

PITOT Y PUSHRODS EN FORMULAS

Pitot y velocidad del formula :

El tubo de pitot es un sensor de presión . Éste mide la presión del aire generada por el movimiento de avance del vehículo, que está directamente relacionado con la velocidad.

La relación entre la presión del Pitot y la velocidad del vehículo es:

$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot V^2$$

P es la presión en Pascales

ρ es la densidad del aire. Depende de la presión atmosférica y de la temperatura del aire.

$$\rho = 0,348 \frac{P}{T}$$

donde : P es la presión atmosférica en milibares

T es la temperatura del aire en ° K (273 + temperatura en ° C)

V es la velocidad del vehículo en m/s. (km/h / 3,6)

Ejemplo:

a 180 km/h (50 m/s).

a 15°C y 1000mbar. ($\rho = 1,208$)

Presión Pitot: $0,5 \times 1,208 \times 2500 = 1510$ Pa.

Nota: 1000 Pa = 4,013 pulgadas de H₂O.

Carga aerodinámica

La medición de la tensión en los pushrods permite calcular la carga aerodinámica.

Esta fuerza vertical F_z que presiona al vehículo hacia abajo es el efecto de la presión del aire P en la superficie frontal S corregida por un coeficiente vertical C_z .

$$F_z = P \times S \cdot C_z$$

DownForce y el Pitot

Para comprobar o mejorar el $S \cdot C_z$ del fórmula, debe realizarse el siguiente cálculo:

$$S \cdot C_z = \frac{F_z}{P}$$

Usar la velocidad del fórmula en vez de la del Pitot para chequeos aerodinámicos induce a graves errores:

Una deriva de 20°C de temperatura ambiente provoca un 7% error!

Un viento de 5km/h causa un 8% de error a 250 km/h!

El Pitot nos dará siempre la presión real en la superficie del vehículo.

El Pitot nos da la velocidad real medida a través del aire. Ésta dependerá y cambiará de acuerdo a la fuerza y dirección del viento.

Drag (Resistencia aerodinámica)

De la misma manera, el vehículo es frenado por el aire. El drag F_x se calcula mediante la presión del aire y el coeficiente de drag:

$$F_x = P \times S \cdot C_x$$

Potencia y drag

Al final de una recta, si la relación de desmultiplicación es lo suficientemente larga, no existe casi aceleración. Si consideramos que la fricción mecánica es constante, toda la potencia del motor se utiliza para hacer frente a la resistencia aerodinámica:

Potencia = Velocidad x Fuerza drag

Potencia = $V \times P \times S.Cx$

El producto velocidad x Pitot al final de una recta es una imagen de la potencia (para un drag constante), o del drag (para una potencia constante).

Recalibración del Pitot

La calibración del pitot es fundamental. La carrocería del coche siempre perturba el flujo de aire alrededor del tubo de Pitot. No se aconseja buscar un lugar ideal para ubicarlo, sino que es mejor recalibrar el Pitot una vez colocado en el vehículo.

Después de una primera vuelta, calcular con el software de adquisición de datos (canal matemático) la presión del aire mediante la velocidad del coche, la temperatura del aire y la presión atmosférica para esa vuelta:

$$Pa = \frac{1}{2} \rho \cdot V^2 \quad (\text{ver anteriormente: « Pitot y velocidad del vehículo »})$$

Haz un gráfico XY de una vuelta con la presión del Pitot en función de la presión de aire calculada Pa. Busca la línea de ajuste óptimo.

Ajusta el offset del Pitot para que esa línea pase por el cero, y ajusta la ganancia para que la pendiente sea igual a 1.

Esta recalibración se hará una vez al día como máximo.

Calibración de los Pushrods

La calibración se realiza en una superficie totalmente plana, con básculas debajo de cada rueda.

Con el coche alzado, anotar los valores de cada señal del pushrod: Vo en mV.

Con el coche sobre las básculas, anotar los pesos : P en kilogramos y los valores de cada señal de pushrod : V1 en mV.

Para cada Pushrod, la ganancia será : $(V1 - V0) / P$ en mV por kilogramo.

Cálculo de la carga aerodinámica frontal y trasera.

La transferencia de masas en el frenado y la aceleración debe tenerse en cuenta para calcular las cargas aerodinámicas.

Deberán crearse los siguientes canales matemáticos:

Carga aerodinámica delantera:

$$FzF = (FL \text{ Pushrod} + FR \text{ Pushrod}) + M \times 9,81 \times (H/E) \times G$$

Carga aerodinámica trasera :

$$FzR = (RL \text{ Pushrod} + RR \text{ Pushrod}) - M \times 9,81 \times (H/E) \times G$$

Con : M : masa del coche

H : distancia al centro de gravedad.

E : distancia entre ejes.

G : aceleración en G, positivo en aceleración.

La G is obtenida por un acelerómetro colocado en la dirección longitudinal ó derivando la velocidad del vehículo.

Cálculo de S.CZ

Para una vuelta entera, haz un gráfico XY de la carga aerodinámica total ($FzFront + FzRear$) en función de la presión del Pitot. La pendiente de la línea es S.Cz.

S.Cz delantero y trasero se pueden encontrar separadamente ploteando $FzFront$ ó $FzRear$.

Atención, la S.Cz depende, no solo de los alerones y del fondo plano, sino también de la altura al suelo del coche y del cabeceo (pitch).

Normalmente, la carga aerodinámica trasera es mayor cuando la altura al suelo de la parte trasera disminuye y la frontal aumenta con el pitch.

Puede resultar interesante calcular el S.Cz mediante una sola porción del gráfico.

Corrección de offset en el Pushrod

Los gráficos de S.Cz delantero y trasero deberán pasar por cero. Si no es así, modifica los offsets de los pushrods.

Balance aerodinámico

Calcular el ratio (Fz_{Front} / Fz_{Total}). Es importante analizar el comportamiento del balance aerodinámico frente a la velocidad, en función de la altura al suelo y de los cambios de pitch, para saber si el coche subvira o sobrevira.