Estabilidad y Control Detallado

X_{CG} Más Adelantado

Tema 14.6

Sergio Esteban Roncero
Departamento de Ingeniería Aeroespacial
Y Mecánica de Fluidos

X_{CG} Más Adelantado - I

- Posición más Adelantada Posible del Centro de Gravedad
  - A partir de la ecuación de los momentos,

$$C_{M_{CG}} = C_{M_0} + C_{M_\alpha}\alpha_{wb} + C_{M_{\delta_e}}\delta_e$$

  - se determina la deflexión de equilibrio $(\delta_e)_{eq}$ igualando la ecuación a 0 (condición de equilibrio) y resolviendo por $(\delta_e)_{eq}$

$$(\delta_e)_{eq} = -\frac{C_{M_0} + C_{M_\alpha}\alpha_{wb}}{C_{M_{\delta_e}}}$$

  - Se emplea la definición de C_{M_α}

$$C_{M_\alpha} = C_{L_\alpha}(\bar{X}_{CG} - N_0)$$

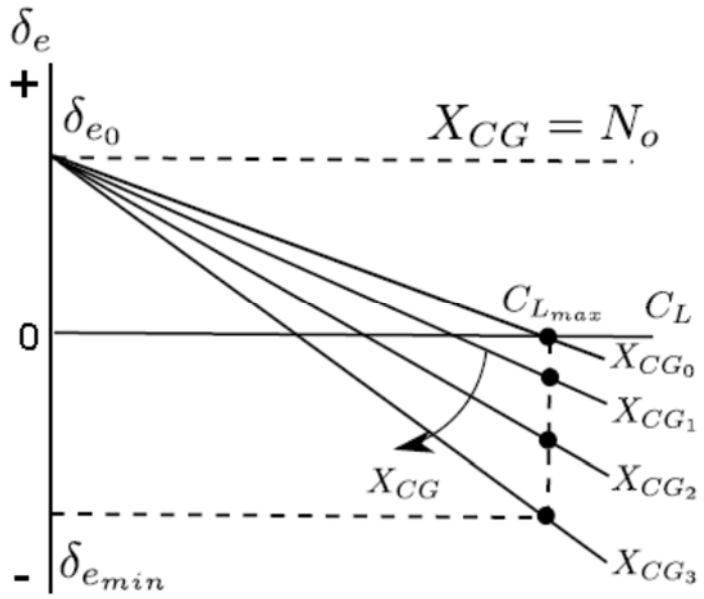
Obteniendo

$$(\delta_e)_{eq} = -\frac{C_{M_0}}{C_{M_{\delta_e}}} - \frac{C_{L_\alpha}(\bar{X}_{CG} - N_0)}{C_{M_{\delta_e}}}\alpha_{wb}$$

  - De donde se puede apreciar que la pendiente con la que obtiene el $(\delta_e)_{eq}$ para un C_L depende del margen estático (distancia entre el centro de gravedad y el punto neutro)

X_{CG} Más Adelantado - II

- De donde se puede apreciar que la pendiente con la que obtiene el $(\delta_e)_{eq}$ para un C_L depende del margen estático (distancia entre el centro de gravedad y el punto neutro) según se puede ver en la siguiente figura. Cuanto mayor sea el margen estático, mayor será la pendiente

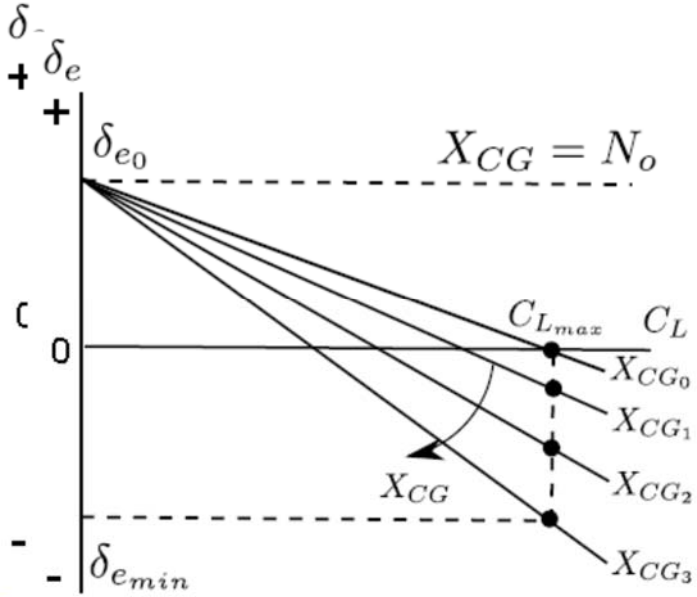


X_{CG} Más Adelantado - III

- Para poder determinar al valor de $(\delta_e)_{eq}$ en el que el centro de gravedad está ubicado exactamente en el punto neutro se substituye

$$\bar{X}_{CG} = N_0 \Rightarrow \ (\delta_e)_{eq} = -\frac{C_{M_0}}{C_{M_{\delta e}}} - \frac{C_{L_\alpha}(\bar{X}_{CG} - N_0)}{C_{M_{\delta e}}}\alpha_{wb} \Rightarrow (\delta_e)_{eq} = \delta_{e_0} = -\frac{C_{M_0}}{C_{M_{\delta e}}}$$

- Por lo que determina donde corta en el eje de abscisas $(\delta_e)_0$
- Como se puede ver, la pendiente se hace cada vez más negativa, por lo que se requiere un mayor de $(\delta_e)_{eq}$ para conseguir un trimado con un C_L dado.
- Aunque se entiende que cuanto mayor sea el margen estático, mayor es la estabilidad del avión. Está limitado por este hecho.
- En configuración de aterrizaje o despegue, cuando el C_L es $C_{L_{MAX}}$ (asociado a velocidades mínimas) se puede requerir una $(\delta_e)_{eq}$ negativa tal como se puede apreciar en la gráfica



X_{CG} Más Adelantado - IV

- Dado que hay limitaciones físicas y/o aerodinámicas de la máxima deflexión posible de una superficie de control, no es posible adelantar el centro de gravedad todo lo que uno quiere.
- La posición más adelantada del X_{CG} está definida por la máxima deflexión posible del timón de profundidad $\delta_{e_{min}}$ que permite obtener un $(\delta_e)_{eq}$ para un C_L, siendo los límites los asociados para cuando $(\delta_e)_{eq} = \delta_{e_{min}}$ y $C_L = C_{L_{MAX}}$
- Esto significa que se puede determinar el centro de gravedad fijando $(\delta_e)_{eq} = \delta_{e_{min}}$ y calcular la ubicación del $X_{CG_{ADELANTADA}}$

$$(\delta_e)_{eq} = -\frac{C_{M_0}}{C_{M_{\delta e}}} - \frac{C_{L_\alpha}(\bar{X}_{CG} - N_0)}{C_{M_{\delta e}}}\alpha_{wb}$$

- La posición más atrasada viene determinada por razones de estabilidad, y se sigue el mismo procedimiento, se fija $(\delta_e)_{eq} = 0$ y calcular la ubicación del $X_{CG_{ATRASADA}}$

$$(\delta_e)_{eq} = -\frac{C_{M_0}}{C_{M_{\delta e}}} - \frac{C_{L_\alpha}(\bar{X}_{CG} - N_0)}{C_{M_{\delta e}}}\alpha_{wb}$$