|  |  |
| --- | --- |
| **Asignatura:** Sistemas embebidos de control automático | **Nivel:** 7mo |
| **TEMA:** Diseño del controlador de voltaje de un sistema eléctrico. Circuito RRC. | **Componente practico N.º:** 2 |
| Práctica de laboratorio | **Número de horas asignadas:** 4 |
| 1. **INTRODUCCIÓN:**   Dentro de la ingeniería de sistemas, un sistema de control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados. Existen dos clases comunes de sistemas de control, sistemas de lazo abierto y sistemas de lazo cerrado. En los sistemas de control de lazo abierto la salida no interviene en la acción de control; mientras que en los de lazo cerrado si se va a requerir conocer la salida para ejercer el control del sistema. Un sistema de lazo cerrado es llamado también sistema de control con realimentación. | |
| 1. **OBJETIVO** **GENERAL:**  |  |  | | --- | --- | | * 1. **OBJETIVOS ESPECÍFICOS** | **Nivel\*** | | Diseñar controlador de voltaje de un sistema eléctrico RC. | A | | Validar el funcionamiento del controlador mediante las pruebas MIL, SIL, PIL, y HIL | M |   \*Alto(A), Medio (M), Bajo (B) | |
| 1. **DEFINICIONES:**   **Las pruebas que debe pasar el controlador son: MIL** (model in the loop)**.** Consiste en verificar el funcionamiento del controlador en el dominio de la simulación. El modelo de la planta debe considerar toda la dinámica del sistema. **SIL** (software in the loop). La validación se del sistema se realiza en el computador en donde se diseñó el controlador, pero la función de transferencia del controlador es cambiada por el código (C/C++). **PIL** (processor in the loop). EL código del controlador se ejecuta en el computador embebido y el modelo de la planta en el computador en donde se diseñó el sistema de control. HIL (hardware in the loop). Se conecta la planta real al computador embebido y se verifica el funcionamiento del controlador en tiempo real. En el computador se monitorea la dinámica del sistema. | |
| 1. **Prerrequisitos:**   Circuitos I, Modelado de sistemas dinámicos**,** Ingeniería de Control. | |
| 1. **Preguntas previas:**  * Describa el proceso de comunicación entre el modelo de la planta en Simulink y el código del controlado en Arduino. * ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los métodos de integración del rectángulo y del trapecio? | |
| 1. **MÉTODO/PROCEDIMIENTO**   **Implementar el sistema de control para el circuito RRC**  **R = 100K, C = 0.1uF**  Escriba el modelo matemático del circuito RC mostrado en la figura 1.    Figura 1. Estrategia de control On/Off   1. Diseñe el controlador On/Off para controlar la salida del circuito en 1V. Implemente (arme) el circuito analógico del sistema de control de la figura 1. 2. Implementar un controlador PI para el sistema RC. utilice los parámetros de diseño ts <= (0.009 + N\*(0.001)/27)s y Mp <= (25 - A\*2/27)%; N es número de la primera letra del primer nombre del primer integrante del grupo y A es el número de la primera letra del primer apellido del último integrante del grupo (ejm. Guillermo Mosquea, N =23 ; A = 2). Realizar la simulación del funcionamiento del controlador en Simulink.   Utilizando los parámetros del controlador PI, de la actividad previa, calcule los nominales de las resistencias y capacitancia. Verifique que los elementos obtenidos puedan ser adquiridos en el mercado.    **Figura 2**. Implementación del circuito de control analógico   1. Realice la prueba MIL del controlador diseñado 2. Realice la prueba SIL, implemente el código del controlado archivo.h, y archivo.c. Para el cálculo de la integral del error utilice el método del trapecio. 3. Realice la prueba PIL, mediante comunicación serial envíe el error desde Simulink a la tarjeta Arduino. En el computador embebido se debe calcular la salida del controlador. 4. Para finalizar, conecte la tarjeta Arduino con la plata. Verifique que se cumplan los parámetros de diseño del controlado. Su controlador pasó la prueba HIL. | |
| 1. **EQUIPOS Y MATERIALES:**  * 1 resistencias de 100K, 1 capacitor 100uF. Circuito RC. * Amplificador operacional LM74, Amplificador operacional LM358 * 2 resistencias de 1k, 1 capacitor 0.1uF, 1 resistencia de 8k, 1 resistencia 72k * Fuente de 5v o 2 baterías de litio de 3.7V * Fuente de 9 V DC * Matlab/Simulink. * Tarjeta Arduino para la implementación del controlador embebido. | |
| 1. **CONDICIONES DE SEGURIDAD:**   Obligatoriamente tener la guía de práctica antes de conectar los materiales. Usar herramientas con mango aislado para evitar contactos mal deseados. Conocimientos previos sobre la práctica. Observar minuciosamente las conexiones y configuraciones de los circuitos propuestos. | |
| 1. **CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN:**  * ¿Cuándo utilizar la estrategia On/Off y cuándo usar el controlador PID? * Describa las ventajes de cada estrategia, concetrese en el consumo de la energía para realizar cada una de las estrategias. * Cuál debe ser el sample\_time en la tarjeta Arduino para obtener los mismos resultados que en la prueba MIL | |
| **10. RESULTADOS DE APRENDIZAJE**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Resultados de aprendizaje de la carrera** | **Resultados de aprendizaje de la asignatura** | **Resultados de aprendizaje de la práctica** | **Nivel del aprendizaje de la práctica** | | Diseñar procesos y sistemas automáticos de manufactura, aplicando distintas herramientas de modelado y simulación buscando su eficiencia y eficacia. | Proponer alternativas aplicables al proyecto mecatrónico, según especificaciones y restricciones presentadas por el cliente (costo, tiempo, energías disponibles, espacio y demás consideradas) | Comparar diferentes estrategias de control | **M** | | Crear sistemas mecatrónicos autónomos, capaces de adquirir, procesar y actuar de acuerdo a estímulos externos cumpliendo los requerimientos de un producto o servicio. | Transformar problemas en objetivos de diseño para dar respuesta a la solución de problemas o situaciones concretas. | Verificar el funcionamiento del controlador | **A** |   \*Alto(A), Medio (M), Bajo (B) | |
| **11.- BIBLIOGRAFÍA:**   1. Petkov, P. H. (2018). Design of Embedded Robust Control Systems Using Matlab / Simulink (1ra ed.). Editorial The Institution of Engineering and Technology. 2. Cheng. S. C. (2019). Embedded mechatronics System Design for Uncertain Environments (1ra ed.). Editorial The Institution of Engineering and Technology. 3. Reyes, F. (2015). Arduino Aplicaciones en Robótica Mecatrónica e Ingenierías. (1ra ed.). Editorial Alfaomega. | |
| **12. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL COMPONENTE PRÁCTICO**   |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **ASPECTOS A EVALUAR** | **Valor** | **100%** | **75%** | **50%** | **25%** | **0%** | | **Preparación previa a la actividad de Componente práctico experimental** | 2.5 | El estudiante o el grupo:  Responde eficientemente a las preguntas realizadas sobre el desarrollo del componente práctico.  Tiene el material indispensable para la realización de las actividades (descarga de algún software, conseguir materiales necesarios para la actividad, etc.). | El estudiante o el grupo:  responde eficientemente a las preguntas realizadas sobre el desarrollo del componente práctico.    Tiene parte del material indispensable para la realización de las actividades (no se ha descargado el software, no se ha conseguido todo el material necesario para la actividad, etc.). | El estudiante o el grupo:  Responde parcialmente las preguntas realizadas sobre el desarrollo del componente práctico.  Tiene parte del material indispensable para la realización de las actividades. (no se ha descargado el software, no se ha conseguido todo el material necesario para la actividad, etc.). | El estudiante o el grupo  responde parcialmente las preguntas y no ha conseguido el material indispensable para realizar las actividades | El estudiante o el grupo no responde las preguntas realizadas sobre el desarrollo del componente práctico.  No tiene el material para realizar las actividades | | **Desempeño del alumno en base a conocimientos demostrados** | 2.5 | El estudiante o el grupo:  realiza perfectamente las actividades.  Tiene seguridad en su desempeño.  Realiza los cálculos de manera adecuada  Demuestra su conocimiento para completar las actividades propuestas. | Realizan tres de los cuatro ítems | Realizan dos de los cuatro ítems | Realizan uno de los cuatro ítems | Los estudiantes no responden las preguntas que se realizan, no prenden la cámara o comparten pantalla por lo tanto no se evidencia que están trabajando en clase. | | **Resultados obtenidos de la práctica** | 2.5 | El equipo presenta:  La información en la hoja de resultados.  Todos los elementos requeridos  Los cálculos bien realizados  Los resultados obtenidos con las unidades correspondientes. | El equipo presenta tres de los cuatro ítems | El equipo presenta dos de los cuatro ítems | El equipo presenta uno de los cuatro ítems | El equipo envía la hoja de resultados fuera de tiempo | | **Comportamiento del equipo durante la práctica** | 2.5 | El equipo presenta:  Perfecto orden durante el desarrollo de las actividades.  Respeto hacia sus profesores y hacia sus compañeros.  Cuidado en el uso de herramienta, utensilios y materiales de trabajo.  Acata las instrucciones del profesor y de los reglamentos internos del entorno de aprendizaje | El equipo presenta tres de los cuatro ítems | El equipo presenta dos de los cuatro ítems | El equipo presenta uno de los cuatro ítems | El estudiante no asiste a la práctica | | |