**AUTOMATIZACIÓN, ROBÓTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**Optimización multi-objetivo para la sintonía de los controladores PI no lineales con robustez garantizada**

***Multi-objective optimization for tuning nonlinear PI controllers with guaranteed robustness***

**Liset Mayo Martí1, Guillermo González Yero1, Mercedes Ramírez Mendoza2**

1- Grupo de Automatización, ACINOX Las Tunas, Circunvalante Norte, km. 3 ½, Zona Industrial, Las Tunas, Cuba. E-mail: [liset@acinoxtunas.co.cu](mailto:liset@acinoxtunas.co.cu), [guillermo@acinoxtunas.co.cu](mailto:guillermo@acinoxtunas.co.cu)

2- Departamento de Control Automático, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: [mramirez@uo.edu.cu](mailto:mramirez@uo.edu.cu)

**Resumen:** El PI no lineal con robustez garantizada es un novedoso método de control. Este logra una buena relación de compromiso entre robustez y rechazo a perturbaciones y entre rechazo a perturbaciones y esfuerzo de control. La optimización de la sintonía se realiza mediante la técnica de suma pesada. La limitación de esta técnica en cuanto a la cantidad de iteraciones requeridas para alcanzar los parámetros óptimos puede restringir un desempeño más eficiente de dichos controladores. Este trabajo tiene como objetivo emplear diferentes algoritmos evolutivos multiobjetivo para optimizar la sintonía del novedoso método y determinar el más apropiado utilizando como caso de prueba un proceso real de la industria siderúrgica cubana. Se emplearon métodos de investigación teóricos, como el histórico-lógico para la revisión bibliográfica de los métodos de optimización multiobjetivo utilizados para la sintonía de controladores, el de análisis – síntesis para estudiar las dificultades de los métodos de optimización empleados con anterioridad en el PI no lineal con robustez garantizada. El uso de métodos experimentales, como el diseño y la simulación, conllevó a la implementación de diferentes algoritmos de optimización en MATLAB® y a la evaluación del desempeño del controlador objeto de estudio. Los resultados obtenidos demostraron que el Algoritmo Cultural permite un comportamiento eficiente del mismo en pocas generaciones y con un mínimo tiempo de cómputo requerido. El uso de este algoritmo para la optimización de la sintonía del PI no lineal con robustez garantizada, posibilitará incrementar la aplicabilidad y utilidad práctica de este tentador método de control.

***Abstract:*** *The nonlinear PI with guaranteed robustness is a novel control method. This achieves a good trade-off between robustness and disturbance attenuation and also for the trade-off between disturbance attenuation and control effort. Tuning optimization is done based on the weighted sum method. The limitation of this technique in terms of the number of iterations required to reach the optimum parameters, can to restrict the efficient performance of said controllers. The objective of this work is to employ different multiobjective evolutionary algorithms to optimize the tuning of the novel method and determine the most appropriate using a real process of the Cuban steel industry as a test case. Theoretical research methods were used, such as the historical-logical approach for the bibliographic review of the multiobjective optimization methods used for tuning the controllers, the analysis-synthesis method for studying the difficulties of the optimization methods used previously in the non-linear PI with guaranteed robustness. The experimental methods, such as design and simulation, were used for implementation of different optimization algorithms in MATLAB® and for evaluation the controller performance under study. The results obtained showed that the Cultural Algorithm allows efficient behavior in a few generations and with a minimum computational time required. The use of this algorithm for optimization the tuning of the nonlinear PI with guaranteed robustness, will make it possible to increase the applicability and practical utility of this tempting control method.*

**Palabras Clave:** PID; NPI-RR; Algoritmos Evolutivos; Optimización; Control de Nivel en Molde.

***Keywords:*** *PID; NPI-RR; Evolutionary Algorithms; Optimization; Mold Level Control.*