

динат досліджуваного об'єкта при використанні стереотелевізійного скануючого оптичного мікроскопа потребує окремого опрацювання.

1. Грицьків З.Д., Туркінов Г.О., Шклярський В.І. Вибір основних параметрів скануючого телевізійного стереомікроскопа // Вісник Національного університету "Львівська політехніка", 2002. – № 443. – С. 150 – 159. 2. Грицьків З.Д., Туркінов Г.О., Шклярський В.І. Аналіз вимог до стереопари растрів скануючого телевізійного стереомікроскопа на основі ЕПТ // Вісник Національного університету "Львівська політехніка", 2002. – № 440. – С. 247– 256. 3. Лопухина Н.И., Овчинников Н.В. Особенности работы стереотелевизионной установки на близких расстояниях от камеры до наблюдаемого объекта // Вопросы радиоэлектроники: Сер. "Техника телевидения". – 1973. – Вып. 5. – С. 53 – 59. 4. Мамчев Г.В. Стереотелевизионные устройства отображения информации. – М.: Радио и связь, 1983. – 96 с. 5. Кацнельсон Б.В. Калугин А.М., Ларионов А.С. Электровакуумные, электронные и ионные приборы: Справочник / Под общ. ред. А.С. Ларионова. – М.: Энергия, 1976. – 920 с. 6. Петров В.В. Качество кинопроекции. – М.: Искусство, 1982. – 222 с.

УДК 62-501.14

Борис Капустій, Олег Надобко

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра теоретичної радіотехніки та радіовимірювань

АЛГОРИТМ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ НА НЕСУЧІЙ ЧАСТОТІ

© Капустій Борис, Надобко Олег, 2003

Розроблена структурна схема алгоритму та описана робота програми для знаходження верхньої межі першої зони стійкого підсилення систем з амплітудною модуляцією.

This article presents the developed structural scheme of the algorithm for finding the upper limit of the first zone of sustainable amplification for AM-systems. The work of the designed software is also described.

Постановка задачі

Широке використання систем з амплітудною модуляцією, підвищення вимог до їх точності та надійності функціонування потребують подальшого вдосконалення методів проектування пристроїв такого класу, які в більшості випадків зводяться до макетного моделювання конкретних схем. Це не дозволяє встановити загальні закономірності проектування таких систем, знижує якість аналізу їх точності і стабільності та ефективність розробок загалом. Така ситуація пояснюється достатньою складністю математичних моделей досліджуваного класу систем, відсутністю ефективних методик їх аналізу, а також алгоритмічного та програмного забезпечення.

Питанню аналізу систем з амплітудною модуляцією присвячені роботи авторів [3 – 6], у яких висвітлені необхідні аспекти аналізу систем такого класу, зокрема розроблена числова методика їх дослідження. Метою даної роботи є розробка загального алгоритму програми дослідження стійкості систем, які працюють на несучій частоті, а також практична апробація їх ефективності на прикладі вимірювальних перетворювачів.

Результати досліджень

Вимірювальні перетворювачі широко використовуються в різних галузях техніки для обробки слабких повільнозмінних сигналів і належать до систем, які працюють на несучій частоті. До складу вимірювальних перетворювачів входять модулятор, демодулятор, низькочастотний підсилювач та фільтр. Для покращення показників вимірювальних перетворювачів їх охоплюють від'ємними зворотними зв'язками.

За певних умов модулятор і демодулятор виконують функції ідеальних перемножувачів, а підсилювач і фільтр являють собою динамічні ланки того чи іншого типу. Тому в першому наближенні можна вважати, що вимірювальний перетворювач є системою з амплітудною модуляцією. Вільні коливання у такій системі описуються лінійними диференціальними рівняннями з періодичними коефіцієнтами.

При певних значеннях петлевого підсилення вимірювальні перетворювачі можуть самозбуджуватися. Критичне щодо стійкості петлеве підсилення можна визначати різними способами, зокрема й шляхом порівняння з одиницею модулів мультиплікаторів – власних чисел матриці монодромії [2].

Повна структурна схема алгоритму дослідження стійкості вимірювальних перетворювачів наведена на рисунку.

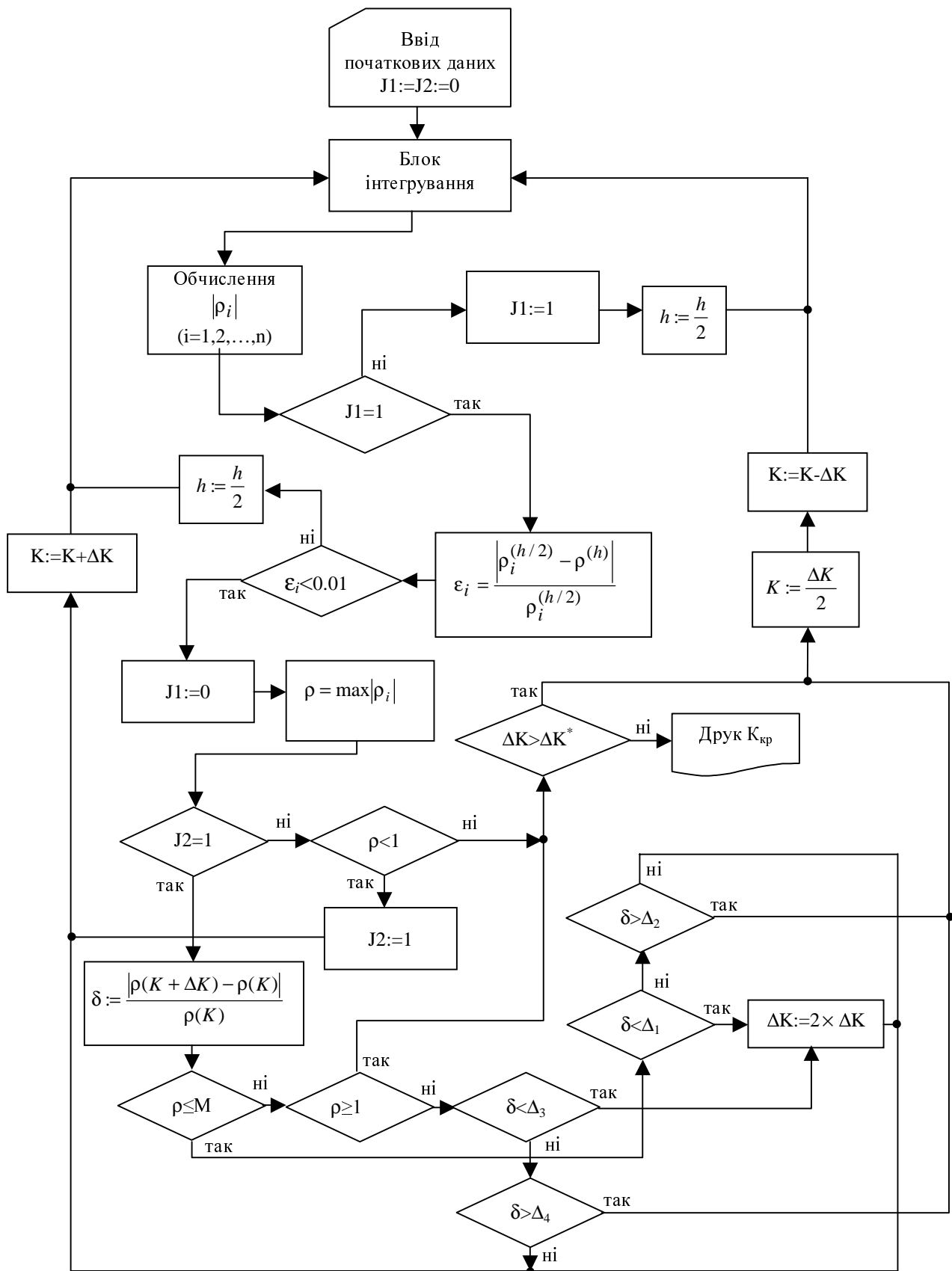
Для роботи програми потрібно ввести ряд початкових даних. Ними є статичні коефіцієнти підсилення, постійні часу та інші параметри динамічних ланок, несуча частота та зсув фаз між опорними напругами, початковий крок інтегрування h та пошуковий крок ΔK , значення відносних похибок, точність знаходження $K_{кр}$ та ін.

У блоці інтегрування здійснюється числове інтегрування диференціальних рівнянь, що описують процес вільних коливань у системі з несучою частотою, на проміжку часу, що дорівнює періоду несучої частоти. Якщо при цьому задатися початковим значенням фундаментальної матриці розв'язків у вигляді одиничної матриці, то кінцеве значення фундаментальної матриці розв'язків буде являти собою матрицю монодромії.

Наступним етапом є визначення модулів власних чисел матриці монодромії – мультиплікаторів та перевірка точності їх обчислення. За критерій точності можна прийняти умову, щоб відносна похибка ϵ_i визначення кожного мультиплікатора для даного і вдвоє зменшеного кроку інтегрування не перевищувала певного малого значення (наприклад, 1 %). Отже, для досягнення бажаної точності матриця монодромії обчислюється декілька разів, причому кожне наступне інтегрування здійснюється з кроком, вдвоє меншим від попереднього.

Відтак проводиться перевірка знаходження мультиплікаторів всередині одиничного круга, для чого найбільший з їх модулів ρ порівнюється з одиницею. Якщо після першого ж пошукового кроку ΔK виявиться, що $\rho \geq 1$, то програма переходить до уточнення значення критичного підсилення перетворювача $K_{кр}$. Уточнення передбачає зменшення в два рази пошукового кроку, зниження на цю величину коефіцієнта підсилення і нове обчислення з потрібною точністю мультиплікаторів. Після досягнення заданої точності ΔK^* значення критичного підсилення виводиться на друк, а робота програми вважається завершеною.

Якщо ж після першого пошукового кроку $\rho < 1$, то робота програми продовжується в іншому напрямку. Величина пошукового кроку стає залежною від відносної похибки δ обчислення найбільшого модуля мультиплікаторів для даного і зміненого на ΔK коефіцієнта підсилення. При цьому можливі три варіанти: пошуковий крок збільшується в два рази, якщо δ стає меншою від заданої нижньої межі; зменшується в два рази, якщо δ стає більшою від заданої верхньої межі; залишається незмінним у третьому випадку. Наступне значення коефіцієнта підсилення, яке використовується в блоці інтегрування, утворюється



Структурна схема алгоритму дослідження стійкості вимірювальних перетворювачів

з попереднього значення в першому й третьому випадках шляхом збільшення, а в другому випадку – шляхом зменшення попереднього коефіцієнта підсилення на величину нового пошукового кроку.

Оскільки стійкість вимірювальних перетворювачів, які працюють на несучій частоті, має зонний характер [1], то з'являється небезпека “проскакування” вузьких зон нестійкості та помилкового потрапляння у зони стійкості вищих порядків. Для запобігання помилкам такого типу нижня й верхня межі відносної похибки δ , які задають величину наступного пошукового кроку, повинні залежати ще й від значення ρ . Тому при $\rho \leq M$ (M – близьке до 1 число, наприклад – 0,95) задаються межі Δ_1 та Δ_2 (наприклад – 0,01 і 0,05), а при $M < \rho < 1$ – межі Δ_3 та Δ_4 (наприклад – 0,001 і 0,005).

Якщо в результаті пошуку $K_{кр}$ виявиться, що $\rho \geq 1$, то програма переходить до уточнення критичного підсилення перетворювача і завершує свою роботу.

Висновки та рекомендації

1. Розроблено алгоритм для знаходження верхньої межі першої зони стійкого підсилення систем з амплітудною модуляцією.

2. Описано роботу програми для параметричного синтезу вимірювальних перетворювачів з максимальним петлевым підсиленням.

3. Отримані результати можуть бути використані для підвищення якості та надійності функціонування вимірювальних перетворювачів та подібних систем.

4. Розроблений алгоритм може бути модифікованим для оцінки швидкодії та пошуку зон стійкості вищих порядків систем з амплітудною модуляцією.

1. Гостев В.И. Области устойчивости и неустойчивости периодической колебательной системы второго порядка // Изв. вузов СССР. Электромеханика, 1980. – № 5.
2. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. – М.: Наука, 1967.
3. Капустий Б.Е. Временной анализ динамических свойств систем с амплитудной модуляцией / Теоретическая электротехника. – 1981. – Вып. 31.
4. Капустий Б.Е. Алгоритмизация расчета систем на несущей во временной области / Теоретическая электротехника. – 1983. – Вып. 34.
5. Капустий Б.Е. О выборе базового численного метода при автоматизированном проектировании систем с амплитудной модуляцией: Сб. “Разработка методов моделирования и анализа радиоэлектронных компонентов, устройств и сигналов”. УкрНИИИТИ. – 1990. – № 237.
6. Капустий Б.О., Надобко О.В., Крук О.Г. Особенности числового анализа систем с амплитудной модуляцией в часовой области // Вісн. Національного університету “Львівська політехніка”. – 2001. – № 428.