

СИСТЕМА СТАБІЛІЗАЦІЇ ШВИДКОСТІ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ЛІНЕАРИЗАЦІЄЮ ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ

Колесніченко С.П., ст. викладач; Бідак Х.І., студентка

кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Удосконалення електроприводу з метою підвищення його економічності є нагальною потребою часу. При роботі двигуна постійного струму (ДПС) з незалежним збудженням при змінному графіку навантаження резервом підвищення економії є зменшення потоку збудження в періоди зменшення навантаження. Суттєвою проблемою при побудові систем стабілізації швидкості при зміні потоку збудження є нелінійність коефіцієнту передачі в контурі регулювання швидкості, обумовлена добутком струму якоря на потік збудження. Традиційна лінеаризація в околі робочої точки призводить до відчутного зменшення якості системи при зміщенні робочої точки внаслідок зміни магнітного потоку збудження. В роботі виконано синтез системи стабілізації швидкості ДПС з використанням методу лінеаризації зворотнім зв'язком (ЛЗЗ).

Мета дослідження. Об'єктом дослідження є система стабілізації швидкості ДПС при зміні потоку збудження з лінеаризацією зворотним зв'язком по стану.

Матеріали дослідження: Структурна схема системи стабілізації швидкості ДПС зображена на рис.1.

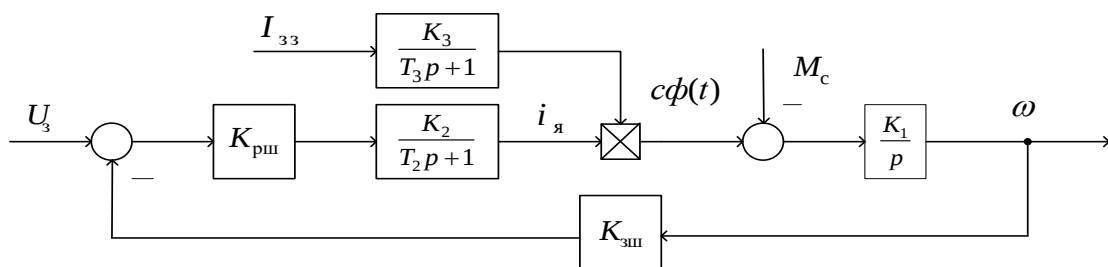


Рисунок 1 – Структурна схема системи стабілізації швидкості

На рис.1 використано наступні позначення: $K_{\delta\phi}$, $K_{\phi\omega}$ – коефіцієнти передачі регулятора та датчика швидкості. $K_1 = 1/J$; K_2 , T_2 , K_3 , T_3 – коефіцієнти передачі та сталі часу контурів струму якоря та збудження; ω – кутова швидкість.

При $M_c = 0$ та без врахування регулятора та датчика швидкості об'єкт керування у просторі стану описується наступною системою диференціальних рівнянь [2]:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= K_1 x_2 x_3 \\ \dot{x}_2 &= -a_2 x_2 + K_2 u\end{aligned}\tag{1}$$

де a_2 – коефіцієнт зворотного зв'язку об'єкта, x_1 , x_2 , x_3 – змінні стану об'єкта ($x_1 = \omega$; $x_2 = i_y$; $x_3 = \tilde{n}\hat{\phi}(t)$), u – керування, що підлягає визначенню.

Система (1) лінеаризується зворотнім зв'язком по стану, якщо існує диффеоморфізм $T(x)$ і нелінійні функції $\alpha(x)$ і $\beta(x)$, ($\alpha(0)=0$, $\beta(x) \neq 0$), такі, що перетворення координат $z=T(x)$ і нелінійний зв'язок по стану $u=\alpha(x)+\beta(x)v$ перетворюють нелінійну систему в лінійну керовану систему: $\dot{z}=Az+Bv$, $\dot{z} \in R^n$, $v \in R^r$ [1].

Для системи (1) нелінійне перетворення $T(x)$ знайдено у вигляді системи диференціальних рівнянь:

$$\begin{aligned} z_1 &= x_1 \\ z_2 &= K_1 x_2 x_3 \end{aligned} \quad (2)$$

Функціональний визначник (Якобіан) $\frac{\partial T(x)}{\partial x} \neq 0$, тому (2) є диффеоморфізмом. В нових координатах $z=[z_1, z_2, z_3]^T$ система (2) набуває вигляду:

$$\begin{aligned} \dot{z}_1 &= z_2 \\ \dot{z}_2 &= -a_2 K_1 x_2 x_3 + K_1 x_2 \dot{x}_3 + K_1 K_2 x_3 u \end{aligned} \quad (3)$$

Із (3) визначаємо нелінійне керування u , що повністю компенсує вплив зміни потоку збудження головного приводу на вихідну координату системи та приводить систему (3) до канонічного вигляду в формі керування Бруновського.

$$u = -\frac{1}{K_1 K_2 x_3} (-a_2 K_1 x_2 x_3 + K_1 x_2 \dot{x}_3 - v) \quad (4)$$

Динаміка отриманої лінеаризованої системи сформована лінійним регулятором стану за розташуванням коренів згідно поліному Баттерворта. Якість перехідних процесів лінеаризованої системи була перевірена моделюванням (рис.2).

Висновок: Нелінійне керування (4), що було синтезовано на основі ЛЗЗ приводить систему до лінійного виду в канонічній формі фазової змінної. Синтезована система задовольняє поставленим вимогам до показників якості при зміні потоку збудження двигуна.

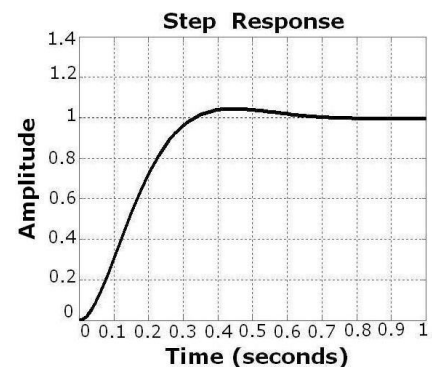


Рисунок 2 – Перехідна характеристика швидкості

Перелік посилань

1. Ким Д.П. Теория автоматического управления Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. М.: Физматлит, 2004.-464с.
2. Колесниченко С.П., Бондарь А.А. Стабилизация частоты автономной электроэнергетической устанoвки методом ЛОС, Доповіді за матеріалами Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Сучасні проблеми електроенергетехніки та автоматики. – Київ: «Політехніка», 2011, - С.386 - 388.