[ELO313] Procesamiento Digital de Señales
Tarea I

Cristian Acuña S. [1]

Departamento de Electrónica, Universidad Técnica Federico Santa María.
Avenida España 1680, Valparaíso, Chile.
[1] `cristian.acuna@alumnos.usm.cl (2921006-3)`

I. Evaluación de Propiedades de Sistemas

Se pide verificar las propiedades de invariancia en el tiempo, linealidad y causalidad para ciertos sistemas desconocidos `bbox1`, `bbox2` y `bbox3`.

I-A. *Invariancia en el tiempo*

Para probar esta propiedad, los sistemas son estimulados con pulso cuadrado de largo total 30 ($\mu[n-10]-\mu[n-20]$), y luego estimulados con la misma señal con un retraso temporal ($\mu[n-15]-\mu[n-25]$). Para dichos sistemas, se presentan los resultados de estos estímulos en las figuras (1), (2) y (3) respectivamente.

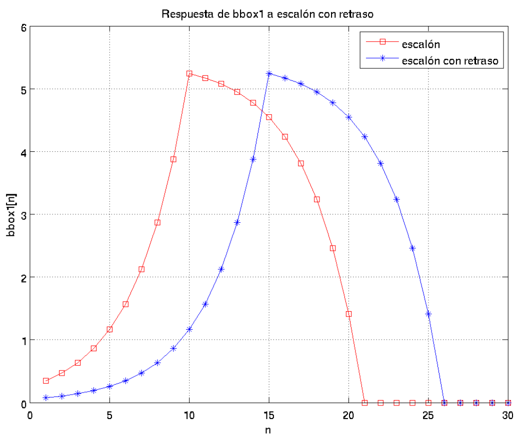

Figura 1. Respuesta de bbox1.

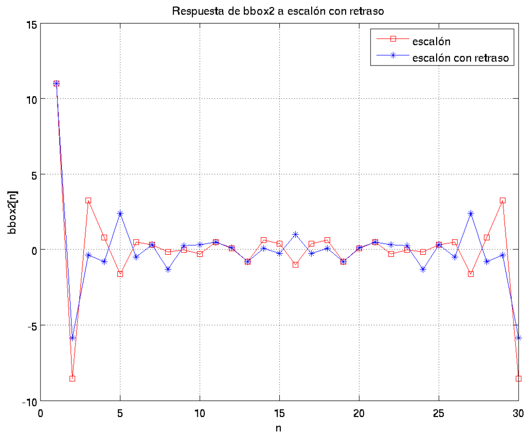

Figura 2. Respuesta de bbox2.

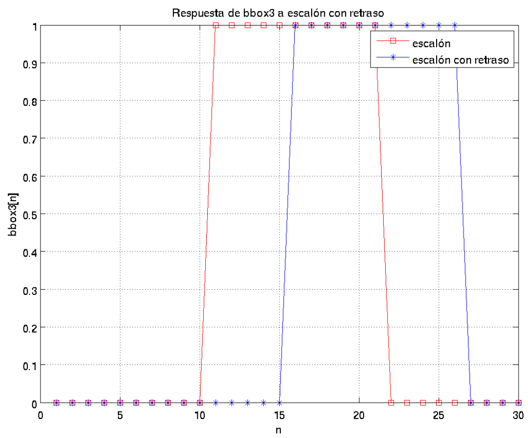

Figura 3. Respuesta de bbox3.

Se puede apreciar en la figura (2) que la respuesta de `bbox2` ante una señal no es la misma señal retrasada. En este caso corresponde a una señal diferente. Por lo tanto, se puede concluir que `bbox2` es un sistema que varía con el tiempo.

I-B. *Linealidad*

Para probar esta propiedad, cada sistema es excitado a dos señales, un pulso cuadrado (igual al punto anterior) y a una sinusoide. Luego, se comparan las respuestas por separado sumadas con la respuesta del sistema en cuestión a la suma de ambas señales. Si se cumple linealidad, ambos gráficos debiesen ser iguales. De otro modo, se puede decir que dicho sistema es *no-lineal*. Para dichos sistemas, se presenta el resultado de dichos experimentos en las figuras (4), (5) y (6).

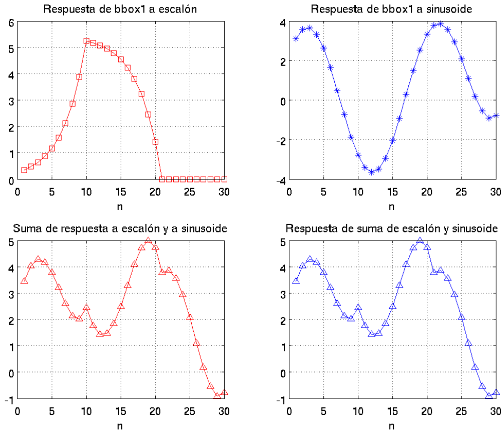

Figura 4. Respuesta de bbox1.

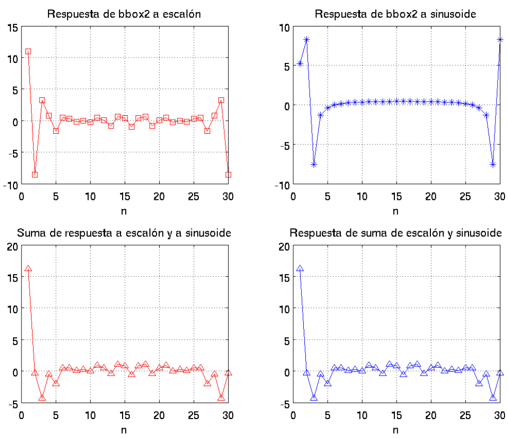

Figura 5. Respuesta de bbox2.

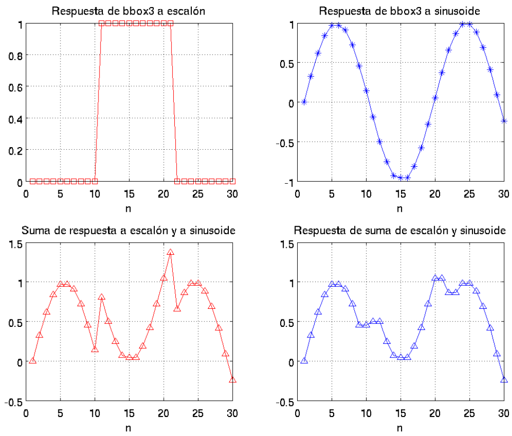

Figura 6. Respuesta de bbox3.

Por lo tanto, se puede concluir de la figura (6) que el sistema `bbox3` es no-lineal.

I-C. *Causalidad y Estabilidad (BIBO)*

Para poder probar la *causalidad* y la *estabilidad* (*BIBO*) de los sistemas entregados, se procede a estimularlos con un impulso discreto (Delta de Krönecker) desplazado en el tiempo ($\delta_K(t-14)$). Los resultados se muestran en las figuras (7), (8) y (9).

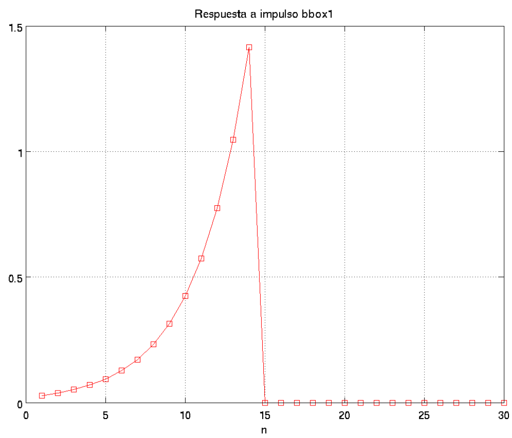

Figura 7. Respuesta de bbox1.

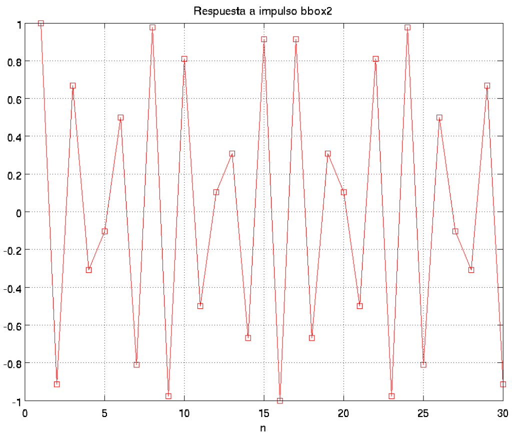

Figura 8. Respuesta de bbox2.

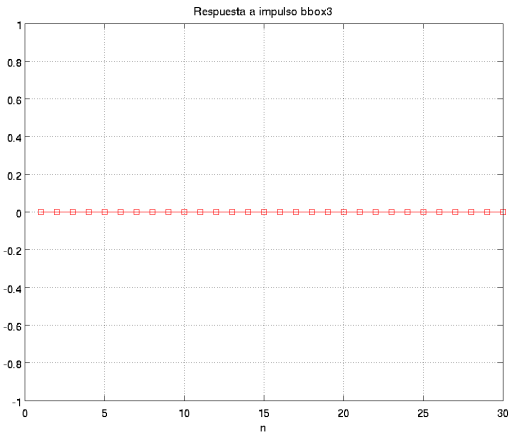

Figura 9. Respuesta de bbox3.

De las figuras anteriores, se puede concluir:

- El sistema `bbox1` presenta respuesta en tiempos anteriores al tiempo de exitación, por lo cual se puede decir que es un sistema **no-causal**. Con respecto a su estabilidad, se puede observar que el sistema luego de ser excitado vuelve a su estado de reposo, por lo que es un sistema **estable** según el criterio BIBO.
- El sistema `bbox2` presenta respuesta a excitación en tiempos anteriores al tiempo de excitación, por lo cual corresponde a un sistema **no-causal**. En cuanto a su estabilidad, es sistema no vuelve al reposo luego de ser estimulado, sino que se mantiene excitado, por lo que corresponde a un sistema **inestable**.
- El sistema `bbox3` no presenta respuesta en tiempos previos a ser excitado, por lo que corresponde a un sistema **causal**. Además, el sistema no presenta señal luego de ser excitado, por lo que corresponde a un sistema **estable**.

II. Inversión de Sistemas

Se tiene el sistema $y = S_A(x):\ y[n] = \frac{1}{2}y[n-1] - x[n]$. Se desea encontrar un sistema $y = S_B(x)$ tal que $\delta[n] = S_B(S_A(\delta[n]))$.

Usando la Transformada Zeta, se puede expresar $S_A(x)$ como en la ecuación (1).

$$Y(z)\left(1 - \frac{1}{2}z^{-1}\right) = -X(z)$$

$$H_A(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{-1}{1 - \frac{1}{2}z^{-1}}$$

A partir de la ecuación (1), se puede definir $H_B(z) = \frac{1}{H_A(z)}$.
Replanteando la ecuación de diferencias a partir de $H_B(z)$, se puede obtener la ecuación (1).

$$y[n] = 0{,}5x[n-1] - x[n] \tag{1}$$

Implementando dichas ecuaciones en MATLAB®, se obtienen las respuestas a impulso mostradas en (10).

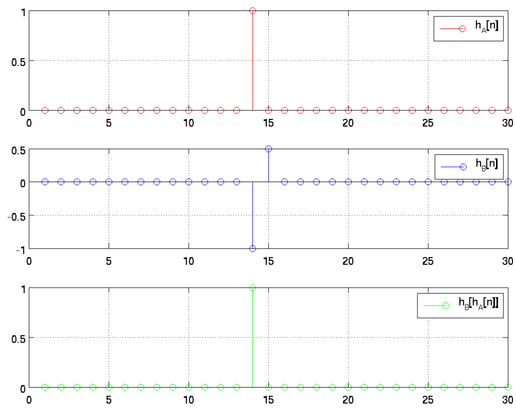

Figura 10. Respuesta impulso para S_A, S_B y $S_B(S_A)$ respectivamente.

Con esto, se puede apreciar que la ecuación obtenida en (1) es efectivamente el inverso de S_A.