



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias de la Electrónica.

Ingeniería Mecatrónica.

Primavera 2013

Control de procesos por computadora

Practica #3 Respuesta de un sistema de segundo orden.

Profesor: Dr. Jaime Cid Monjaraz

Equipo:

- | | |
|-----------------------------------|-----------|
| • Nory Ofir Hernández Hernández | 201026481 |
| • José de Jesús Velázquez Arreola | 200802603 |
| • Ángel Hernández Hernández | 200811868 |

Fecha de entrega: Viernes 1 de Marzo de 2013





Respuesta de un sistema de segundo orden.

Nory Ofir Hernández Hernández, José de Jesús Velázquez Arreola,

Ángel Hernández Hernández

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Pué., México.

hernandez.201026481@gmail.com

Resumen. En este reporte se describe la implementación de un circuito pasabajas de segundo orden para la obtención de una función de transferencia con una propuesta de diseño y su respuesta en lazo abierto.

I. INTRODUCCIÓN

Función de transferencia

La función de transferencia de un sistema lineal e invariante en el tiempo (LTI), se define como el cociente entre la transformada de Laplace de la salida y la transformada de Laplace de la entrada, bajo la suposición de que las condiciones iniciales son nulas.

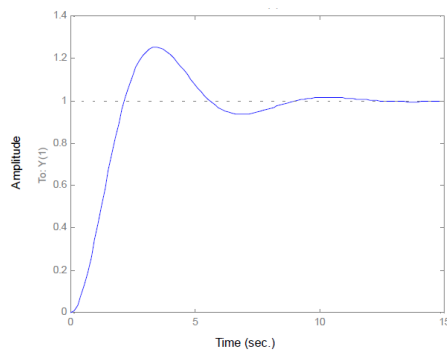


Fig.1 Respuesta de un sistema de segundo orden respecto al tiempo.

El pico formado por los modelos de la señal de salida respecto de la señal de entrada, permite encontrar los ceros y los polos, respectivamente. Y que representan las raíces en las que cada uno de los modelos del cociente se iguala a cero. Es decir, representa la región frontera a la que no debe llegar ya sea la respuesta del sistema o la excitación al mismo; ya que de lo contrario llegará ya sea a la región nula o se irá al infinito, respectivamente.

Considerando la temporalidad; es decir, que la excitación al sistema tarda un tiempo en generar sus efectos en el sistema en cuestión y que éste tarda otro tiempo en dar respuesta. Esta condición es vista a través de un proceso de convolución, formado por la excitación de entrada convolucionada con el

sistema considerado, dando como resultado, la respuesta dentro de un intervalo de tiempo. En ese sentido, se tiene que observar que la función de transferencia está formada por la deconvolución entre la señal de entrada con el sistema. Dando como resultado la descripción externa de la operación del sistema considerado. De forma que el proceso de contar con la función de transferencia del sistema a través de la deconvolución, se logra de forma matricial o vectorial, considerando la pseudoinversa de la matriz o vector de entrada multiplicado por el vector de salida, para describir el comportamiento del sistema dentro de un intervalo dado. Pareciera un proceso complicado, aunque solo baste ver que la convolución discreta es representada por un producto de un vector o matriz fija respecto de una matriz o vector móvil, o que en forma tradicional se observa como una sumatoria.

II. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Para esta práctica el software y hardware que se utilizaron fueron la tarjeta de adquisición arduino y su software de programación. Además también el software Matlab para la interfaz entre arduino y Matlab así como también para la obtención de la función de transferencia.

En la parte del hardware se utilizó un arduino de modelo mega Apéndice [1].

La práctica consistió en la implementación de un circuito para obtener una función de transferencia la cual dependería de nuestros datos de diseño, es decir, el τ_p y τ_m que nosotros escogieramos, para esto implementamos un circuito pasabajas de segundo orden como se muestra en la fig. 2

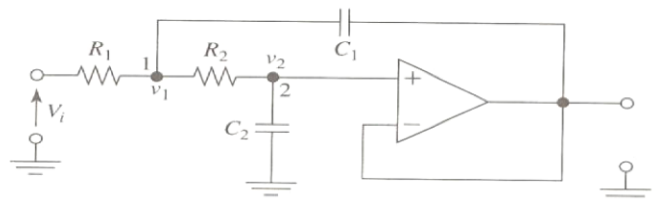


Fig.2 Circuito pasabajas de segundo orden



Los datos que escogimos para esta práctica son:

$M_p = .44$

$T_p = 1 \text{ seg}$

Con los cálculos que se nos dio en clase pudo obtener la función de transferencia del sistema en lazo abierto fig. 3.

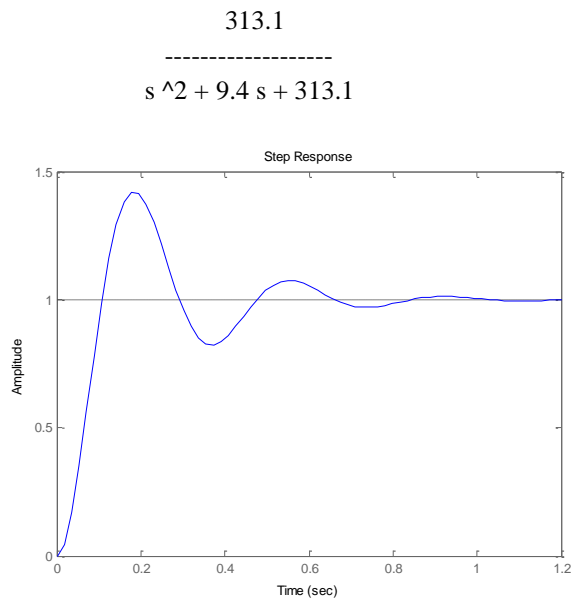


Fig. 3 Simulación de la respuesta del sistema de segundo orden en lazo abierto

Con nuestra propuesta de diseño, se procedió a implementar el circuito utilizando componentes comerciales, los cuales se enlistan a continuación:

- 1 resistencia de $100K\Omega$
- 1 resistencia de $1M\Omega$
- 1 capacitor de $.01\mu F$
- 1 capacitor de $3.3\mu F$
- lm324 apéndice [2]

Los componentes se colocaron de la siguiente manera fig. 4.

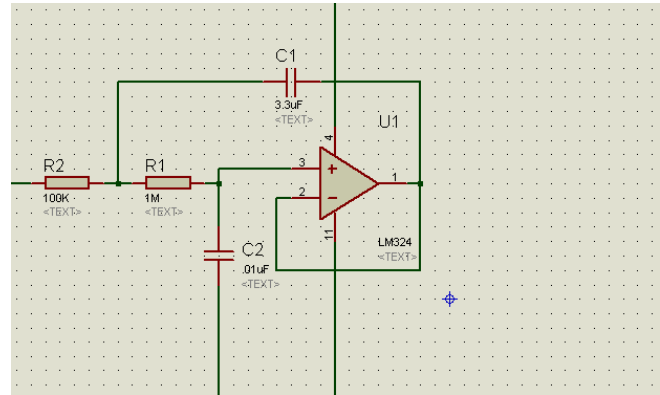


Fig.4 Simulación en Proteus del circuito utilizado

A partir de la simulación lo implementamos en un protoboard de la siguiente manera fig. 5. Utilizando como tarjeta de adquisición el arduino Mega.

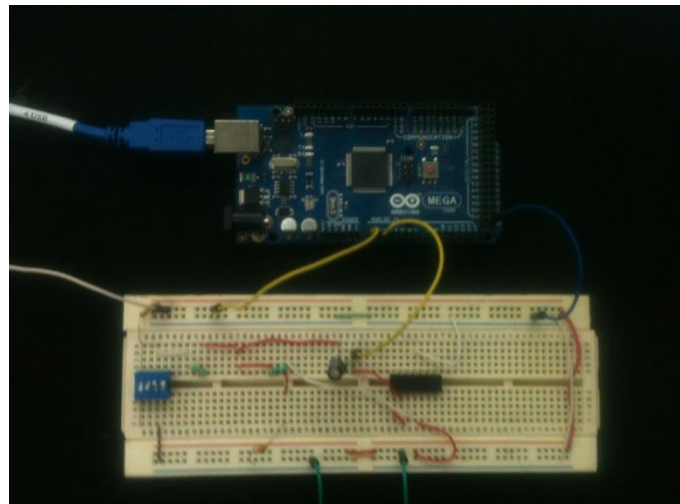


Fig. 5 Implementación práctica del circuito

III. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Una vez implementado el circuito propuesto, para la planta de segundo orden, en primer lugar se procedió a medir la respuesta del sistema con un osciloscopio y medir que los voltajes fueran adecuados para el rango de lectura de las entradas analógicas de la tarjeta arduino [0-5 volts].

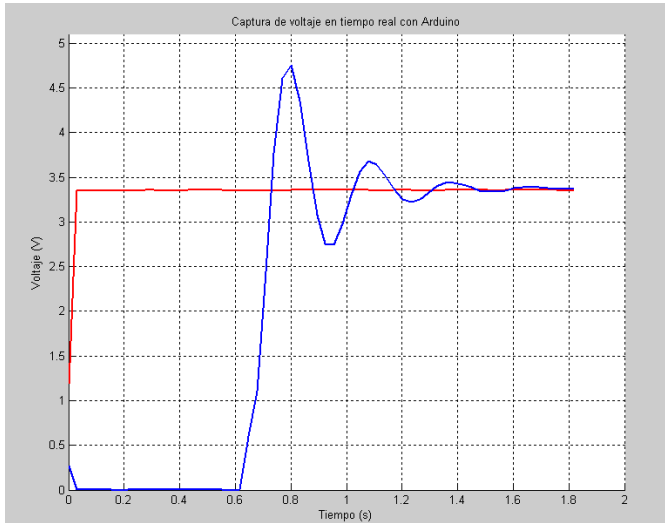


Fig.6 Respuesta del sistema de segundo orden con la interfaz arduino-Matlab(captura en tiempo real).

En la implementación práctica, el escalón que se le dio al sistema fue de 3.3 volts y las alimentaciones fueron de la siguiente manera: opamp +12v , Escalón +3.3v y GND , con ayuda de una fuente de voltaje externa. Debido a que en pruebas anteriores el arduino no proporciono los niveles de corriente para alimentar al opamp, causando con esto un comportamiento inadecuado del sistema.

Además se puede observar con simple inspección visual que el sistema simulado apéndice[3], tiene un comportamiento igual al sistema experimental apéndice[4] las pequeñas variaciones que se pueden dar respecto a lo propuesto y lo obtenido se debe a la tolerancia en los componentes utilizados $\pm 10\%$ en resistencias y en capacitores. Esto se puede corregir utilizando componentes de precisión, pero aumentado el costo. Así como se presentó cumple con el objetivo de la practica : Obtención de la respuesta con respecto al tiempo de un sistema de segundo orden .

IV. CONCLUSIONES

Se ha presentado una propuesta de diseño para una planta de segundo orden y se ha comprobado su comportamiento de manera experimental a través de una interfaz para la adquisición de datos en tiempo real con ayuda de la tarjeta arduino y Matlab.

Este trabajo nos permite acercarnos más a los sistemas dinámicos con los cuales trabajaremos más adelante, en el caso específico de esta planta se espera la implementación de un controlador de tipo PID digital.

REFERENCIAS

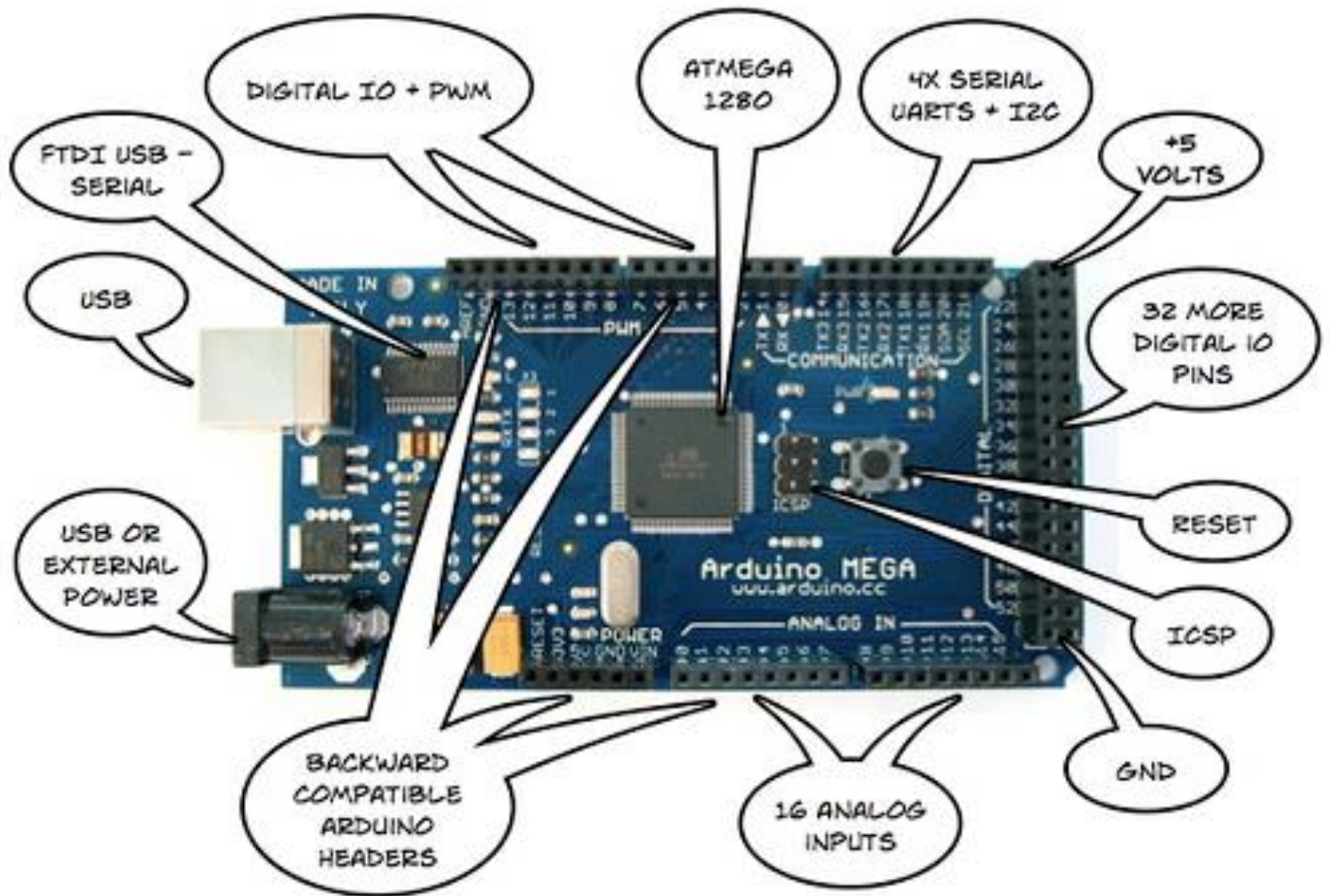
- [1] Apuntes Control de Procesos por computadora PDF, Dr. Jaime Cid Monjaraz
- [2] Operational amplifiers and linear integrated circuits. Robert F. Coughlin, Frederick F. Driscoll. Edit. Prentice Hall (2000)

APENDICE

- [1] Arduino Mega
- [2] LM324
- [3] Simulación en Matlab
- [4] Resultado Experimental

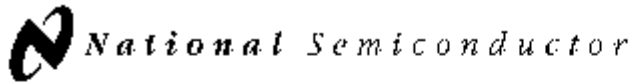
Apéndice [1]

Arduino mega



Apéndice [2]

LM 324



December 1994

LM124/LM224/LM324/LM2902 Low Power Quad Operational Amplifiers

General Description

The LM124 series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, DC gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional +15V power supplies.

Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage
- The unity gain cross frequency is temperature compensated
- The input bias current is also temperature compensated

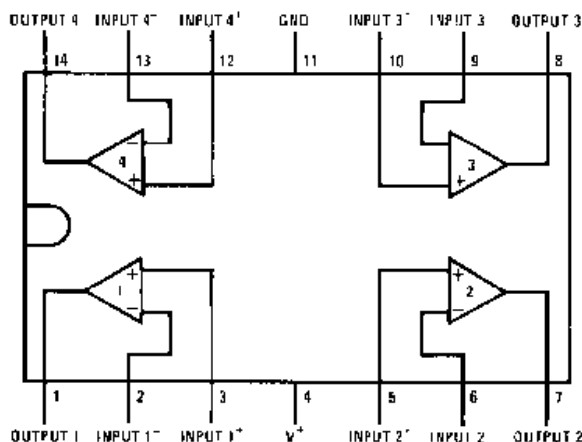
Advantages

- Eliminates need for dual supplies
- Four internally compensated op amps in a single package
- Allows directly sensing near GND and V_{OUT} also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

Features

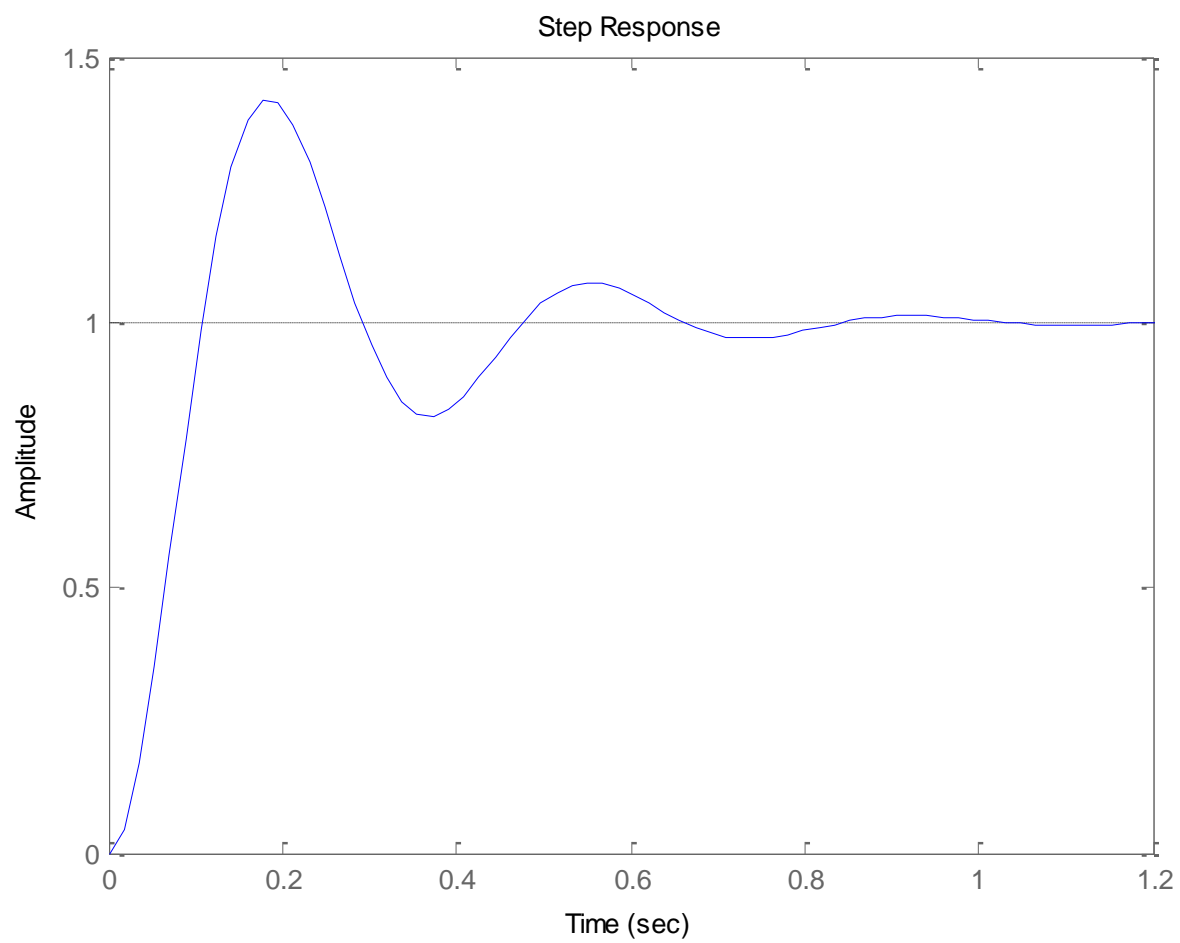
- Internally frequency compensated for unity gain
- Large DC voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range:
 - Single supply 3V to 32V
 - or dual supplies +1.5V to +16V
- Very low supply current drain (700 μ A)—essentially independent of supply voltage
- Low input biasing current 45 nA (temperature compensated)
- Low input offset voltage 2 mV and offset current 5 nA
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing 0V to V^+ 1.5V

Dual-In-Line Package



Apéndice [3]

$$\frac{313.1}{s^2 + 9.4s + 313.1}$$



Apéndice [4]

