

# Resumen

El control por rechazo activo de perturbaciones (ADRC, del inglés Active Disturbance Rejection Control) fue visto inicialmente como un cambio de paradigma porque se sustenta en la idea desafiante de que para controlar un proceso no es necesario un modelo detallado del mismo. La clave está en reformular el problema de control en el marco de la estimación y el rechazo de perturbaciones de modo que la discrepancia existente entre el proceso controlado y una planta deseada libre de perturbaciones se compense en el lazo sin describir detalladamente el proceso o las perturbaciones. La investigación en esta área ha proporcionado una fundamentación teórica sólida y una recopilación de aplicaciones exitosas que han consolidado al ADRC entre las técnicas de control basadas en observadores de perturbaciones (DOBC, del inglés Disturbance-Observer-Based Control) han hecho crecer el interés por el diseño de lazos de control empleando esta tecnología.

Actualmente existen numerosas y variadas contribuciones basadas en el ADRC. Por un lado, algunos trabajos abordan la metodología ADRC. Sin embargo, son pocos los que ofrecen una explicación exhaustiva de su diseño y aplicación, dirigida a aquellos investigadores que están empezando a explorar esta estrategia de control. Por otro lado, la sintonización del ADRC y el control compuesto basado en ADRC son áreas de investigación abiertas. Una de las discusiones que se mantiene activa en la literatura está relacionada con la forma de seleccionar los parámetros principales del ADRC de modo que se alcance la estabilidad de lazo cerrado con un rechazo de perturbaciones y robustez apropiadas, especialmente cuando el ADRC se emplea para controlar procesos aproximados mediante representaciones más sencillas como el modelo de primer orden más retardo (FOPDT, del inglés First-Order Plus Dead Time). Asimismo, la estimación activa de la incertidumbre y las perturbaciones ha hecho atractiva la idea de integrar la topología ADRC con técnicas de control avanzado, por ejemplo, con el control predictivo basado en modelo (MPC, del inglés Model Predictive Control). El mayor desafío que surge al realizar esta combinación radica en cómo formular el lazo de control para que el mecanismo de rechazo de perturbaciones del ADRC transforme el comportamiento del sistema controlado en el de una planta deseada simplificada, relajando así el requisito de un modelo detallado y considerando directamente las restricciones en las variables del lazo.

Esta tesis presenta tres contribuciones al conocimiento del ADRC para abordar los desafíos expuestos anteriormente. La primera de ellas es una guía para el diseño y aplicación de controladores lineales mediante el control convencional por rechazo activo de perturbaciones. Esta guía ofrece, a modo de tutorial, una revisión de la fundamentación teórica del ADRC y condensa en un algoritmo los pasos para el diseño de estos controladores con el propósito de facilitar su implementación de acuerdo con la formulación del problema en el marco de la estimación y rechazo de perturbaciones y la selección empírica de sus ganancias.

La segunda contribución de esta disertación es un conjunto de reglas de sintonía para el cálculo de los tres parámetros distintivos del ADRC con los que se diseñan las ganancias del observador de estados y de la ley de control. Estas reglas permiten sintonizar el ADRC para el control de un proceso aproximado mediante un modelo de primer orden más retardo y ofrecen al diseñador diferentes conjuntos de parámetros de acuerdo con un nivel de robustez deseado. Esta contribución se basa en el desarrollo de procedimientos de diseño de optimización multiobjetivo enfocados al control de un grupo de plantas FOPDT nominales. Los resultados de dichos procedimientos se ajustaron a las fórmulas de sintonía proporcionadas.

La tercera contribución es una nueva arquitectura de control que combina el mecanismo de rechazo de perturbaciones del ADRC y la estrategia de horizonte deslizante del MPC. En este lazo, una ley de control predictivo gobierna una planta de primer orden más integrador que se induce sobre proceso real sujeto a restricciones. Lo anterior es posible compensando el desajuste entre las plantas real y deseada e incorporando el término de compensación del ADRC en la formulación de las restricciones del controlador predictivo. El bucle pretende proporcionar una solución para controlar sistemas con restricciones para los que no se ha identificado un modelo nominal.

Esta disertación está dirigida tanto a los investigadores interesados en explorar el control por rechazo activo de perturbaciones como a aquellos que consideran a esta tecnología como una de sus líneas de investigación principales. Las contribuciones de esta tesis sirven a quienes se inician en el estudio del ADRC, a los diseñadores de controladores que buscan implementar el ADRC lineal considerando la respuesta al rechazo de perturbaciones de procesos aproximados mediante modelos de primer orden más retardo, y a los investigadores abiertos a la discusión de los beneficios potenciales de combinar el ADRC con técnicas avanzadas como el MPC.