

ABSTRACT

Abstract—In this thesis a new method for PI and PID controller tuning based on Bode's integrals proposed. This research is shows that the derivatives of amplitude and phase of plant model with respect to specified frequency ω_c at the point where sensitivity circle touches Nyquist curve is locally flat which implies that the system will be more robust against various delay-time, called "tangent frequency". We present a novel of tuning parameters of those controllers, namely modified-St. Clair. It can be used to design PI and PID controller. The PI controller parameters are determined based the graphical technique, while the tangent frequency is utilized to determine the parameters of PID controller, by adjusting the slope of Nyquist diagram, and improve the close loop performance. The plant gain and phase at desired tangent frequency are used to estimate the derivative of amplitude and phase of the plant by Bode's integral relationship. The effectiveness of the proposed modified-St. Clair for robust PI and PID controller under various delay-time is verified in the simulation. As comparison the tuning methods, Ziegler-Nichols and St. Clair without modification are presented. The modified-St. Clair outperforms those two methods in the term of robustness against overshoot under various delay-time. It is preferable to have overshoot under 50%, thus we investigate how the delay-time affect it. The PID controller with modified-St. Clair suffers from 50% overshoot at 0.9 seconds. On the other hand, the Ziegler-Nichols and St. Clair are 0.1 and 0.2 seconds respectively. It verifies that the modified-St. Clair for PID controller is more robust against delay-time constant than the others.

Keywords: PI controller, Modified-St. Clair, Bump test, Bode's integral, Ziegler Nichols, St. Clair, Nyquist, Frequency tangential.

INTISARI

Dalam penelitian ini mengajukan metode baru untuk tuning parameter kendali PI dan PID yaitu dengan menggunakan metode grafik dan Bode integral. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa turunan dari amplitudo dan fase system pada frekuensi tertentu ω_c , yaitu frekuensi pada titik yang menyentuh lingkaran sensitivitasnya dari kurva Nyquist, yang membuat sistem kendali akan lebih *robust* terhadap variasi *delay time*, yang disebut “frekuensi tangensial”. Pada riset ini menggunakan parameter tuning modified-St. Clair. Metode ini dapat digunakan untuk mendesain kendali PID. Sedangkan parameter kendali PI ditentukan berdasarkan metode grafis, dengan frekuensi tangensial digunakan untuk menentukan parameter kendali PI dan PID. Dengan metode ini diharapkan dapat meningkatkan performa system kendali loop tertutup. Nilai magnitud dan fase dari system kendali level pada frekuensi tangensial digunakan untuk memperkirakan turunan amplitudo dan fase guna memperoleh parameter kendali dengan menggunakan Bode Integral. Modifikasi St. Clair untuk kendali PI dan PID robust terhadap variasi *delay time*. Sebagai perbandingan metode tuning, Ziegler-Nichols dan St. Clair tanpa modifikasi disajikan. Untuk modifikasi-St. Clair lebih robust dibanding kedua metode tersebut dalam hal output respon untuk nilai overshoot. Modifikasi St. Clair lebih baik dengan overshoot di bawah 50%, pada 0.9 sec. Sedangkan untuk Ziegler-Nichols dan St. Clair masing-masing 0,1 dan 0,2 detik. Hal ini menunjukkan Modifikasi St. Clair lebih robust pada system dengan variasi *delay time* dari pada metode Ziegler Nichols dan St. Clair.

Kata kunci: Kendali PI, PID, Ziegler Nichols, Bode’s integral, Frequency tangensial