

## 2 Módulo 1

-Realización de trabajo colaborativo en simulación de procesos dinámicos mediante Colaboratory y GitHub.

-Funciones de control básicas para cómputo numérico en Matlab/Octave.

-Aunque se sugiere el uso de Octave, esto no es mandatorio y si se prefiere otro de los programas como Python, R o Scilab, puede emplearse en su lugar.

### Ejercicios del Módulo 1 Parte 2

**Se debe redactar un informe que debe realizarse de manera individual por cada estudiante. Dicho informe debe contener:**

**1- todos los resultados correctos de las consignas dadas que pueden generarse en grupo.**

**2- un resumen de las lecciones aprendidas**

**3- detalles de problemas que aparecieron, las fuentes de datos, enlace al GitHub donde quede expuesto al dominio público y generar así Recomendaciones finales o Conclusiones parciales de la actividad.**

**Una vez finalizado, titular el archivo del informe del modo Apellido\_Nombre\_M1\_2.pdf y subir un único archivo en la solapa correspondiente con los ejercicios resueltos.**

### Ejercicio 1. Actividad de simulación de un proceso lineal

Sabiendo que un sistema lineal en variables de estado tiene la representación

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}}_t &= \mathbf{A}\mathbf{x}_t + \mathbf{B}\mathbf{u}_t \\ \mathbf{y}_t &= \mathbf{C}\mathbf{x}_t + \mathbf{D}\mathbf{u}_t\end{aligned}\tag{2-1}$$

donde  $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$ ,  $\mathbf{u} \in \mathbb{R}^e$ ,  $\mathbf{y} \in \mathbb{R}^s$ , con  $\mathbf{x}_0 = \mathbf{x}(0)$ , donde A, B, C y D son las matrices de estados, entrada, salida y acople directo respectivamente, se propone escribir en ésta forma al siguiente sistema de ecuaciones lineales (2-2).

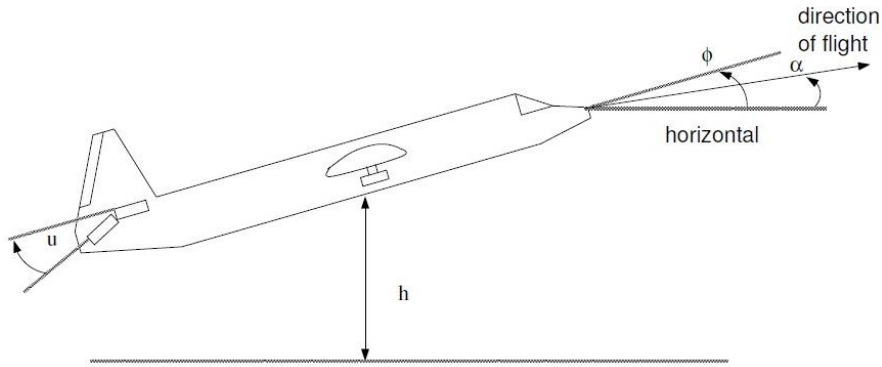


Fig. 2-1. Modelo de sistema de altitud en un avión, extraído de [1].

Para el caso de la Fig. 2-1, modelo válido sólo para pequeños ángulos, se tiene

$$\begin{cases} \dot{\alpha} = a(\phi - \alpha) \\ \ddot{\phi} = -\omega^2(\phi - \alpha - b \cdot u) \\ \dot{h} = c\alpha \end{cases} \quad (2-2)$$

donde  $\omega > 0$  representa la frecuencia natural, y los coeficientes  $a$   $b$  son constantes positivas,  $u$  es la variable manipulada y es proporcional a la posición de los elevadores,  $\phi$  (ángulo de cabeceo) en radianes, vuela a  $c$  metros por segundo, su trayectoria de vuelo forma un ángulo  $\alpha$  con la horizontal (si  $\alpha > 0$  sube, si  $\alpha < 0$  desciende) Elegir  $x_1 = \alpha$ ,  $x_2 = \phi$ ,  $x_3 = \dot{\phi}$  y  $x_4 = h$ . Se pide,

- 1- Obtener el sistema lineal en variables de estado para el equilibrio  $x = [0 \ 0 \ 0 \ 0]^T$ .
- 2- Obtener la solución numérica del sistema lineal para evaluar cuantitativamente el comportamiento con intención de verificar el correcto planteo. Para hacerlo, se le asignan los valores siguientes a los parámetros, son  $\omega = 0,2$ ;  $a = 0,01$ ;  $b = 2$ ;  $c = 100$  m/s, (es decir, 360Km/h),  $\Delta t = 10^{-3}$ ; y el tiempo de simulación de 5 segundos.
- 3- Obtener la solución numérica del sistema lineal para  $c = 50$  m/s, (es decir, 180Km/h),  $\Delta t = 10^{-3}$ ; y el tiempo de simulación de 20 segundos.

[1] [Sontag](http://www.sontaglab.org). Mathematical control theory 1998. Pag 104. <http://www.sontaglab.org>.