

EJERCICIOS

- 1) Sea el modelo que incluye solo una reacción biológica simple de degradación de sustrato S más el crecimiento de los microorganismos X , en un reactor tipo quimiostato:

$$\begin{aligned}\frac{dX}{dt} &= -DX + \mu X \\ \frac{dS}{dt} &= DS_{in} - DS - \frac{1}{Y}\mu X\end{aligned}$$

Para una cinética de Monod con los valores $\mu_m = 0.53 \text{ h}^{-1}$, $K_s = 0.2 \text{ gCOD/L}$, $Y = 0.4 \text{ gCOD/gCOD}$, $S_{in} = 4.0 \text{ gCOD/L}$,

- Determine el o los puntos de estado estacionario si $D = 0.3 \text{ h}^{-1}$ (puede determinarlo gráficamente en una curva de μ vs S).
 - Grafique las trayectorias de las variables partiendo de $S = 1 \text{ gCOD/L}$, $X = 1 \text{ gCOD/L}$
 - Construya el diagrama de fase.
 - Construya el diagrama de bifurcación con el parámetro D .
- 2) Repita el ejercicio anterior con una cinética de inhibición, utilizando los mismos valores y además $K_i = 0.45 \text{ L/gCOD}$.
- 3) Suponga que el objetivo del biorreactor del ejercicio 1 es la producción de células. Encontrar la tasa de dilución que permite obtener el máximo de producción.
- 4) Retome el modelo biológico simple con cinética de inhibición, pero ahora considere que se produce un producto P , cuya cinética de producción tiene un término proporcional al crecimiento y un término proporcional a la cantidad de microorganismos: $r_p = (\alpha\mu + \beta)X$
El producto también es inhibitorio y la cinética de crecimiento es ahora $\mu = \mu_m \frac{S}{K_s + S + K_i S^2} \left(1 - \frac{P}{P_m}\right)$
Los valores de los nuevos parámetros son $\alpha = 2.2 \text{ g/g}$, $\beta = 0.2 \text{ h}^{-1}$, $P_m = 5 \text{ g/L}$
- Determine en un diagrama 3D los posibles puntos estacionarios para una $D = 0.15 \text{ h}^{-1}$. Grafique también la proyección en el plano S-P.
 - Grafique las trayectorias de las tres especies si se parte solamente de $X = 1 \text{ g/L}$ y nada de S ni de P .
 - Grafique el diagrama de fase en 3D asumiendo que las condiciones iniciales son siempre en ausencia de producto. Identifique el o los puntos estacionarios.