

Memoria de calculo para Peso y Centro de Gravedad medidos sobre paneles de la antena SAR

Hugo E. Sosa¹

¹Div. de Estudios y Ensayos de Componentes Estructurales

CNEA - Centro Atomico Constituyentes

hsosa@cnea.gov.ar

10 de marzo de 2021

1. Base del modelo matemático

La siguiente información acerca del modelo teórica se encuentra actualizada según el documento CNEA PE-INN-ARAS-024rev01. El peso total del panel ensayado puede obtenerse como:

$$\sum_{i=1}^4 P_i = \sum_{i=1}^4 \frac{\epsilon_i}{C_i} \quad (1)$$

donde ϵ_i es la medida en microstrain de cada celda de carga i y C_i es la constante de calibración de cada celda.

En cuanto a la posición del centro de masa, primero se obtiene su proyección sobre el plano XY antes y después de la inclinación como:

$$\overrightarrow{CG_{(\alpha)}^{XY}} = \frac{\sum_{i=1}^4 P_i (x_i \cos(\alpha), y_i)}{\sum_{i=1}^4 P_i} \quad (2)$$

Donde x_i e y_i son las posiciones en X e Y respectivamente de cada Retain - Release. Notar que $\overrightarrow{CG_{(\alpha)}^{XY}}$ es un vector que depende del ángulo α .

Como la coordenada Y permanece invariante ante las rotaciones alrededor del Eje Y, luego de efectuar dicha rotación solo se ve afectada la coordenada X de $\overrightarrow{CG_{(\alpha)}^{XY}}$. Que en adelante se denotará como X'_{CG} . Teniendo en cuenta esto y que para cualquier rotación alrededor del Eje Y su proyección en el plano XY viene dado por:

$$\begin{pmatrix} X'_{CG} \\ Y'_{CG} \\ Z'_{CG} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & 0 & -\sin(\alpha) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\alpha) & 0 & \cos(\alpha) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{CG} \\ Y_{CG} \\ Z_{CG} \end{pmatrix} \quad (3)$$

donde las coordenadas primadas representan las coordenadas de CG luego de ser girada la muestra. Operando la expresión de la ecuación 3 nos queda:

$$\begin{pmatrix} X'_{CG} \\ Y'_{CG} \\ Z'_{CG} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{CG} \cos(\alpha) - Z_{CG} \sin(\alpha) \\ Y_{CG} \\ 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

con lo que la coordenada Z del CG, viene dada por:

$$Z_{CG} = \frac{X_{CG} \cos(\alpha) - X'_{CG}}{\sin(\alpha)} \quad (5)$$

2. Consideraciones sobre masas adicionales

La medición de peso y centro de gravedad de masas adicionales junto con el panel de interés, es inherente al método. Para obtener el peso y CG del panel es necesario restar el peso y CG de las masas adicionales, esta ultima de manera vectorial. Por lo que el peso corregido de la medición puede obtenerse como:

$$P_{Corr} = \sum_{i=1}^4 P_i - \sum_{n=1}^N P_n \quad (6)$$

donde P_{Corr} es el peso del panel sin tener en cuenta las N masas adicionales que se encuentren a la hora de la medición, como por ejemplo dummies de RR, etc.

Por otro lado, para corregir la posición del centro de gravedad, es necesario estimar en posición horizontal el centro de gravedad del conjunto de todas las masas adicionales que se encuentren antes de realizar las mediciones.

Para esto se mide la masa que posee cada una, determinada por ejemplo con una balanza de la cual se conozca al menos el error instrumental. Luego se mide, con cualquier método del que se pueda estimar un error, la posición espacial \vec{r}_n de cada masa adicional, siempre respecto del primer pivote. Siguiendo estos lineamientos se obtiene $\overrightarrow{CG_{Ad}}$ y P_{Ad} de todo el conjunto de las masas adicionales como:

$$\overrightarrow{CG_{Ad}} = \frac{\sum_{n=1}^N P_n \vec{r}_n}{P_{Ad}} \quad (7)$$

$$P_{Ad} = \sum_{n=1}^N P_n \quad (8)$$

Una vez estimado $\overrightarrow{CG_{Ad}}$ a partir de la ecuación 7 y teniendo en cuenta que la medición de CG realizada con las masas adicionales es el CG del conjunto de éstas y el panel de interés. Es decir:

$$\overrightarrow{CG_{med}} = \frac{P_{Corr}\overrightarrow{CG_{Corr}} + P_{Ad}\overrightarrow{CG_{Ad}}}{P_{Corr} + P_{Ad}} \quad (9)$$

donde $\overrightarrow{CG_{med}}$ es el CG medido, P_{Corr} y P_{Ad} son el peso total del panel y de el conjunto de masas adicionales respectivamente. Analogamente $\overrightarrow{CG_{Corr}}$ el CG del panel y $\overrightarrow{CG_{Ad}}$ el CG del conjunto de masas adicionales. Despejando podemos obtener el CG del panel corregido $\overrightarrow{CG_{Corr}}$ como:

$$\overrightarrow{CG_{Corr}} = \frac{(P_{Corr} + P_{Ad})\overrightarrow{CG_{med}} - P_{Ad}\overrightarrow{CG_{Ad}}}{P_{Corr}} \quad (10)$$

donde P_{Corr} es el obtenido a partir de la ecuación 6, mientras que $\overrightarrow{CG_{Ad}}$ y P_{Ad} vienen dadas por las ecuaciones 7 y 8 respectivamente.

3. Consideraciones metodológicas

Si bien cuando existen masas adicionales no deseadas durante la medición de peso y CG, el procedimiento expuesto por el punto 2 es correcto, también es necesario tener en cuenta los errores de propagación introducidos en dicho procedimiento. Puesto que, a la hora de tomar una decisión desde el punto de vista metodológico se necesita conocer la relación entre exactitud y precisión para el método propuesto. Es decir, en algunos casos resulta un despropósito aumentar la exactitud si la precisión se pierde. Notese que la ecuación 10 lleva anidada las ecuaciones 6, 7 y 8, por lo que la propagación de errores para $\overrightarrow{CG_{Corr}}$ lleva también la propagación de las ecuaciones mencionadas.

Dicho esto y en base a los estudios realizados en su momento por nuestro laboratorio, expuestos en el ANEXO I del documento de referencia [1], respecto al modelo matemático empleado y su propagación de errores. Se entiende que se puede prescindir del procedimiento expuesto en el punto 2, siempre y cuando los errores aportados superen lo establecido por el requerimiento L4_SAR_ANT_67 del documento de referencia [2] o que el corrimiento del valor medido al utilizar lo expuesto en el punto 2 sea menor al 10%. Siguiendo este criterio, el peso y CG corregido pudo calcularse, únicamente restando inicialmente el peso total de las masas adicionales.

El método y los criterios expuestos son plausibles de cualquier contribución hacia una mejora continua de los procedimientos para mediciones de peso y centro de gravedad.

4. Documentos de referencia

1. IE-INN-ARAS-255 rev01 “*Determinación de peso y centro de gravedad de la Semiala Plegada de Paneles X5-X7 del Modelo de Calificación Estructural de la antena*”.
2. CNEA IN- INN-ARAS-246 V02 “*L4B SAR Antenna Structure & Mechanisms Requirements*”.