

Diseño e implementación de controlador de motor eléctrico PaP actuador de robot paralelo

Anteproyecto Control y Sistemas

Gonzalo Gabriel Fernández

Resumen—En el presente anteproyecto se propone la realización del diseño, verificación y validación de un modelo de motor eléctrico paso a paso, junto con el diseño e implementación de su respectivo controlador que cumpla los requisitos impuestos por el robot paralelo del que forma parte. En el trabajo se construirá un banco de pruebas, donde luego de realizar las simulaciones necesarias se pondrá en práctica lo estudiado.

I. OBJETIVOS

- Integrar los conceptos aprendidos en la cátedra de Control y Sistemas.
- Concretar el modelo en espacio de estados de un motor eléctrico paso a paso al que se le acopla una carga de inercia conocida.
- Diseño de un controlador por realimentación de estado que cumpla los requisitos impuestos por un robot paralelo de dos grados de libertad.
- Diseño e implementación de un controlador PID y comparar resultados.
- Diseño de observador, de ser necesario, para la estimación de variables que no son accesibles con los sensores disponibles.
- Simulación de planta y controlador para la verificación del diseño.
- Construcción de banco de pruebas donde evaluar el motor en carga.
- Implementación en microcontrolador del control diseñado para corregir, mejorar y validar el modelo.
- Utilizar conceptos de procesamiento digital de señales en los sensores de corriente eléctrica y encoder incremental.
- Finalizar el trabajo con la puesta en funcionamiento del robot paralelo de dos grados de libertad y obtener conclusiones de su desempeño.

II. PLANTA A CONTROLAR, VARIABLES DE ENTRADA Y DE SALIDA DEL SISTEMA

El modelo de la planta controlar representará un motor eléctrico paso a paso Nema 23 de 2,5Nm. De acuerdo a la bibliografía consultada y los trabajos de terceros relacionados con el tema, el modelado de un motor paso a paso es similar al de un motor síncrono de imanes permanentes (PMSM). A grandes rasgos, la planta puede dividirse en subsistemas mecánico, electromagnético y pudiendo agregarse un tercer subsistema con las características térmicas.

La entrada de la planta, en principio, será una determinada secuencia de pasos para seguir una consigna o referencia,

ya que el driver interfaz con el motor será del tipo pulso y dirección. Esto cambiará si se logra la construcción de un driver propio, doble puente H, donde la consigna pasará a ser directamente de tensión.

En una primera etapa el subsistema mecánico consistirá en un banco de pruebas, donde se encontrará sobre un mismo eje el motor a evaluar, un encoder incremental que nos permitirá medir posición, y una carga mecánica rotacional o volante de inercia que representará en forma simplificada (y lineal) el robot a actuar. Todo lo anterior acoplado sobre un eje sin ningún tipo de reducción mecánica. Luego en una última etapa se evaluará lo realizado sobre el robot paralelo de dos grados de libertad para el que se diseña el actuador y, de ser necesario, se realizarán las correcciones y mejores correspondientes (que se pueden deber a la no linealidad del sistema).

Como se mencionó anteriormente, las salidas de la planta será la posición del árbol mediante un encoder rotativo incremental y también se sensará corriente. Tampoco se descarta, aunque más lejano si se comprueba interesante en la práctica y es efectivamente realizable, el sensado de temperatura del motor.

III. TIPO DE CONTROL A IMPLEMENTAR

El modelo a obtener de la planta es en espacio de estados, y su control será por realimentación de estado. Dado que habrá error en los parámetros del sistema también se contempla la utilización de un controlador PID integrado en el resto del diseño (las características de este controlador dependerán de su objetivo en específico a la hora de implementarlo).

También en el diseño del controlador se realizarán análisis de controlabilidad y observabilidad, este último en caso de que sea necesario una estimación de estado que tendría como consecuencia el diseño e implementación de un observador.

También uno de los objetivos del trabajo es la utilización de un regulador lineal cuadrático (control óptimo), ver sus resultados y compararlos con los obtenidos a través de otros métodos más básicos.

IV. HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN

Para la simulación de cualquier diseño se utilizará el software MATLAB, utilizado en la cátedra, junto con sus herramientas integradas Simulink y Simscape. No se descarta el uso de otras herramientas libres y de código abierto, como también el uso de programas implementados en Python.

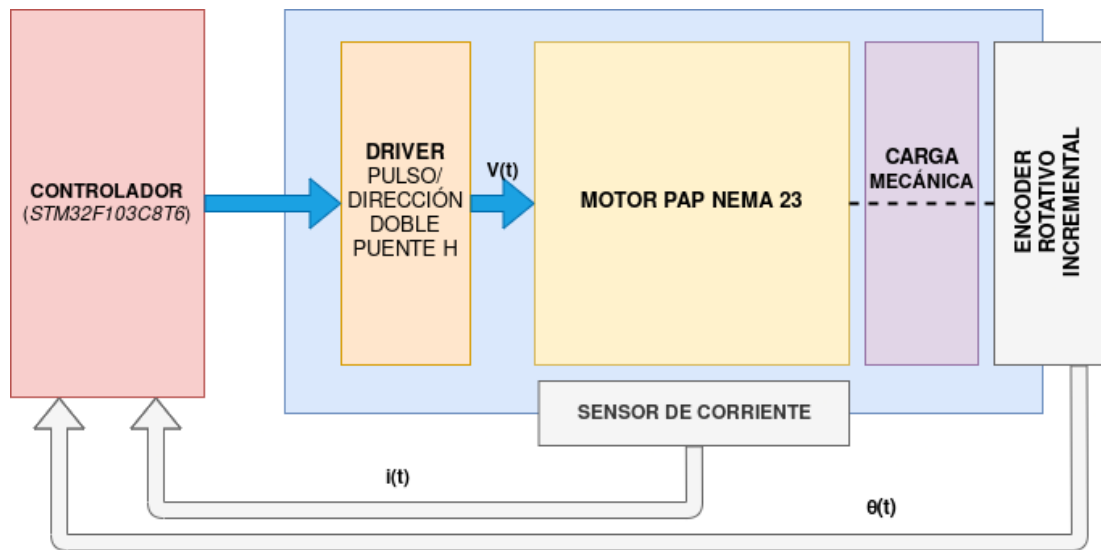


Figura 1. Diagrama de bloques del proyecto.

V. HERRAMIENTAS DE HARDWARE

Para la implementación del controlador se propone el uso de microcontroladores STM32, en específico el microcontrolador STM32F103C8T6 presente en la placa de desarrollo denominada comúnmente “*blue pill*”.