

автоматизації CoDeSys [4] і реалізує послідовну комутацію обмоток фаз Ф1-Ф2-Ф3 або Ф1-Ф3-Ф2 для зміни напрямку обертання КД.

Другий стенд побудовано на двофазному біполярному кроковому двигуні типу 28BYJ-48, який завдяки невисокої вартості має широкий спектр застосування. Керування реалізується за першим способом. З урахуванням того, що середні точки обмоток з'єднані (роз'єднати їх неможливо) є моменти часу, коли дві напівобмотки під'єднані до джерела живлення. Це потребує дещо складнішої логіки керування, але забезпечує більш плавну зміну моменту.

Третій стенд побудовано на двофазному біполярному кроковому двигуні з використанням досить поширеного драйвера MP8825 [5] на базі контролера DRV8825. Завдяки використанню промислового контролера DRV8825 реалізовано четвертий спосіб керування. Управління роботою КД зводиться тільки до завдання напрямку обертання, величинні кроку та кількості тактових імпульсів.

Таким чином використання в навчальному процесі лабораторних стендів, що побудовані на сучасному обладнанні з використанням світових лідерів електротехнічної продукції та технологій в галузі енергетики та автоматизації, дозволяє значно підвищити теоретичні знання та практичні навички студентів – майбутніх фахівців з електромеханіки. Розроблені стенди використовуються в навчальному процесі в дисциплінах «Електричні машини», «Електротехніка та мікропроцесорна техніка».

Список використаних джерел:

1. Емельянов А.В. Шаговые двигатели: учеб. Пособие / А.В. Емельянов, А.Н. Шилин / ВолгГТУ. Волгоград, 2005. – 48 с.
2. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины: Учеб. для электротехн. спец. вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 528 с.
3. Дискретный электропривод с шаговыми двигателями. Под общ. ред. М.Г. Чиликина. – М., «Энергия», 1971. – 624 с.
4. Кенио Такаши. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 199 с.
5. Ion Boldea. Electric drives. – Lexington, KY, USA – 2005. 549 с.

Борисюк Д.В.

*інженер кафедри автомобілів і транспортного менеджменту,
Вінницький національний технічний університет*

ДІАГНОСТУВАННЯ КЕРОВАНИХ МОСТІВ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ ЗА СТАТИЧНИМИ ТА ДИНАМІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Керований міст колісного трактора можна представити як багатовимірну динамічну систему. На виході цієї динамічної системи можуть бути розглянуті різні випадкові функції або процеси, наприклад вертикальні переміщення або прискорення рами трактора, відносні переміщення моста і рами, динамічні

навантаження, що діють на пружні елементи моста, раму трактора і т.п. (рис. 1). Зазвичай вхідну функцію називають впливом, а вихідну – реакцією системи.

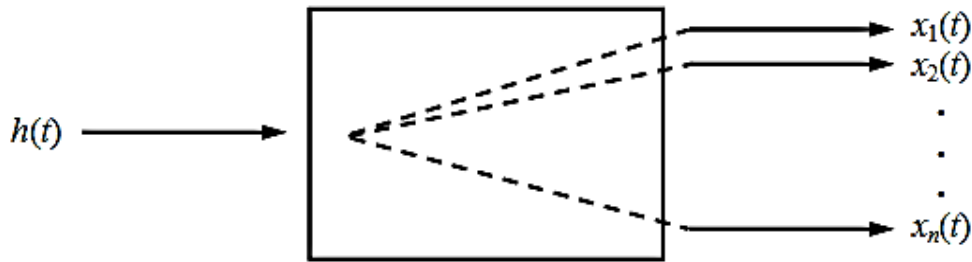


Рис. 1. Блок-схема керованого моста колісного трактора як багатовимірної діагностичної системи

Джерело: розроблено автором

Позначимо функції на вході динамічної системи $h(t)$, а на виході $x_1(t)$, $x_2(t)$, ..., $x_n(t)$.

Тоді перетворення функції $h(t)$ у функції $x_1(t)$, $x_2(t)$, ..., $x_n(t)$ буде:

$$x_i(t) = A_i h(t), \quad (1)$$

де A_i – оператор динамічної системи.

Оператор A_i повністю описує стан керованого моста колісного трактора як динамічної системи. Якщо в процесі експлуатації відбулися якісь зміни в стані вузлів моста, то обов'язково зміняться і вихідні параметри $x_i(t)$ при незмінній вхідній функції $h(t)$. А це означає, що змінився оператор A_i .

Отже, теоретичне або експериментальне визначення оператора A_i є основним завданням діагностування керованих мостів колісних тракторів [1].

Якщо на вхід системи (див. рис. 1) подавати незмінні за часом постійні навантаження h_c , то на виході отримаємо також постійне навантаження:

$$x_c = A_c h_c,$$

де A_c – статична характеристика керованого моста колісного трактора.

Розподіл статичного навантаження на пружні елементи керованого моста колісного трактора є статичною характеристикою керованого моста.

Пружна характеристика керованого моста є статичною характеристикою, причому

$$A_c = 1/c, \quad (2)$$

де c – жорсткість пружних елементів керованого моста колісного трактора.

Однак з огляду на те що на керований міст при русі діє динамічне навантаження, то статичні характеристики не можуть дати повної оцінки його якостей або технічного стану.

Властивості керованих мостів колісних тракторів як динамічної системи можуть бути описані амплітудно-фазовою характеристикою [2]:

$$\Phi(i\omega) = \frac{X(i\omega)}{H(i\omega)} = A(\omega) e^{i\varphi\omega}, \quad (3)$$

де $\Phi(i\omega)$ – амплітудно-фазова характеристика (АФХ) динамічної системи;

$H(i\omega)$, $X(i\omega)$ – перетворені по Лапласу зображення випадкових функцій вхідного

впливу $h(t)$ і реакції $x(t)$;

$A(\omega)$ – амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) динамічної системи;

$\varphi(\omega)$ – фазо-частотна характеристика (ФЧХ) динамічної системи;

ω – частота коливань.

Найбільше значення при визначенні технічного стану має АЧХ. Як АФХ, так і її складові – АЧХ і ФЧХ можуть бути отримані теоретичним і експериментальним шляхом.

Позначимо випадкові функції на виході системи:

$x(t)$ – вертикальні переміщення рами трактора;

$\ddot{x}(t)$ – прискорення трактора;

$x_0(t)$ – вертикальні відносні переміщення рами і коліс.

Для встановлення зв'язку частотних характеристик як основних характеристик технічного стану керованого моста і його параметрів розглянемо теоретичний метод їх визначення.

Для цієї мети напишемо диференціальні рівняння вертикальних коливань трактора і за допомогою прямого перетворення Лапласа знайдемо амплітудно-фазову характеристику.

Тоді з урахуванням загальновідомих припущень [3] еквівалентна передньої і задньої частини колісного трактора коливальна система представиться двомасовою системою, диференціальні рівняння руху якої мають вигляд:

$$\left. \begin{aligned} -M \ddot{x}_0 + M \ddot{\psi} - k x_0 - c x_0 &= 0; \\ m \ddot{\phi} + k x_0 + c x_0 + k_{uu} \dot{\psi} + c_{uu} \psi &= k_{uu} \dot{h} + c_{uu} h, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

де M – приведена підресорена маса;

m – маса невідресорених частин колісного трактора;

k – коефіцієнт опору керованого моста;

k_{uu} – коефіцієнт опору шин;

ψ – вертикальне переміщення коліс;

h – зміна висоти нерівності під колесом.

Застосовуючи пряме перетворення Лапласа до системи рівнянь (4) з урахуванням нульових початкових умов, отримаємо:

$$\left. \begin{aligned} L \left[-M \ddot{x}_0 + M \ddot{\psi} - k x_0 - c x_0 \right] &= 0; \\ L \left[m \ddot{\psi} + k x_0 + c x_0 + k_{uu} \dot{\psi} + c_{uu} \psi \right] &= L \left[k_{uu} \dot{h} + c_{uu} h \right]. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Підставляючи зображення функцій $x_0(t)$, $\psi(t)$, $h(t)$ та їх похідні в систему рівнянь (5), будемо мати:

$$\left. \begin{aligned} -Ms^2 X_0(s) + Ms X_0(s) - k s X_0(s) - c X_0(s) &= 0; \\ -ms^2 \Psi(s) + k s X_0(s) + c X_0(s) + k_{uu} s \Psi(s) + c_{uu} \Psi(s) &= k_{uu} s H(s) + c_{uu} H(s), \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

де $X_0(s)$, $\Psi(s)$, $H(s)$ – зображення за Лапласом функцій $x_0(t)$, $\psi(t)$, $h(t)$.

Розв'язуючи останню систему рівнянь, знайдемо передаточну функцію стиснення пружних елементів керованого моста:

$$\Phi_{x_0}(s) = \frac{X_0(s)}{H(s)} = \frac{a_1 s^2 + a_2 s^3}{b_0 + b_1 s + b_2 s^2 + b_3 s^3 + b_4 s^4}, \quad (7)$$

де $a_1 = Mc_{uu}$; $a_2 = Mk_{uu}$; $b_0 = cc_{uu}$; $b_1 = kc_{uu} + k_{uc}$; $b_2 = Mc + Mc_{uu} + mc + kk_{uu}$;
 $b_3 = Mk + Mk_{uu} + mk$; $b_4 = Mm$.

Замінюючи комплексну змінну $s = i\omega$ (де i – уявна одиниця), отримаємо АФХ стиснення пружних елементів керованого моста:

$$\Phi_{x_0}(i\omega) = \frac{-a_1 \omega^2 - a_2 i \omega^3}{b_0 + b_1 i \omega - b_2 \omega^2 - b_3 i \omega^3 + b_4 \omega^4}. \quad (8)$$

Модуль АФХ називається АЧХ, становить

$$|\Phi_{x_0}(i\omega)| = \frac{|a_1 \omega^2 + a_2 i \omega^3|}{|b_0 - b_2 \omega^2 + b_4 \omega^4 + (b_1 \omega - b_3 \omega^3)i|} = A_{x_0}(\omega). \quad (9)$$

Квадрат АЧХ стиснення пружних елементів керованого моста:

$$[A_{x_0}(\omega)]^2 = \frac{a_1^2 \omega^4 + a_2^2 \omega^6}{(b_0 - b_2 \omega^2 + b_4 \omega^4)^2 + (b_1 \omega - b_3 \omega^3)^2}. \quad (10)$$

Передавальну функцію вертикальних переміщень рами трактора знайдемо з умови

$$X(s) = \Psi(s) - X_0(s) \quad (11)$$

де $X(s)$ – зображення по Лапласу функції $x(t)$.

Тоді з рівнянь (6, 7, 11) знайдемо передавальну функцію вертикальних швидкостей моста і рами колісного трактора

$$\Phi_x(s) = \frac{X(s)}{H(s)} = \frac{ks + c}{Ms^2} \Phi_{x_0}(s). \quad (12)$$

Замінюючи комплексну змінну $s = i\omega$ і звівши в квадрат останній вираз, отримаємо АЧХ вертикальних переміщень моста і рами колісного трактора:

$$[A_x(\omega)]^2 = \frac{k^2 \omega^2 + c^2}{M^2 \omega^4} [A_{x_0}(\omega)]^2. \quad (13)$$

Так як передавальна функція вертикальних прискорень

$$\Phi_x^\cdot(s) = s^2 \Phi_x(s),$$

то АЧХ цих прискорень

$$[A_x^\cdot(\omega)]^2 = \frac{k^2 \omega^2 + c^2}{M^2} [A_{x_0}(\omega)]^2. \quad (14)$$

АЧХ повних вертикальних динамічних навантажень, що передаються через не підресорену масу на раму трактора:

$$A_n(\omega) = M A_x^\cdot(\omega). \quad (15)$$

При зміні параметрів окремих елементів керованого моста зміниться відповідним чином і АЧХ.

Визначення частотних характеристик є основою діагностування керованих мостів колісних тракторів.

Список використаних джерел:

1. Гельфандбейн Я. А. Методы кибернетической диагностики кибернетических систем / Я. А. Гельфандбейн. – Рига: Зинатие, 1967. – 275 с.
2. Солодовников В. В. Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования. Кн. 1. Математическое описание, анализ устойчивости и качества систем автоматического регулирования / Колл. авторов. Под ред. д-ра техн. наук, проф. В. В. Солодовникова. – М: «Машиностроение», 1967. – 770 с.
3. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля и его колебания / Р. В. Ротенберг. – М.: Машгиз, 1960. – 355 с.

Гаракян М.Г.

студент;

Яшков И.О.

кандидат технических наук, доцент,

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

ВЕБ-КАМЕРЫ. ПРИНЦИП РАБОТЫ. РОЛЬ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ

Веб-камера представляет собой сетевое устройство, которое состоит из видео камеры (ПЗС-матрицы), процессора компрессии и встроенного веб-сервера. Используется в качестве устройства для организации видеосъемки, видеоконференций или видеонаблюдения и передачи видеоизображения по сети LAN/WAN/Internet. В некоторых моделях для работы веб-камеры в сети не требуется специальных устройств и персонального компьютера. В зависимости от настроек, доступ к видеоизображению, полученному веб-камерой, может быть открыт всем пользователям сети или только авторизованным пользователям.

Анализ работы веб-камеры позволяет утверждать что:

Современная веб-камера представляет собой цифровое устройство, производящее видеосъемку, перобразование аналогового видеосигнала в цифровой, сжатие цифрового видеосигнала и передачу видеоизображения по компьютерной сети. Поэтому в состав веб-камеры входят следующие компоненты: ПЗС-матрица, объектив, оптический фильтр, плата видеозахвата, блок компрессии (сжатия) видеоизображения, центральный процессор и встроенный веб-сервер, ОЗУ, флэш-память, сетевой интерфейс, последовательные порты, тревожные входы/выходы.

На рисунке 1 представлена структурная схема веб-камеры.

В качестве фотоприемника в большинстве веб-камер применяется **ПЗС-матрица** (ПЗС, CCD – прибор с зарядовой связью) – прямоугольная светочувствительная полупроводниковая пластинка с отношением сторон 3: 4, которая преобразует падающий на нее свет в электрический сигнал. ПЗС-матрица состоит из большого числа светочувствительных ячеек. Для того чтобы повысить световую чувствительность ПЗС-матрицы, нередко формируют