

стандарту G.729 та G.723, оскільки вони забезпечують високу якість при використанні незначної смуги пропускання (29,6 кбіт/с та 19,6 кбіт/с відповідно) і тим самим дають можливість використовувати один фізичний канал для значної кількості одночасних телефонних розмов.

1. Тимченко О.В., Колодій Р.С., Орлевич І.Д. Аналіз якості послуг IP-телефонії // Збірник наукових праць ІПМЕ. –К., 2002. – Вип.18. – С.183–190. 2. Тимченко О.В., Колодій Р.С., Смолінський М.В. Комплексна оцінка затримок при конфігуруванні пакетної мережі з підтримкою телефонії // Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць ІПМЕ НАН України. –К., 2002. – Вип.18. – С.167–180. 3. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицький А.Л. IP-телефонія. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с. 4. www.itu.ch – Web-вузол міжнародного союзу по телекомунікації (The International Telecommunication Union – ITU-T).

УДК 621.01:621-868

С.А. ТАЯНОВ, Р.В. ЧУБИК

АНАЛІЗ КОЕФІЦІЕНТА НЕЛІНІЙНИХ СПОТВОРЕНЬ СИНУСОЇДАЛЬНОГО СИГНАЛУ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ШІМ ВІБРОТРАНСПОРТЕРОМ ЗА ВІДСУТНОСТІ ФІЛЬТРІВ ЖИВЛЕННЯ

© Таянов С.А., Чубик Р.В., 2004

In this article the influence analysis of pulsing of commutator power supply on coefficient of non-linear distortion of different frequency sinus signal which is modulated with help of Pulse Width Modulation is carried out.

Постановка проблеми

У зв'язку із розвитком сучасної вібротехніки виникає потреба в адаптивних самоналагоджувальних системах керування для одержання максимально ефективних режимів роботи, а також для забезпечення стабільної продуктивності при зміні маси завантаження вібромашини.

Аналіз останніх досліджень

Керування віброзбудником в таких системах виконується мікропроцесором або мікроконтролером із застосуванням широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) [1]. Це дає можливість отримувати синусоїдальний сигнал великої потужності та різної частоти.

Постановка задачі

Для того, щоб спростити принципову схему системи керування електромагнітними віброзбудником за допомогою ШІМ, зменшити її собівартість та габарити, пропонується вилучити блок фільтрів живлення комутаторів ШІМ із системи керування.

Як наслідок такого вилучення, вихідний сигнал (синусоїду) отримуємо промодельовану імпульсами ШІМ та додатково за амплітудою пульсаціями джерела живлення, Для зменшення амплітудної модуляції від джерела живлення пропонується використовувати трифазну промислову мережу із застосуванням двопівперіодної мостової схеми, для трифазного струму (схема Ларіонова).

Тут проведено аналіз зміни коефіцієнта нелінійних спотворень при зміні частоти широтно модульованої синусоїди для різних тривалостей мікроперіода ШІМ за допомогою засобів MathCAD.

Опис сигналу що живить комутатори після схеми Ларіонова

Принцип ШІМ полягає в тому, що період модульованого сигналу розбивають на певну кількість інтервалів (мікроперіодів ΔT). В кожному мікроперіоді формується два різнополярні імпульси, співвідношення тривалостей яких відповідає значенню модульованого сигналу у відповідний момент часу. Для дослідження пропонується побудувати два сигнали, отриманих за допомогою ШІМ: взірцевий – при використанні ідеального джерела живлення комутаторів, та реальний сигнал, який отримується при живленні комутаторів від схеми Ларіонова без блока фільтрів. Розіб'ємо взірцевий сигнал на $M = 2 \cdot 10^4$ відліків та запишемо його у вигляді:

$$Y_i = \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{M-1} \cdot i + \varphi\right) \tag{1}$$

$$i = 0..M-1,$$

де φ – зсув фаз між ШІМ сигналом та джерелом живлення комутаторів ШІМ.

Тривалості додатного (p)(2) та від'ємного (h)(3) імпульсу для кожного мікроперіода визначимо із виразів:

$$p_i = INT\left[\frac{\Delta T}{2} \cdot (Y_i + 1)\right] \tag{2}$$

$$h_i = \Delta T - p_i \tag{3}$$

де ΔT – тривалість мікроперіода, INT – ціла частина виразу $\frac{\Delta T}{2} \cdot (Y_i + 1)$. Взірцевий широтно-імпульсно промодульований сигнал $U_{ШІМ}^{test}(t)$ як функція від часу запишемо у вигляді (4):

$$U_{ШІМ}^{test}(t) = \begin{cases} +U, & \text{якщо } t \leq INT\left(\frac{t}{\Delta T}\right) \cdot \Delta T + p \\ -U, & \text{якщо } t > INT\left(\frac{t}{\Delta T}\right) \cdot \Delta T + p \end{cases} \tag{4}$$

де $\pm U$ – напруга джерела живлення, яка дорівнює 100В і не змінюється в часі.

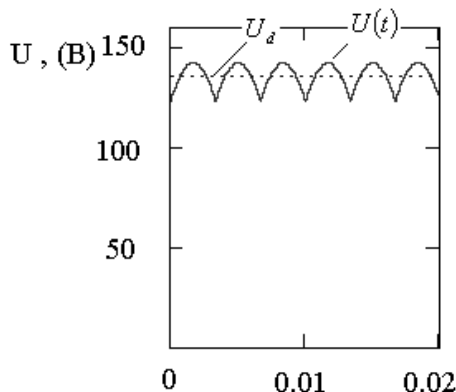


Рис. 1. Пульсації джерела живлення

Для побудови реального ШІМ сигналу потрібно врахувати те, що сигнал на виході мостової схеми живлення отримується підсумовування та випрямленням шести синусоїдальних струмів частотою 50 Гц амплітудою $U_{\max} = \frac{U}{0,707}$ $U_{\max} = 141,443$ В із зсувом фаз на 60 градусів. Тому комутатори ШІМ будуть живитися не постійним струмом, а пульсуючим із частотою 300 Гц та амплітудою пульсацій 20 В діюче значення якого дорівнює $U_d = 1,35 \cdot U$, $U_d = 135$ В. В цьому випадку напруга джерела живлення є функцією часу, яка зображена на рис. 1.

Реальний сигнал, який ми отримаємо за допомогою ШІМ при живленні комутаторів ШІМ від схеми Ларіонова без блока фільтрів $U_{\text{ШИМ}}^{\text{real}}(t)$ як функція від часу, запишемо у вигляді (5):

$$U_{\text{ШИМ}}^{\text{real}}(t) = \begin{cases} +U(t), & \text{якщо } t \leq \text{INT}\left(\frac{t}{\Delta T}\right) \cdot \Delta T + p \\ -U(t), & \text{якщо } t > \text{INT}\left(\frac{t}{\Delta T}\right) \cdot \Delta T + p \end{cases} \quad (5)$$

де $\pm U(t)$ – напруга джерела живлення після вилучення блока фільтрів.

Внаслідок того, що пульсації на виході діодного моста додатково модулюють широтно-модульований сигнал по амплітуді, виникають додаткові гармоніки у спектрі вихідного сигналу. При моделюванні цього фізичного процесу враховано те, що в момент включення зсув фаз φ між пульсаціями джерела живлення і ШІМ сигналом може бути будь-який на проміжку $(0 \dots 2 \cdot \pi)$. На рис. 2 зображено взірцевий ШІМ сигнал і на рис. 3 – реальний сигнал, який отриманий із врахуванням пульсацій джерела живлення при зсуві фаз між модульованою синусоїдою та джерелом живлення, який дорівнює $\varphi = 0$ градусів.

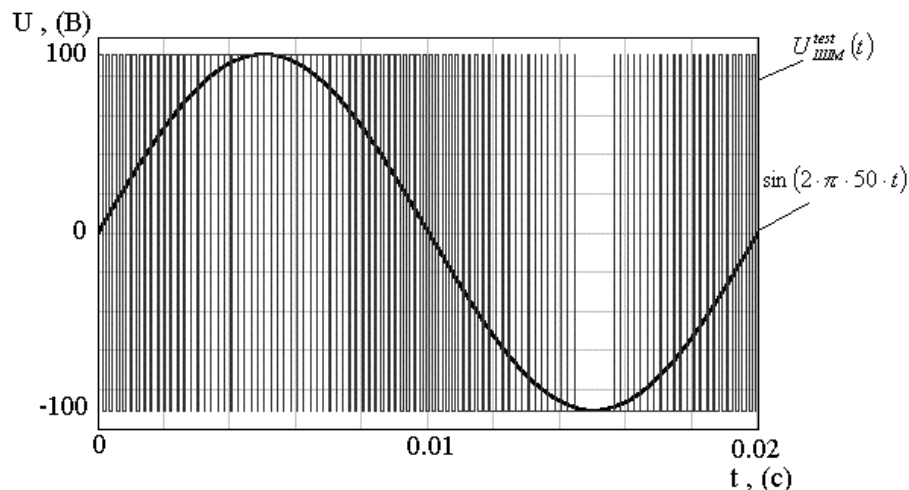


Рис. 2. Взірцевий сигнал для частоти 50 Гц

Дослідження коефіцієнта нелінійних спотворень (гармонік) синусоїдального сигналу при живленні комутаторів ШІМ від схеми Ларіонова без фільтрів

Визначення коефіцієнта нелінійних спотворень (гармонік) Kh проводиться для перших 20 ($n = 20$) гармонік спектра ШІМ, оскільки частота 20 гармоніки в 20 разів більша за власну частоту коливної системи і механічна система через свою інертність не відреагує на вищі частоти.

Розрахунок коефіцієнта нелінійних спотворень Kh проводиться за формулою (6):

$$Kh = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^n (h_i)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (h_i)^2}} \cdot 100, \tag{6}$$

де i – номер гармоніки, $h_i = |A_k + j \cdot B_k|$, A_k та B_k – коефіцієнти Фур'є реального синусоїдального сигналу, що живить вібробудник, $k = 0 \dots M - 1$.

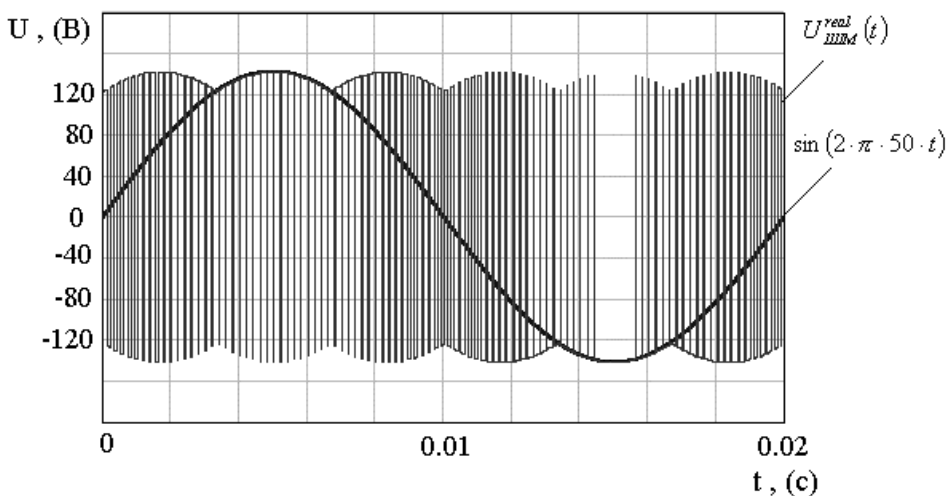


Рис. 3. ШІМ сигнал для частоти 50 Гц без блока фільтрів живлення комутаторів

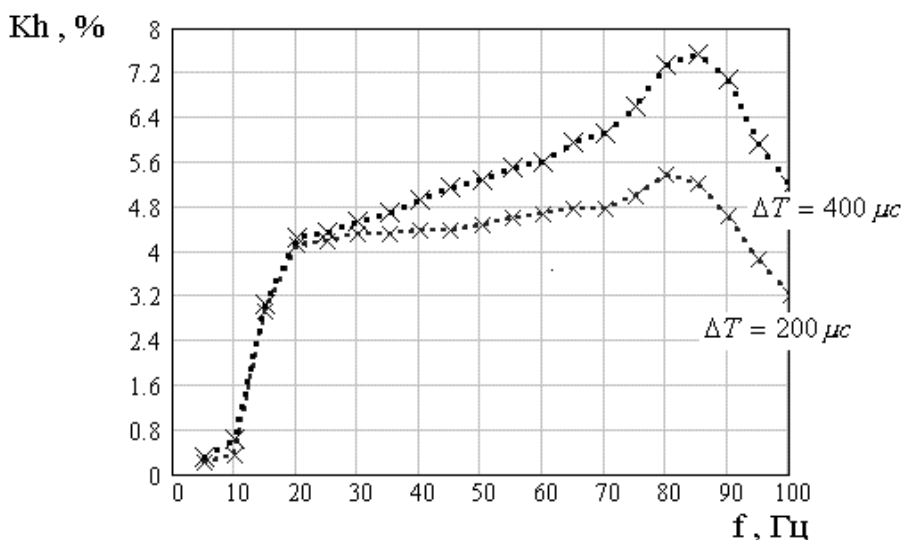


Рис. 4. Залежність коефіцієнта нелінійних спотворень від тривалості періода

Визначення коефіцієнта нелінійних спотворень Kh проводилося при зсуві фаз між ШІМ модульованою синусоїдою та джерелом живлення $\varphi = 0$ градусів для двох різних тривалостей

мікроперіода $\Delta T = 200 \mu\text{с}$ та $\Delta T = 400 \mu\text{с}$ в діапазоні частот 0..100 Гц. Отримана залежність зображена на рис. 4.

Для тривалості мікроперіода $\Delta T = 200 \mu\text{с}$ проводилось дослідження зміни Kh при зсуві фаз між ШІМ модульованою синусоїдою та джерелом живлення з кроком $\Delta\varphi = \frac{\pi}{4}$ отримані результати зображено на рис. 5.

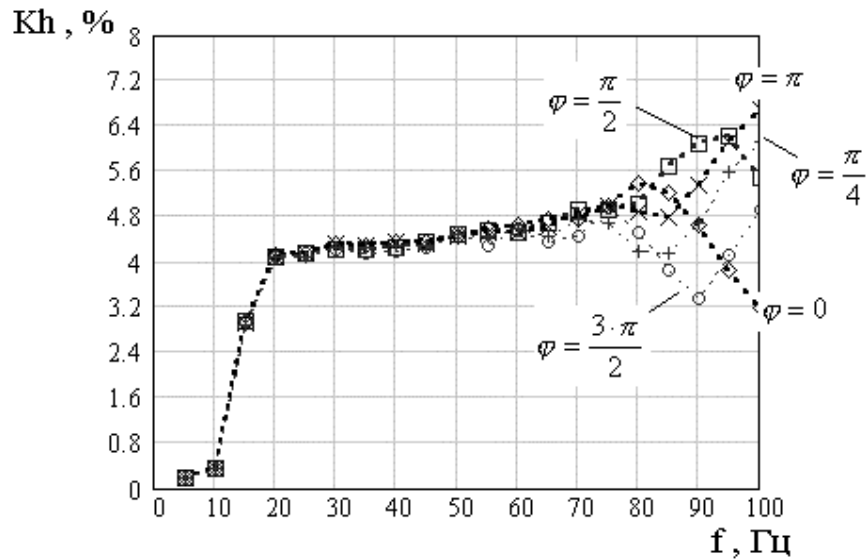


Рис. 5. Залежність коефіцієнта нелінійних спотворень від зсуву фаз між ШІМ сигналом та U живлення

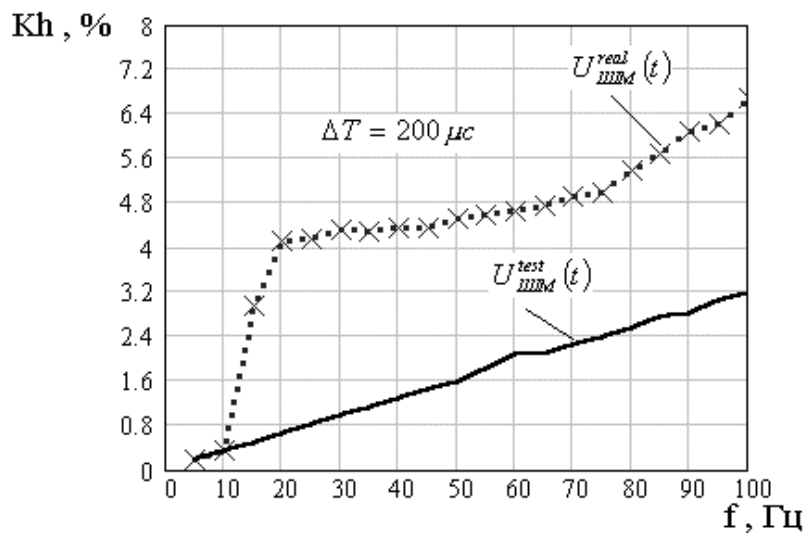


Рис. 6. Залежність зміни коефіцієнта нелінійних спотворень при вилученні блока фільтрів живлення комутаторів ШІМ

Як видно із графіка на рис. 5, при будь-якому зсуві фаз φ в діапазоні частот 20...60 Гц значення коефіцієнта нелінійних спотворень Kh менше 5 %, тому це вилучення не вносить суттєвих нелінійних спотворень (гармонік) у сигнал, яким живиться вібробудник.

Для загальної оцінки зміни коефіцієнта нелінійних спотворень Kh за відсутності блок фільтрів в джерелі живлення комутаторів ШІМ для тривалості мікроперіода $\Delta T = 200 \mu\text{с}$, була

побудована залежність зміни Kh за максимальним значенням на конкретній частоті при вищевказаних зсувах фаз між ШІМ сигналом та джерелом живлення (рис. 6).

Висновок

Використання схеми Ларіонова як джерела живлення комутаторів ШІМ системи керування вібротранспортером не вносить (Kh менше 5 %) суттєвих нелінійних спотворень (гармонік) у сигнал, яким живиться віброзбудник. Це в свою чергу спрощує принципову схему, зменшує її собівартість та габарити системи керування електромагнітним віброзбудником. Тому цю схему живлення доцільно застосовувати у системах керування вібротранспортерами.

1. Михайлов О.П. *Автоматизированный электрпривод станков и промышленных роботов: Учебник для вузов.* – М.: Машиностроение, 1990. – 304 с. 2. Стрепко І.Т., Тимченко О.В., Дурняк Б.В. *Проектування систем керування на однокристальних мікро ЕОМ.* – К.: Фенікс, 1998. – 285 с.