

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ – 2023

МАТЕРІАЛИ

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

5–6 квітня 2023 року

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Центральний, 3, м. Миколаїв

Миколаїв • НУК • 2023

УДК 681.5:621.3
С 89

ОРГАНІЗАТОРИ:

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.

Претензії до організаторів не приймаються.

Відповідальний за випуск А.В. Обрубов

Сучасні проблеми автоматики та електротехніки : матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2023. – 68 с.
С 89

У збірнику подані матеріали Всеукраїнської НТК "Сучасні проблеми автоматики та електротехніки".

Розглянуті питання теорії, практики та розвитку електромеханічних систем і пристроїв суднового та загальнопромислового призначення, а також електротехнологічного та інформаційно-вимірювального обладнання.

Збірник може бути корисним для наукових співробітників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 681.5:621.3

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2023

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНА СЕКЦІЯ	3
Скороходов В.А. Сучасний стан комплексної автоматизації управління технічними засобами суден.....	3
Горбов В.Ю. Особливості робастно-оптимального керування рухом квадрокоптера по траєкторії з перешкодами	7
Верещаго Є.М., Костюченко В.І. Синтез закону керування для транзисторного перетворювача напруги, що працює на плазмову дугу.....	10
Черно О.О., Нікуліна А.О. Аналіз сучасного стану та шляхи розвитку систем автоматичного керування електромагнітними вібраційними приводами	14
Александровський С.Ю., Бандура С.І., Жук Д.О., Новограцький С.М. Вимірювання частотних характеристик пасивних чотирьохполюсників.....	16
Топалов А.М., Поворознюк О.С., Роботко С.П. Технічна реалізація мікропроцесорної системи контролю енергоспоживання серводвигунів мобільного робота	20
Обрубов А.В. Властивості резонансних перетворювачів як керованих об'єктів.....	22
СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА	29
Турти М.В. Нейрон «Троянда_1» в системах керування технічними засобами захисту інформації	29
Варганов В.О., Ушкаренко О.О. Експериментальне дослідження роботи розподіленої системи збору даних на основі бездротових технологій.....	31
Козирев С.С. Захист динамічних веб-додатків від несанкціонованої модифікації	34
СЕКЦІЯ 2. МОРСЬКЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ	36
Гайдай Г.Ю., Грешнов А.Ю. Серверна частина веб-додатку комп'ютерної системи для проведення лабораторних досліджень у дистанційному форматі.....	36
Верещаго Є.М., Стогнієнко Є.В. Вплив особливостей імітаційної моделі процесів плазмового оброблення на показники якості управління джерелом живлення плазмотрона.....	39
Прищепов Є.О. Рефлектометричний перетворювач рівня на базі інтегрального перетворювача «час-код»	42
СЕКЦІЯ 3. АВТОМАТИКА, ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ І ПРИСТРОЇ	46
Баланський В.П., Ковальчук М.С., Волянський Ю.С., Волянська Я.Б., Волянський С.М. Особливості процесів моделювання руху морських транспортних засобів	46
Войтасик А.М., Перевозчиков П.К. Особливості розробки електропривода консольно-поворотного крана вантажопідйомністю 0,3 т	49
Войтасик А.М., Сербін П.О. Особливості розробки електропривода стрілового крана з нерухомою колоною вантажопідйомністю 13 т	51
Войтасик А.М., Степаненко А.А. Особливості розробки електропривода П-подібного перевантажувача вантажопідйомністю 0,8 т	53
Білюк І.С., Савченко О.В., Без'язика А.О. Блок живлення для систем автоматики.....	56
Дьяконов О.С., Малахова Н.Г. Програмно-апаратне моделювання системи керування когенераційною установкою	59
Грудініна Г.С. Система автоматичного керування швидкістю автономного ненаселеного підводного апарату зі стабілізацією упору рушійного пристрою	65
Рябенський В.М., Поповенко П.Ю., Ковальов О.В. Схема захисту зарядного пристрою від неправильної полярності підключеного акумулятора	67

– скласти функціональну схему системи керування та алгоритм її роботи, що буде передбачати визначення різниці фаз між основною гармонікою вібрації та імпульсами напруги живлення за допомогою дискретного перетворення Фур'є;

- скласти математичну та імітаційну моделі системи керування;
- виконати числове моделювання роботи системи, визначити показники якості керування;
- розробити принципову електричну схему та керуючу програму;
- виготовити та налагодити систему керування, провести експериментальні дослідження.

Список літератури

1. Чубик Р.В., Ярошенко Л.В. Керовані вібраційні технологічні машини. Вінниця: ВНАУ. 2011. 355 с.
2. Despotovic Z., Ribic A. The increasing energy efficiency of the vibratory conveying drives with electromagnetic excitation. International Journal of Electrical and Power Engineering. 2012. №6 (1). P. 38 – 42.
3. Chernov A.A. Control of resonant electromagnetic vibrational drive using a digital filtering algorithm based on discrete fourier transform. Journal of Automation and Information Sciences, Vol. 46, 2014. Issue 7. Pp. 53 – 68. DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v46.i7.50
4. Chernov A.A. Control of electromagnetic vibratory drive using a phase difference between current harmonics. Journal of Automation and Information Sciences. Vol. 49, 2017. Issue 7, pp. 58 – 76.
5. Chernov O.O., Hurov A.P., Ivanov A.V. Energy characteristics of the electromagnetic vibration drive with pulse power supply of vibrator coils. Технічна електродинаміка. 2023. №2. С. 53 – 61. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2023.02.053>

УДК 621.317

Александровський С.Ю., Бандура С.І., Жук Д.О., к.т.н., Новогрецький С.М., к.т.н.

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАСИВНИХ ЧОТИРИПОЛЮСНИКІВ

При вивченні предметів зі спеціальності „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” часто виникає необхідність користуватись поняттями гармонік періодичного несинусоїдального сигналу та частотних характеристик об'єктів дослідження. Так, наприклад, маємо поняття гармонік розподілу намагнічуючої сили або магнітного потоку в повітряному зазорі електричних машин змінного струму та в насиченій магнітній системі статичного перетворювача електроенергії [1, 2]. В цьому випадку вищі гармоніки призводять до пониження енергоефективності роботи електричних машин і мають буди конструктивним шляхом зменшені до мінімуму. Крім того, при вивченні теоретичних основ електротехніки студентам надається поняття про розрахунок електричних кіл при несинусоїдальних періодичних у часі напругах та струмах джерел енергії, який ґрунтується на методі накладання та сумування результатів окремих розрахунків електричних кіл від кожної гармоніки джерела енергії [3]. З іншого боку кожний електротехнічний пристрій у деякому діапазоні робочих режимів може бути представлений у вигляді чотириполюсника з лінійними характеристиками, в якому взаємозалежність вихідних та вхідних струмів і напруг визначаються на кожній частоті постійними коефіцієнтами [4]. Так як будь-який вхідний періодичний сигнал розкладається в ряд Фур'є на гармонічні складові, виникає можливість за частотними характеристиками передбачити форму та характеристики вихідного сигналу, що може бути застосовано при аналізі електронних схем або електротехнічних пристроїв (наприклад, з розподіленими параметрами). Не можна обійти стороною і теорію автоматичного керування, що ґрунтується на понятті амплітудних і фазових частотних характеристик елементів систем автоматики [5]. Таким чином, розуміння поняття частотних характеристик електротехнічних пристроїв та гармонік електричних сигналів є однією з основних складових програми підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”.

Метою роботи є ознайомлення із результатами розробки та впровадження лабораторного стенду „Вимірювання частотних характеристик пасивного чотириполюсника” в рамках навчальної дисципліни „Основи метрології та електричних вимірювань”.

Теоретичне обґрунтування досліджень, що проводяться в лабораторній роботі

Ділянка електричного ланцюга, яка має два вхідні 1-1' й два вихідні 2-2' полюси (затискачі), називається чотириполюсником. Вони широко використовуються в електричних колах як постійного, так і змінного струму. Чотириполюсник, який складається з пасивних елементів (R , L , C), називається пасивним. Активні чотириполюсники мають внутрішні некомпенсовані джерела електроенергії. До активних чотириполюсників відносяться різні підсилювачі, схеми, що містять джерела енергії, і т.п. Пасивними чотириполюсниками є трансформатори, лінії електропередач, пасивні фільтри й інші.

Чотириполюсник характеризується залежностями між вхідними ($\dot{U}_1$, i_1) та вихідними ($\dot{U}_2$, i_2) комплексними напругами та струмами, що описуються у вигляді шести матричних залежностей, коефіцієнти яких (z -, y -, a -, h -, g - параметри) є характеристиками чотириполюсника [3, 4]:

$$\begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{z}_{11} & \dot{z}_{12} \\ \dot{z}_{21} & \dot{z}_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{y}_{11} & \dot{y}_{12} \\ \dot{y}_{21} & \dot{y}_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{h}_{11} & \dot{h}_{12} \\ \dot{h}_{21} & \dot{h}_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{g}_{11} & \dot{g}_{12} \\ \dot{g}_{21} & \dot{g}_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \dot{U}_1 \\ \dot{I}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{a}_{11} & \dot{a}_{12} \\ \dot{a}_{21} & \dot{a}_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix}.$$

Коефіцієнти повністю визначаються параметрами схеми чотириполюсника та можуть бути визначені шляхом аналізу роботи схеми у режимі холостого ходу або короткого замикання. При цьому схема чотириполюсника може бути як завгодно складною, або взагалі невідомою. Наприклад, для форми запису залежності через a - параметри маємо:

в режимі холостого ходу (струм $\dot{I}_2 = 0$)

$$\dot{U}_1 = \dot{a}_{11} \dot{U}_2; \quad \dot{I}_1 = \dot{a}_{21} \dot{U}_2, \quad \text{звідки} \quad \dot{a}_{11} = \dot{U}_1 / \dot{U}_2; \quad \dot{a}_{21} = \dot{I}_1 / \dot{U}_2;$$

в режимі короткого замикання (струм $\dot{U}_2 = 0$)

$$\dot{U}_1 = \dot{a}_{12} \dot{I}_2; \quad \dot{I}_1 = \dot{a}_{22} \dot{I}_2, \quad \text{звідки} \quad \dot{a}_{12} = \dot{U}_1 / \dot{I}_2; \quad \dot{a}_{22} = \dot{I}_1 / \dot{I}_2.$$

Будь-який чотириполюсник характеризується передавальною функцією, яка являє собою відношення вихідних однойменних параметрів до вхідних: $\dot{K}_U = \dot{U}_2 / \dot{U}_1 = k_U \cdot e^{j\varphi_U}$ (комплексний коефіцієнт передачі напруги), $\dot{K}_I = \dot{I}_2 / \dot{I}_1 = k_I \cdot e^{j\varphi_I}$ (комплексний коефіцієнт передачі струму).

У загальному випадку коефіцієнти чотириполюсника є функціями частоти ω . Залежності модулів комплексних коефіцієнтів передачі $k_U(\omega)$ та $k_I(\omega)$ являють собою амплітудно-частотні чотириполюсники (скорочено АЧХ), а залежності їх фаз від частоти $\varphi_U(\omega)$ та $\varphi_I(\omega)$ – фазочастотними характеристиками (скорочено ФЧХ) чотириполюсника.

В електротехніці дуже поширене перетворення електричних сигналів, які через певні проміжки часу повторюються. Такі сигнали називаються періодичними та можуть бути представлені у вигляді ряду Фур'є, тобто нескінченного числа доданків виду $b_n \cos(\omega n t)$ і $c_n \sin(\omega n t)$, де n – ціле число (номер гармоніки), що змінюється від 1 до $+\infty$, а b_n та c_n – коефіцієнти ряду. В цьому випадку ряд Фур'є називається тригонометричним, а обчислення такого ряду часто називають розкладом на гармоніки.

Математично розклад періодичної функції $f(t)$ в тригонометричний ряд Фур'є можна записати наступним чином

$$f(t) = b_0 + b_1 \cos(\omega t) + c_1 \sin(\omega t) + b_2 \cos(2\omega t) + c_2 \sin(2\omega t) + \dots +$$

$$+ b_n \cos(n\omega t) + c_n \sin(n\omega t) + \dots = b_0 + \sum_{n=1}^{+\infty} (b_n \cos(n\omega t) + c_n \sin(n\omega t)).$$

Коефіцієнти ряду визначаються за формулами

$$b_0 = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} f(\alpha) d\alpha; \quad b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) \cos(n\omega t) dt = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} f(\alpha) \cos(n\alpha) d\alpha;$$

$$c_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f(t) \sin(n\omega t) dt = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} f(\alpha) \sin(n\alpha) d\alpha,$$

де $\alpha = \omega t$ – кутова змінна, а фактично фазовий зсув функції періодичного електричного сигналу відносно початку координат, рад.; $\omega = 2\pi f$ – кутова частота функції $f(t)$, рад / с; $f = 1/T$ – циклічна частота сигналу $f(t)$ або частота першої (основної) гармоніки, Гц; T – період сигналу, с.

Для сигналу прямокутної форми маємо

$$f_n(t) = \begin{cases} -U_m, & \text{якщо } -T/2 < t < 0; \\ U_m, & \text{якщо } 0 < t < T/2, \end{cases}$$

де U_m – амплітудне значення сигналу за період.

Підставимо $f_n(t)$ в формули для визначення коефіцієнтів:

$$b_0 = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f_n(t) dt = -\frac{1}{T} \int_{-T/2}^0 U_m dt + \frac{1}{T} \int_0^{T/2} U_m dt = 0;$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f_n(t) \cos(n\omega t) dt = -\frac{1}{T} \int_{-T/2}^0 U_m \cos(n\omega t) dt + \frac{1}{T} \int_0^{T/2} U_m \cos(n\omega t) dt = 0;$$

$$c_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{+T/2} f_n(t) \sin(n\omega t) dt = -\frac{2}{T} \int_{-T/2}^0 U_m \sin(n\omega t) dt + \frac{2}{T} \int_0^{T/2} U_m \sin(n\omega t) dt = \frac{2U_m}{\pi n} (1 - \cos(n\pi)) = \frac{4U_m}{\pi n},$$

де $n = 1, 2, 3, 4, \dots$; $k = 2n - 1 = 1, 3, 5, 7, \dots$; $\omega T = 2\pi$.

Таким чином, прямокутний сигнал розкладається на непарні гармоніки синусних складових:

$$f_n(t) = \frac{4U_m}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{+\infty} \frac{\sin(k\omega t)}{k}.$$

Якщо в нас є частотні характеристики пасивного чотириполюсника (параметри якого не залежать від амплітуди вхідного сигналу) та форма вхідного сигналу $f_n(t)$, можна передбачити форму вихідного сигналу, розклавши вхідний сигнал на тригонометричні складові ряду Фур'є. За принципом суперпозиції вихідний сигнал буде складатись із тих самих гармонік, що діють на вхід чотириполюсника, але видозмінених у відповідності до амплітудної та фазової частотних характеристик. Наприклад, якщо розглядати режим холостого ходу чотириполюсника, при вхідному прямокутному періодичному сигналі $f_n(t)$, на виході чотириполюсника будемо мати напругу:

$$f_{\text{вих}}(t) = \frac{4U_m}{\pi} \sum_{k=1,3,5}^{+\infty} \frac{k_u(k\omega) \sin(k\omega t - \varphi_u(k\omega))}{k}. \quad (1)$$

Амплітудна і фазова частотні характеристики пасивного чотириполюсника в режимі холостого ходу можна досить легко визначити за допомогою цифрового осцилографа, якщо подавати на вхід синусоїдальну напругу заданої амплітуди та частоти. За допомогою осцилографа вимірюється амплітуда вихідного та вхідного сигналів, а також різниця фаз між ними. Співвідношення напруг відповідає модулю комплексного коефіцієнту передачі k_u , а різниця фаз дорівнює фазі комплексного коефіцієнту передачі φ_u . Змінюючи частоту, отримаємо залежності модулю та фази від частоти: $k_u(\omega)$ та $\varphi_u(\omega)$.

Результати розробки та використання лабораторного стенду.

На рис.1 представлена схема установки. Генератор сигналів G1 (SIGLENT SDG1000) використаний для подачі вхідної напруги для чотириполюсника A1, в якості якого використана обмотка без сердечника трансформатора TC-180-2. Напруга на вході та на виході чотириполюсника вимірюється за допомогою осцилографа A3 (SIGLENT SDS1102DL).

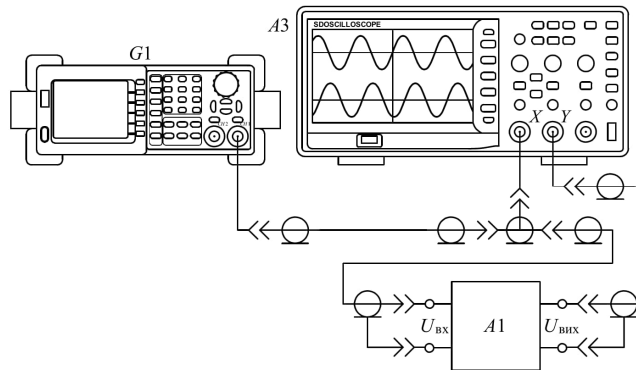


Рисунок 1 - Схема лабораторної установки

При виконанні лабораторної роботи пропонується задавши на вході чотириполюсника напругу прямокутної форми з амплітудою від 1 В до 3 В та частотою від 5 кГц до 20 кГц (параметри напруги задаються викладачем), зняти осцилограми вхідного та вихідного сигналу. На рисунку 2 наведений приклад прямокутної напруги частотою 12 кГц та амплітудою 2 В, а також відповідної вихідної напруги чотириполюсника. Як бачимо спостерігається значне спотворення вхідної кривої.

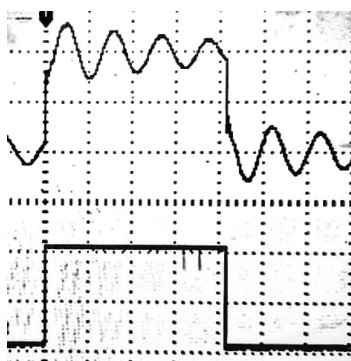


Рисунок 2 – Осцилограми напруг на чотириполюснику

Далі пропонується визначити амплітудно-частотну та фазочастотну характеристики пасивного чотириполюсника в режимі холостого ходу. Для цього задаємо на вході чотириполюсника напругу синусоїдальної форми амплітудою від 1 В до 3 В із частотою f_1 розглянутого раніше прямокутного сигналу. За допомогою осцилографа визначаємо амплітудні значення вхідної $U_{\text{ВХ}}$ та вихідної $U_{\text{ВИХ}}$ напруг, а також зсув фаз φ_u між ними. Задаючись за допомогою генератора сигналів синусоїдальними напругами із кратними основній частотами $f_n = n f_1$ ($n = 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21$), повторюємо вимірювання та розраховуємо паралельно модуль комплексного коефіцієнту передачі k_u .

Результати вимірювань для чотириполюсника у вигляді обмотки трансформатора TC-180-2 представлені в таблиці 1.

Використовуючи отримані частотні характеристики, будемо графік залежності від часу вихідної напруги пасивного чотириполюсника у відповідності до функціональної залежності (1), отриманої шляхом розкладу вхідного прямокутного сигналу в тригонометричний ряд Фур'є. Отримані результати представлені на рисунку 3. З порівняння розра-

хункових результатів із тими, що були отримані, шляхом осцилографування, зазначаємо їх високу збіжність навіть при використанні лише 11-ти ненульових гармонік.

Таблиця 1 – Результати визначення частотних характеристик пасивного чотириполюсника

№ дослі- ду	Номер гармоніки n	Частота сигналу f	Вхідна напруга $U_{pвх}$	Вихідна напруга $U_{pвих}$	Різниця фаз φ_U	k_U	ω
		кГц	В	В	град		рад / с
1	1	12	3,92	3,92	0	1	$7,54 \cdot 10^4$
2	3	36	3,92	4,32	0	1,102	$2,262 \cdot 10^5$
3	5	60	3,92	5,12	4	1,306	$3,77 \cdot 10^5$
4	7	84	3,92	10,8	19	2,755	$5,278 \cdot 10^5$
5	9	108	3,92	1,7	144	0,434	$6,786 \cdot 10^5$
6	11	132	3,92	1,1	13	0,281	$8,294 \cdot 10^5$
7	13	156	3,92	1,7	5	0,434	$9,802 \cdot 10^5$
8	15	180	3,92	1,92	0	0,49	$1,131 \cdot 10^6$
9	17	204	3,92	2,12	0	0,564	$1,282 \cdot 10^6$
10	19	228	3,92	2,24	0	0,571	$1,433 \cdot 10^6$
11	21	252	3,92	2,32	0	0,592	$1,583 \cdot 10^6$

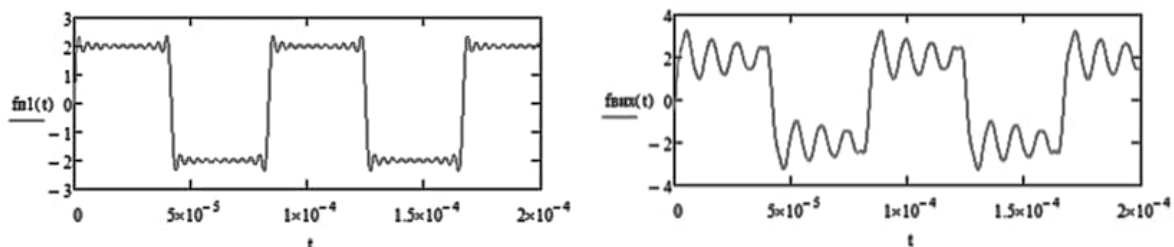


Рисунок 3 – Результати розрахунку вхідної (а) та вихідної (б) напруг чотириполюсника за 11-ма першими ненульовими гармоніками вхідного сигналу

Висновки. 1. Запропонована схема лабораторного стенду по дослідженню частотних характеристик пасивного чотириполюсника із застосуванням цифрового осцилографу. 2. Стенд пропонується використовувати в навчальному процесі для розширення розуміння понять частотних характеристик та гармонік сигналів на прикладі їх наочного використання при визначенні вихідної напруги пасивного чотириполюсника при заданій несинусоїдальній періодичній вхідній напрузі. 3. Отримані дослідні результати дозволяють говорити про високу точність розглянутої методики отримання кривою вихідної напруги.

Список використаних джерел

1. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов. СПб.: Питер, 2007. – 350 с.
2. Забудский Е.И. Математическое моделирование управляемых электромагнитных реакторов: монография. М.: ООО «Мегаполис», 2018. – 355 с.
3. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 312 с.
4. Бабаєв М.М. Лінійні електричні кола пристроїв автоматики та зв'язку: Підручник. / М.М. Бабаєв, М.Г. Давиденко, Г.І. Загарій, Ю.В. Соболев. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 285 с.
5. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. К.: Либідь, 2007. – 656 с.

Наукове видання

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ – 2023

ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

5–6 квітня 2023 року

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Центральний, 3, м. Миколаїв

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

(українською мовою)

Відповідальний за випуск А.В. Обрубов
Комп'ютерна верстка І. С. Серго