resnick, David Hlliday. 1977.
- [3] NORMA UNE 115 - 214 - 93, España, ídem a la norma ISO 5005-77.
- [4] UNE 26480 - 98, España ídem ISO10392-92,Internacional, ídem BS AU 246 - 92, Británica.
- [5] ISO 9130 - 89, Internacional ídem ISO 8705 - 91,Internacional.
- [6] UNE 26480 - 98, España ídem ISO 10392-92,Internacional ídem BS AU 246 - 92,Británica.
- [7] IS 12793 - 89,India ídem IS 12695 - 89,India.
- [8] UNE ST S9565N -2000 SETROSON. S. A COPROS IMPOR/EXPOT
- [9] Dinámica de vuelo de los cohetes, B. P. Michina, Moscú “ construcción de maquinaria” 1990
- [10] Gary Johnson “LabVIEW Graphical Programming” 2000.
- [11] Documetación del LabVIEW 6.0 (Ficheros PDF)
- [12] The Measurement and Automatition. Catalog 2004.

## Virtual instrumentation applied to an experimental bank for centering diameter of airships.

### Abstract:

In this paper the methods for the elaboration of systems based on open macros and the realization of mensurations of center of gravity of airships by using virtual tools of analysis and prosecutions through a system of data acquisition. The different topics approached give the interested parties a global idea of the development of this computacional technology and their application to branches of mechanics, as well as the followed methodology to measure the center of gravity of airships. These methods can be adapted and extended to other branches inside the mechanics, if the technological means are possessed for the experimental design of the mensuration, with the objective of measuring not only the center of gravity, but elements like the moments of inertia of the non homogeneous bodies, the elastic deformations of certain bodies, etc. general aspects of the software support used for the development of the virtual instrument designed to the effect is exposed, this provide tools that allows to satisfy necessities of scientific and engineers in order to settle down characteristic of instrumentation and automation.

**Key words:** Centering diameter, virtual instrumentation, center of gravity, center of mass, experimental mensuration.