

Trabajo Práctico 1 - Diseño con Respuesta al Escalón

Departamento de Electrónica, FIUBA

2º cuatrimestre, año 2024

Fecha de entrega: 22 de Octubre de 2024

Requisitos de aprobación: Informe escrito y defensa oral

Contenidos

1	Introducción	1
1.1	Punto de vista digital	2
1.2	Punto de vista Analógico	3
2	Especificaciones	4
2.1	Primer set	4
2.2	Segundo set	4
3	Guía	5

1 Introducción

Cuando se trabaja con dispositivos digitales, como computadoras, memorias, entre muchos otros, se puede caer en el error de pensar todas las señales como digitales, es decir una tensión alta (1 lógico) y una baja (0 lógico) que componen un sistema binario. Para la gran mayoría de los casos este análisis es suficiente, pero a veces cuando llevamos a dichos componentes a sus límites de operabilidad, los supuestos unos y ceros dejan de parecerse a algo ideal. Es ahí cuando, tenemos que usar una herramienta más completa y considerar varios parámetros que definen la calidad de las señales digitales, para más detalle ver la Sección 1.1.

Los parámetros que veremos en la Sección 1.1 no son más que un modelo simplificado de cómo analizar una señal, por lo general muchos ingenieros ignoran esto y se olvidan que dichos parámetros son equivalentes a los de cualquier señal analógica, como los que estudiamos en esta materia y se definen en la Sección 1.2. La consecuencia de ignorar esto pueden ser que los análisis de factibilidad o falla sean pobres, incompletos y que las conclusiones sean incorrectas.

Este trabajo busca interiorizar la estrecha relación que existe entre las señales analógicas y digitales y a su vez hacer un pequeño diseño basado en especificaciones, como suele pasar en la vida profesional.

1.1 Punto de vista digital

En la **Figura 1** se puede ver un resumen de la interpretación desde el punto de vista digital.

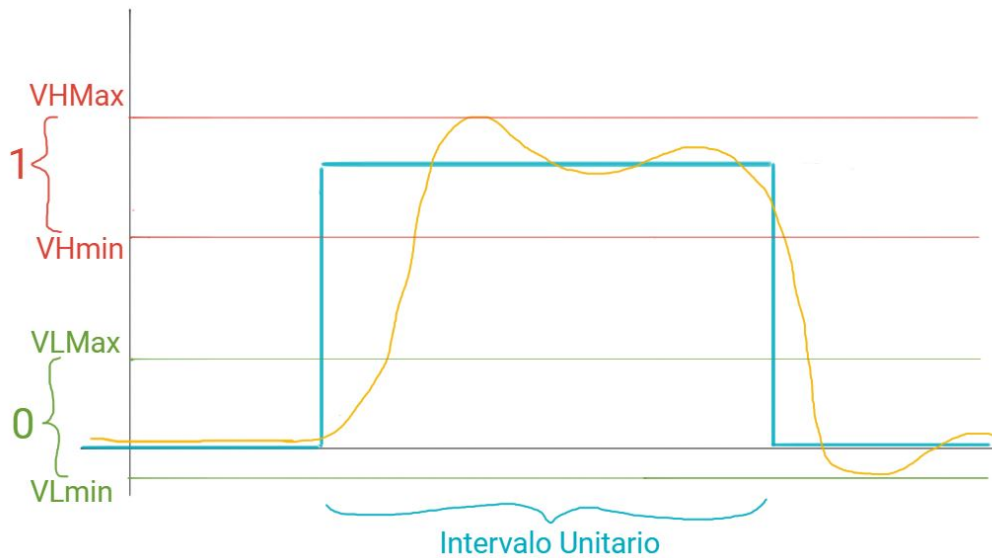


Figure 1: Interpretación digital del escalón

- **Mínimo nivel lógico alto** $V_{H(min)}$ Es el valor mínimo de tensión para el cual se puede considerar que la señal es un 1 lógico de manera unívoca, se suele usar la notación $V_{H(min)}$ o V_{Hm} . Por lo general, la mayoría de los buses de comunicación digitales, diferencian entre este parámetro para el transmisor y receptor, pero por simplicidad se omitirá esta distinción.
- **Máximo nivel lógico alto** $V_{H(Max)}$ Es el valor máximo de tensión para el cual se puede considerar que la señal es un 1 lógico de manera unívoca, se suele usar la notación $V_{H(Max)}$ o V_{HM} . Por lo general, este límite se asocia más a una cuestión constructiva o física, más que a una lógica.
- **Mínimo nivel lógico bajo** $V_{L(min)}$ Es el valor mínimo de tensión para el cual se puede considerar que la señal es un 0 lógico de manera unívoca, se suele usar la notación $V_{L(min)}$ o V_{Lm} . Por lo general, este límite se asocia más a una cuestión constructiva o física, más que a una lógica.
- **Máximo nivel lógico bajo** $V_{L(Max)}$ Es el valor máximo de tensión para el cual se puede considerar que la señal es un 0 lógico de manera unívoca, se suele usar la notación $V_{L(Max)}$ o V_{LM} . Por lo general, la mayoría de los buses de comunicación digitales diferencian entre este parámetro para el transmisor y receptor, pero por simplicidad se omitirá esta distinción.
- **Intervalo unitario** UI Tiempo entre dos transiciones de señal adyacentes, si la señal fuese periódica, sería equivalente al período, se suele usar la notación UI . Por lo general, el resto de los parámetros temporales se expresan como una proporción de este.

1.2 Punto de vista Analógico

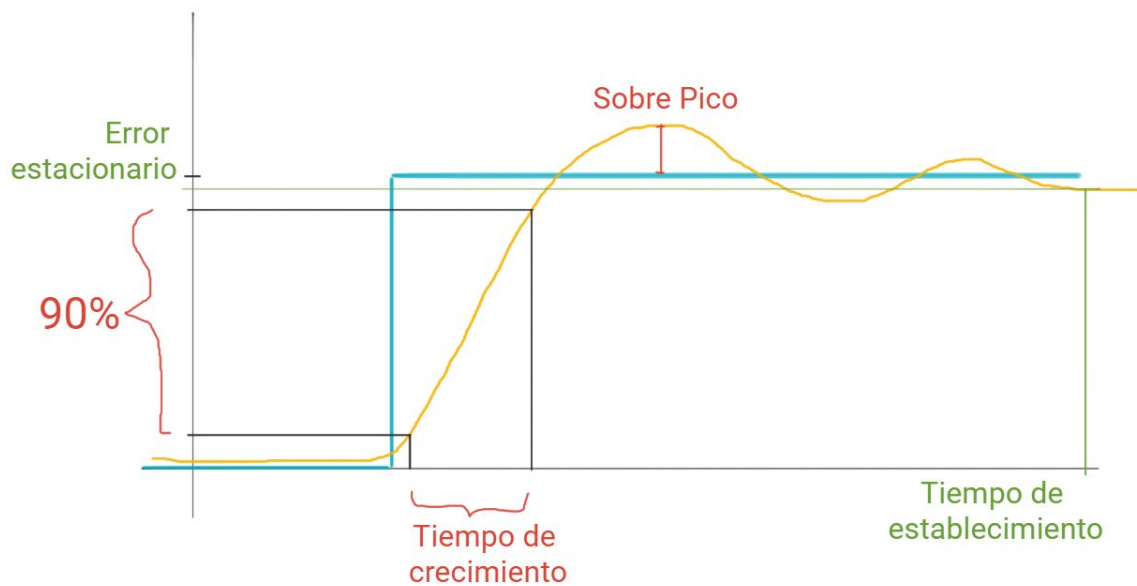


Figure 2: Interpretación Analógica de Escalón

En la **Figura 2** se puede ver un resumen de la interpretación desde el punto de vista analógico.

- **Valor inicial** Es el valor que toma la salida del sistema un instante infinitesimal luego de que se produjo el estímulo a la entrada, se suele usar la notación $V(0^+)$ para tensiones.
- **Valor final** Es el valor que toma la salida del sistema cuando se considera que ya pasó el régimen transitorio y llegó a un estado estacionario, se suele usar la variable V_f o V_∞ para tensiones.
- **Sobrepico** Es el valor máximo que toma una respuesta, se suele usar la variable V_p para tensiones o se indica como un porcentaje del valor final de la respuesta.
- **Tiempo de crecimiento** Por lo general, se toma como el tiempo que la señal tarda en pasar del 10% al 90% del valor final, se suele usar la variable t_r . Se puede calcular como: $t_r = t_{90} - t_{10}$. Es común encontrarlo en aplicaciones digitales especificado como un porcentaje del Intervalo Unitario (%UI).
- **Tiempo hasta el sobrepico** El tiempo que tarda la señal en llegar al primer pico y en este punto la derivada de la función es nula, se suele usar la variable t_p para tensiones.
- **Tiempo de establecimiento** Es el tiempo necesario para que la respuesta llegue al estado estacionario, por lo general se expresa en función de la constante temporal del circuito τ , se suele usar la variable t_s .
- **Banda de tolerancia** Es el valor de error porcentual respecto del valor final que se acepta para considerar que llegó al estado estacionario, en este trabajo práctico se considerará del 2%.

2 Especificaciones

Cada grupo tiene 2 set de datos con valores **máximos** que pueden tomar los parámetros.

2.1 Primer set

#	$u(t)$ [V]	UI [s]	t_r [% UI]	V_{Hmin} [V]	V_H [V]	V_{HMax} [V]
1	0.01	0.0499	4	0.028	0.0350	0.051
2	0.01	0.0586	3	0.0109	0.0200	0.0335
3	0.001	0.0038	3.2	0.00234	0.00500	0.00864
4	0.001	0.029	0.6	0.00403	0.00823	0.0141
5	0.001	0.101	0.4	0.0017	0.0025	0.0039
6	0.1	0.0021	0.5	0.2096	0.3550	0.5826
7	1	0.0009	32	2.26	2.50	2.69

Table 1: Parámetros de diseño - Set 1

En la segunda columna de la Tabla 1 se indica el factor de multiplicidad que acompaña a la señal que maneja el sistema, en el caso más simple de señal de entrada se trataría del escalón unitario.

2.2 Segundo set

#	UI [s]	t_r [% UI]	V_{Hmin} [V]	V_H o V_f [V]	V_{HMax} [V]
1	0.0670	56	0.0320	0.0350	0.0350
2	0.0115	40	0.0181	0.0200	0.0206
3	3.76×10^{-4}	66	0.0451	0.00500	0.00508
4	4.82×10^{-4}	39	0.00747	0.00823	0.00846
5	0.030	4	0.0023	0.0025	0.0026
6	4.69×10^{-4}	30	0.3242	0.3550	0.3973
7	0.0037	57	2.26	2.26	2.50

Table 2: Parámetros de diseño - Set 2

3 Guía

Dadas las especificaciones de la respuesta al escalón de segundo orden asignadas:

1. Definir el tipo de la primera respuesta y calcular un conjunto parámetros τ (la constante temporal del circuito), ω_d (la frecuencia angular de las oscilaciones del circuito cuando corresponda) y constantes que caractericen a la respuesta, o sea V_0 , V'_0 y V_∞ .
2. Calcular el conjunto de raíces y el polinomio característico asociados a las constantes elegidas en el ítem anterior.
3. Indicar el valor que toman los parámetros de las especificaciones para la respuesta elegida.
4. Indicar el tiempo hasta el sobre pico y su valor, el valor del menor pico mínimo luego de haber cruzado al valor final y la cantidad de oscilaciones antes de llegar al régimen estacionario.
5. Repetir los primeros 2 pasos para el segundo conjunto de especificaciones, intentando mantener constante la parte real de las raíces.
6. Comparar gráfica y numericamente ambas respuestas.
7. Dado el circuito de la **Figura 3** encontrar los valores de las resistencias y capacitores que cumplan con las respuestas.
8. Normalizar componentes, resistencias con serie E96 y capacitores con serie E48.
9. Simular el circuito obtenido usando el modelo de SPICE de TL081 provisto en el campus y comparar con la respuesta original.
10. Comparar con las respuestas teóricas.
11. Conclusiones: deben describir los aprendizajes, explicar las dificultades encontradas y como las resolvieron. No debe ser un resumen del trabajo realizado, si no un análisis de la experiencia.

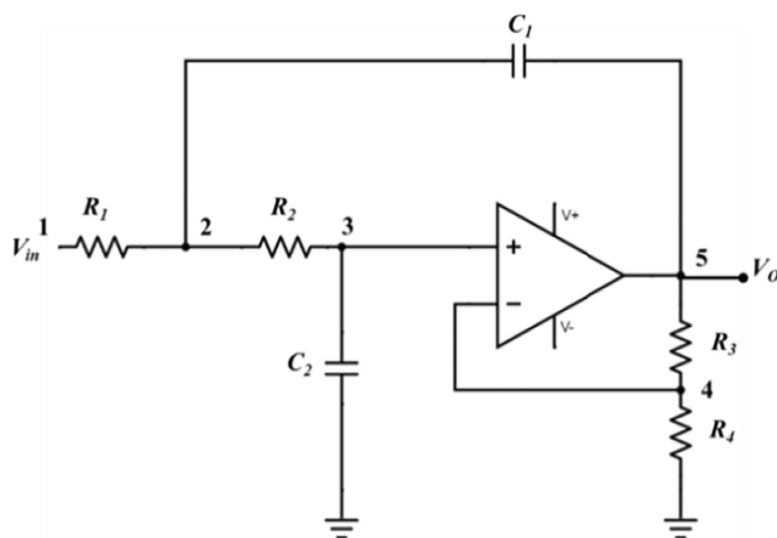


Figure 3: Filtro pasa bajo Sallen-Key