

# CONCLUSIONES Y TRABAJOS

## FUTUROS

---

Este trabajo tuvo como propósito realizar la simulación de un controlador difuso para las diferentes articulaciones del Robot UDLAP. Utilizando SimMechanics y Fuzzy Logic Toolbox se pudo realizar una simulación para observar el comportamiento tanto del controlador de las articulaciones como del robot. El objetivo del trabajo se limitó únicamente a la simulación del robot con un controlador difuso. Hubiese resultado interesante implementar el control físicamente al Robot UDLAP, pero el proceso es más complejo y no se cuenta con el tiempo necesario para realizarlo.

Para poder realizar este trabajo fue necesario estudiar y conocer las bases de la lógica difusa ya que en lo personal era un concepto totalmente nuevo y desconocido. El estudio de la teoría difusa fue indispensable para programar y configurar los controladores difusos de las articulaciones.

A lo largo del trabajo se presentaron diferentes complicaciones que dificultaron la realización del mismo. Comprender y dominar el funcionamiento de SimMechanics fue la principal complicación. Otra complicación fue lograr controlar los movimientos del robot. Para corregir este último problema fue necesario analizar de manera detallada las reglas que regían el comportamiento del controlador y corregirlas.

Una observación que resulta interesante mencionar es sobre la gráfica de torques de los controladores difusos. Los perfiles suaves y uniformes que se generan proporcionan información bastante útil si se intenta implementar esta alternativa de control al Robot UDLAP. Esta información se puede utilizar en los servomotores del robot, ya que la forma uniforme de la gráficas de los torques indicarían que los servomotores demandarían menos corriente para funcionar.

Como se mencionó antes, el concepto de lógica difusa era totalmente nuevo y desconocido para el tesista. Fue necesario tomar el curso de maestría *Lógica Difusa y Toma de Decisiones*, que fue de gran ayuda debido a que todo el trabajo que se realizó durante el semestre estaba directamente relacionado con el objetivo del trabajo de tesis. De la misma manera, se descubrió lo fácil que es implementar lógica difusa en un sistema de control, además de las diversas aplicaciones que se le pueden dar. Ahora se cuenta con el conocimiento suficiente como para tratar de controlar casi cualquier sistema utilizando lógica difusa.

Es necesario señalar que no se diseñó un sistema de control óptimo y esto deja abierta la posibilidad de darle un seguimiento a este trabajo. Como trabajo futuro es posible optimizar el funcionamiento del sistema de control difuso para lograr que el Robot UDLAP realice un objetivo específico. Para mejorar el comportamiento del robot se deben estudiar y analizar de manera más detallada las reglas que conforman la base del

conocimiento así como ajustar los parámetros del modelo del controlador difuso del Robot UDLAP.

De la misma manera, como trabajo futuro, es posible adaptar las salidas del torque generadas por los controladores difusos a las salidas reales que necesitarían los servomotores. Las salidas de los controladores se tendrían que adaptar a los diferentes anchos de pulso que necesitan los servomotores para generar los torques que moverán robot. Para adaptar las salidas de los torques es necesario realizar la programación en un hardware apropiado el cual puede ser un microcontrolador o un FGPA.

Para otros trabajos futuros, se puede probar la plataforma de control que se utilizó, en otro tipo de robots con características similares a las del Robot UDLAP. Realizando más pruebas es posible optimizar el control difuso e incluso se puede implementar otro tipo de control como el control adaptivo o el control robusto para lograr un desempeño cada vez más eficiente. También se puede utilizar otra herramienta de MatLab llamada *Virtual Reality Toolbox* con la cual se pueden realizar simulaciones en realidad virtual para observar de manera más realista el comportamiento del Robot UDLAP.

Finalmente, con la ayuda de SimMechanics, se logró realizar la simulación de un sistema de control difuso para el Robot UDLAP, a pesar de las complicaciones que se presentaron. Se demostró que un control difuso es una alternativa de control bastante eficiente y fácil de implementar.