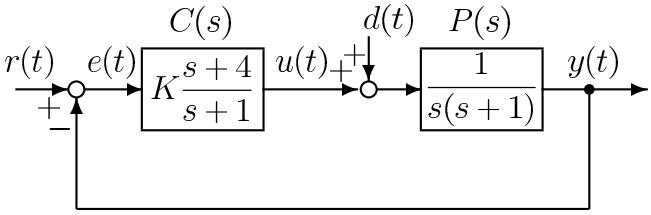
線形制御理論

4

プラント $P(s) = \dfrac{1}{s(s+1)}$ とコントローラ $C(s) = K\dfrac{s+4}{s+1}$ からなる下図のフィードバック制御系を考える．ここに，K は実数値の設計パラメータである．各信号 $u(t)$, $y(t)$, $r(t)$, $d(t)$ は，それぞれ時刻 t における制御入力，プラント出力，目標値および外乱である．また，制御偏差を $e(t) = r(t) - y(t)$ とする． 以下の問いに答えよ．

(i) $K = 1$ のときの $C(s)$ のボード (Bode) 線図 (ゲイン線図および位相線図) を描け．

(ii) ナイキスト (Nyquist) の安定判別法により，フィードバック制御系が安定となる K の範囲を求めよ．

(iii) 目標値 $r(t)$ と外乱 $d(t)$ はともに単位ステップ信号であるとする．このときの定常偏差 ($e(t)$ の定常値) を e_s とする．また，フィードバック制御系のゲイン余裕を g とする (単位は [dB](デシベル) とする)．このとき，フィードバック制御系を安定にし，かつ $|e_s| \leq 1/2$ および $g \geq 10$[dB] を満たす K が存在するかどうか調べよ．存在するならば，そのような K の範囲を求めよ．もし存在しないならば，フィードバック制御系の安定性と $|e_s| \leq 1/2$ の制約の下で g を最大にする K およびそのときの g の最大値を求めよ．