

РОЗРОБКА ЗАКОНУ КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З СИНХРОННИМ ДВИГУНОМ В КОВЗНОМУ РЕЖИМІ

Шибіко В.С., магістрант, Островерхов М.Я., д.т.н., проф.

НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Як відомо з робіт С.В. Ємельянова та В.І. Уткіна, в ковзних режимах системи мають ряд позитивних властивостей, які недосяжні при використанні традиційних неперервних алгоритмів керування. Вперше цей вид руху був застосований в системах при побудові вібраційних регуляторів. В ряді випадків саме під час руху в ковзному режимі реалізується оптимальне керування, при якому досягається мінімум функціоналу якості.

Мета роботи. Підвищення якості керування швидкістю електропривода з синхронним двигуном з постійними магнітами в умовах обмеження керуючої дії шляхом розробки закону керування на основі концепції зворотних задач динаміки, що забезпечує ковзний режим роботи.

Матеріали і результати досліджень. Динамічна модель синхронного двигуна з постійними магнітами у системі координат (d-q) орієнтованій по магнітній осі ротора описується наступною системою рівнянь [1]

$$\begin{cases} \frac{di_d}{dt} = \frac{1}{L_d}(U_d - R_s i_d + \omega_0 L_q i_q); \\ \frac{di_q}{dt} = \frac{1}{L_q}(U_q - R_s i_q - \omega_0 L_d i_d - \omega_0 \psi_f); \\ \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J}(M - M_c - \beta\omega); \quad \omega_0 = Z_p \omega; \\ M = \frac{3}{2} Z_p [\psi_f i_q + (L_d - L_q) i_d i_q]. \end{cases} \quad (1)$$

Контури керування складовими струмів i_d та i_q відповідно до 1-го та 2-го рівняння системи (1) налаштовано на модульний оптимум. Задачею роботи є оптимізація контуру швидкості згідно до 3-го рівняння системи (1).

Бажане рівняння замкнутого контуру швидкості має перший порядок ,

$$0,1\dot{\omega}_\delta + \omega_\delta = \omega^* . \quad (2)$$

де ω^* – задане значення швидкості; ω_δ – бажана швидкість.

В результаті оптимізації відповідно до концепції зворотних задач динаміки [2] закон керування швидкістю приймає остаточний вигляд

$$\bar{u}(t) = k[\dot{\omega}_\delta(t) - \dot{\omega}_{ex}(t)]; \quad \dot{\omega}_\delta = (\omega^* - \omega) / 0,1; \quad \dot{\omega}_{ex} = b_0 \int_0^t u dt - a_1 \omega; \quad u = U \cdot \text{sign}(\bar{u}), \quad (3)$$

де $b_0 = k_0 / (J \cdot T)$; $a_1 = 1/T$; $k_0 = 2,76$; $J = 0,0012 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; $T = 0,0152 \text{ с}$; $U = 10 \text{ В}$; $k = 10$.

На рис. 1 показано графік реальної та бажаної перехідної функції швидкості, а на рис. 2 – керуючої функції u . Як видно, закон керування забезпечує стійкий ковзний процес починаючи з 0,4 с перехідного процесу.

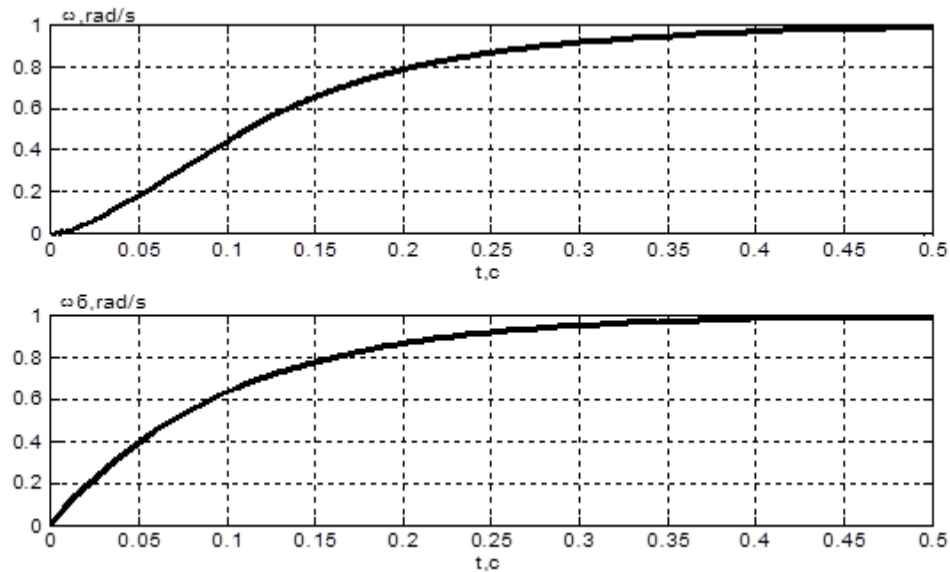


Рисунок 1–Графіки перехідних функцій реальної та бажаної швидкості

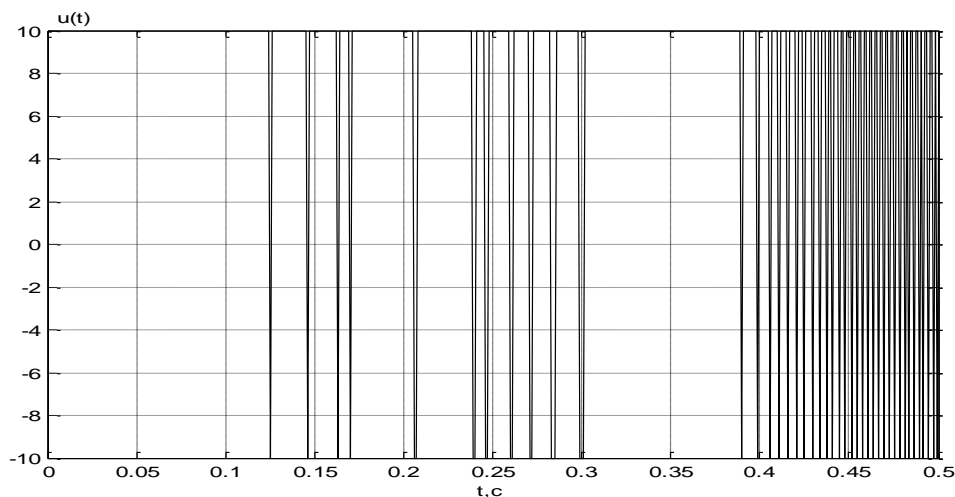


Рисунок 2 – Графік керуючої функції $\bar{u}(t)$.

Висновки. Отриманий закон керування переводить систему із початкового стану на границю області існування керованого ковзання. Для визначення закону керування не потрібно вирішувати складну математичну задачу, характерну для традиційних законів з розривним керуванням.

Перелік посилань

1. Островерхов М.Я. Керування синхронним двигуном з постійними магнітами при мінімізації локальних функціоналів миттєвих значень енергій / М.Я.Островерхов // Вісник НТУ „ХПІ”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2013. – Вип. 36. – С. 169-170.
2. Крутько П.Д. Робастно устойчивые структуры управляемых систем высокой динамической точности. Алгоритмы и динамика управления движением модельных объектов / П.Д.Крутько // Изв. РАН. ТиСУ. – 2005. – № 2. – С. 120-140.