República Bolivariana de Venezuela

Universidad Bicentenaria de Aragua

Facultad de Ingeniería

Escuela de Sistemas

San Joaquín de Turmero, Edo. Aragua

Ejercicios Prácticos

Profesor: Ronneld Patriz

Control I

Estudiante: José Velandia

CI: 30.841.489

Sección 1

Maracay, julio de 2023

EJERCICIO: Considerando la siguiente ecuación característica del sistema en lazo cerrado, determine si es estable utilizando el arreglo de Routh-Hurwitz $\boldsymbol{R(s) = 8s^5 + s^4 - 16s^3 - 6s^2 + 32s - 6}$. Utilice Matlab para obtener los polos del sistema y de esta forma aplicar la comprobación de problemas mediante simulación. (Apóyese en la bibliografía dada para lo solución paso a paso del problema mediante simulación).

Teniendo esta función que resolver, empezamos por construir una matriz que nos permitirá seguir la regla de Routh-Hurwitz:

$$
\begin{array}{cccc}
s^5 & 8 & -16 & 32 \\
s^4 & 1 & -6 & -6 \\
s^3 & b_1 & b_2 & b_3 \\
s^2 & & & \\
s^1 & & & \\
s^0 & & &
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{cccc}
s^5 & 8 & -16 & 32 \\
s^4 & 1 & -6 & -6 \\
s^3 & b_1 & b_2 & b_3 \\
s^2 & & & \\
s^1 & & & \\
s^0 & & &
\end{array}
$$

Calculamos b_1, b_2 y b_3

$$b_1 = \frac{(1 * -16) - (8 * -6)}{1} = 32$$

$$b_2 = \frac{(1 * 32) - (8 * -6)}{1} = 80$$

$$b_3 = 0$$

Ponemos estos valores devuelta en la matriz y calculamos la siguiente fila:

$$\begin{array}{llll} s^5 & 8 & -16 & 32 \\ s^4 & 1 & -6 & -6 \\ s^3 & 32 & 80 & 0 \\ s^2 & c_1 & c_2 & c_3 \\ s^1 & & & \\ s^0 & & & \end{array}$$

$$c_1 = \frac{(32 * -6) - (1 * 80)}{32} = -8.5$$

$$c_2 = \frac{(32 * -6) - (1 * 0)}{32} = -6$$

$$c_3 = 0$$

Luego, repetimos esto hasta llegar a la última fila.

$$\begin{array}{llll} s^5 & 8 & -16 & 32 \\ s^4 & 1 & -6 & -6 \\ s^3 & 32 & 80 & 0 \\ s^2 & -8.5 & -6 & 0 \\ s^1 & d_1 & 0 & 0 \\ s^0 & & & \end{array}$$

$$d_1 = \frac{(-8.5 * 80) - (32 * -6)}{-8.5} = 57.41$$

$$\begin{array}{llll} s^5 & 8 & -16 & 32 \\ s^4 & 1 & -6 & -6 \\ s^3 & 32 & 80 & 0 \\ s^2 & -8.5 & -6 & 0 \\ s^1 & 57.41 & 0 & 0 \\ s^0 & e_1 & 0 & 0 \end{array}$$

$$e_1 = \frac{(57.41 * -6) - (-8.5 * 0)}{57.41} = -6$$

s^5	8	-16	32
s^4	1	-6	-6
s^3	32	80	0
s^2	-8.5	-6	0
s^1	57.41	0	0
s^0	-6	0	0

De este resultado nos importa solo la columna de la izquierda, si contamos desde arriba, vemos que el signo de la secuencia cambia en 3 ocasiones (las 3 últimas), esto de por sí significa que el sistema es inestable, pero además nos dice que la ecuación original posee tres de sus polos en el semiplano derecho del plano complejo, o, lo que es lo mismo, con parte real positiva.

Esto último se puede verificar aplicando algunos comandos de MATLAB:

```
>> Rs = [8 1 -16 -6 32 -6]

Rs =
     8     1   -16    -6    32    -6

>> roots(Rs)

ans =
  -1.2970 + 0.8120i
  -1.2970 - 0.8120i
   1.1352 + 0.5687i
   1.1352 - 0.5687i
   0.1987 + 0.0000i
```

Las tres últimas raíces tienen su parte real positiva.

CONCLUSIÓN: El sistema es inestable, además de eso, posee tres raíces en el semiplano derecho de plano complejo, que son: $(1.1352 + 0.5687i)$, $(1.1352 - 0.5687i)$ y $(0.1987 + 0i)$.