

$$[Y_{22}] = [Y_{22}^L] + [G_d] + j[\omega][C_d] + \tau_{11}[G_d] - [T_{21}][G_{\omega d}],$$

-кліткові матриці, які відповідають системі Y параметрів параметричного чотирьохполюсника,

$$[I_c] = [dI_1, dI_2]^T = [i_{-L_1}, \dots, i_{01}, \dots, i_{L_1}, i_{-L_2}, \dots, i_{02}, \dots, i_{L_2}]^T.$$

-вектор дії, який складає джерела струму на комбінаційних частотах для емітерних і колекторних кіл,

$$[U_c] = [dU_1, dU_2]^T = [dU_e, dU_d] = [u_{-L_1}, \dots, u_{L_1}, u_{-L_2}, \dots, u_{L_2}]^T.$$

-вектор відгука, який відповідає напрузі на комбінаційних частотах в емітерних і колекторних колах.

Висновки

1. Запропонований новий клас вимірювальних перетворювачів - активні вимірювальні перетворювачі.
2. Розроблені теоретичні основи розрахунку АВП в нелінійному режимі.
3. Отримані характеристики АВП для широкого діапазону частот та різних типів транзисторів.

Література

1. Орнатский П.П. Автоматичні вимірювання і прилади. К.:Вища шк. Головне вид-во. 1986.
2. Філінюк М.А. Активні НВЧ фільтри на транзисторах. М.: Радіо і зв'язок. 1987.
3. Осадчук В.С. Індуктивний ефект в напівпровідникових приладах. К.:Вища шк. Головне вид-во. 1987.

УДК 62-50

ПРО ТОЧНІСТЬ НЕЛІНІЙНОГО ФІЛЬТРА Н. ДІСТЕФАНО

М. Андрєєв (Україна, Київ)

В. Кучерук, В. Поджаренко (Україна, Вінниця)

В сучасній математичній і технічній літературі велику увагу приділяється задачам фільтрації станів та ідентифікації параметрів нелінійних систем. Ці задачі викликають певний інтерес і знаходять

широке використання при вирішенні практичних задач, таких як виділення корисного сигналу на фоні шуму в радіотехніці, побудові адаптивних алгоритмів керування в системах керування з невизначенністю тощо.

При цьому припускається, що математична модель досліджуваного об'єкта задана у вигляді системи нелінійних диференціальних рівнянь з невідомими, взагалі кажучи, коефіцієнтами. Відмітимо, що задача ідентифікації з постійними коефіцієнтами зводиться до задачі фільтрації станів розширеної системи рівнянь. В цьому випадку до вихідної системи рівнянь формально додаються рівняння, отримані в результаті прирівнювання до нуля похідних від досліджуваних параметрів.

Припускається, що досліджуваний об'єкт описується системою звичайних нелінійних диференціальних рівнянь, представленою у векторному вигляді:

$$\frac{dy}{dt} = g(y). \quad (1)$$

Частина компонент вектора y спостерігається з деякою похибкою на протязі часу T . Для даних спостережень і динамічних рівнянь (1) необхідно визначити оптимальну оцінку стану в час t , а також покращити цю оцінку по мірі збільшення кількості спостережень. Якщо $t < T$, то задача називається задачею інтерполяції чи згладжування. При $t = T$ її називають задачею фільтрації, а коли $t > T$ - задачею прогнозу.

В цій доповіді досліджується точність нелінійного фільтра Н.Дістефано, представленого в [1]. В [2-4] розглянута задача ідентифікації параметрів динамічної системи, що описується рівнянням (1) на прикладі моделей електромеханічних систем, в основу якої покладена модель асинхронного двигуна, що характеризується слабою структурною спостережуваністю і жорсткістю. При цьому досліджується використання методів теорії чутливості і нелінійної фільтрації. Ідентифікація внутрішніх параметрів електродвигуна може бути використана для подальшої побудови інформаційно-вимірювальних систем [5, 6].

До задачі фільтрації звичайно прибігають у випадку, коли вектор початкових умов для рівняння (1) невідомий, і представляється, що вектор стану y є неперервно спостережуваним. Допустимо, що w - вектор цих спостережень, і допустимо, що він зв'язаний з вектором стану у рівняннях

$$w = Gy + \eta, \quad (2)$$

де η - вектор похибок спостережень і допустимо, що η представляє собою «кольоровий» шум з нульовим середнім та інтенсивністю $F(t)$; Γ - прямокутна матриця повного рангу.

На основі спостережень w в інтервалі часу $0 \leq t \leq T$ визначається оптимальна оцінка стану y при $t = T$ така, щоб мінімізувати функцію квадратичної похибки

$$f(y(T), T) = \int_0^T (w - \Gamma u, w - \Gamma u) dt + (u(0) - b, -\Lambda(u(0) - b)), \quad (3)$$

де b - найкраща априорна оцінка $y(0)$, а Λ - невідроджена матриця, що встановлює ступінь впевненості в даній оцінці.

Згідно [1], мінімізація (3) досягається при вирішенні диференціальних рівнянь оптимального нелінійного фільтра:

$$\frac{de}{dT} = g(e) + Q(T)\Gamma^T(w - \Gamma e), \quad e(0) = b, \quad (4)$$

а матриця коректуючих коефіцієнтів $Q(T)$ задовольняє рівнянню

$$\frac{dQ}{dT} = g_c(e)Q + Qg_c^T(e) - Q\Gamma^T\Gamma Q, \quad Q(0) = \Lambda^{-1}. \quad (5)$$

Тут для спрощення запису зображено $c = y(T)$; g_c - градієнт вектор-функції g ; $e = \arg \min f(c, T)$; « T зверху» - знак транспонування.

Задача ідентифікації за Н.Дістефано зводиться до вирішення системи із двох диференціальних рівнянь (4) і (5).

Позначимо через $\tilde{y} = y - e$ похибку оцінки фільтра. Підставимо в рівняння (4) замість вектора спостережень w його вираз (2) і вирахуємо з рівняння (1) рівняння (4). Тоді похибка оцінки фільтра \tilde{y} має наступну динаміку

$$\frac{d\tilde{y}}{dT} = -Q(T)\Gamma^T\Gamma\tilde{y} + g(y) - g(e) - Q(T)\Gamma^T\eta(T) \quad (6)$$

з нульовою початковою умовою, оскільки $e(0) = b \equiv y(0)$.

Лінеаризуючи вектор-функцію g в точці e в рівнянні (6), приходимо до виразу

$$\frac{d\tilde{y}}{dT} = -[Q(T)\Gamma^T\Gamma - g_c(e)]\tilde{y} - Q(T)\Gamma^T\eta(T). \quad (7)$$

Загальний розв'язок рівняння (7) має вид [5]:

$$\tilde{y} = \int_0^T X(T)X^{-1}(S)Q(S)\Gamma^T\eta(S)dS, \quad (8)$$

де $X(T)$ - розв'язок рівняння

$$\frac{dX(T)}{dT} = -[Q(T)\Gamma^T\Gamma - g_c(e)]X(T). \quad (9)$$

Коваріаційна матриця оцінки похибки фільтрації $M[\tilde{y}(T)\tilde{y}^T(S)]$ відіграє тут важливу роль, оскільки її слід при $S = T$ може служити характеристикою точності нелінійного фільтра Н. Дістефано.

Література

1. Дістефано Н. Об идентификации нелинейной вязкоупругой пружины в условиях динамики. Применение фильтров. // Труды НТК, посвященной памяти Ю.Н.Работнова, -М., 1979, с.163-169.
2. Андреев Н.В., Поджаренко В.А., Скилягин А.В. Задача идентификации параметров электромеханической системы. // Автоматика, №3, 1993, с.32-37.
3. Андреев Н.В., Поджаренко В.А., Скилягин А.В. Применение методов нелинейной фильтрации и теории чувствительности к задаче идентификации параметров электромеханической системы. // Проблемы управления и информатики, №1, 1995, с.44-52.
4. Кучерук В.Ю., Джарадат Р.Х., Поджаренко В.О. Динамичний метод визначення параметрів обмоток електричних машин. // Вісник Вінницького політехнічного інституту, №1, 1993, с.59-61.
5. Podzharenko V.A., Kucheruk V.Yu. Computer-Measuring System of the Mechanical Characteristics of Electrical Drives. / Int. Conf. «Electrical Drives and Power Electronics» EDPE'96, Proceeding volumes 2, the High Tatras, Slovakia, pp.633-637.
6. Kucheruk V.Yu., Podzharenko A.V. Computer-Measuring System for rotor balancing of Electromechanical Systems. // Second Int. Scientific Conf. «Unconventional Electromechanical and Electrotechnical Systems» UEES'96, Proceeding volumes 2, 1996, Szczecin, Poland, pp.483-488.
7. Беллман Р. Введение в теорию матриц. -М.:Наука, 1976.

1. Дистефано Н. Об идентификации нелинейной вязкоупругой пружины в условиях динамики. Применение фильтров // Труды НТК посвященной памяти Ю.Н. Работнова. - М., 1979, с. 163-169.
2. Андреев Н.В., Поджаренко В.А., Скилягин А.В. Задача идентификации параметров электромеханической системы // Автоматика, №3, 1993, с. 32-37.
3. Андреев Н.В., Поджаренко В.А., Скилягин А.В. Применение методов нелинейной фильтрации и теории чувствительности к задаче идентификации параметров электромеханической системы // Проблемы управления и информатики, №1, 1995, с. 44-52.
4. Кучерук В.Ю., Джарадат Р.Х., Поджаренко В.О. Динамічний метод визначення параметрів обмоток електричних машин // Вісник ВПІ, №1, 1993, с. 59-61.
5. V. Podzharenko, V. Kucheruk Computer-Measuring System of the Mechanical Characteristics of Electrical Drives // Proceeding of the EDPE'96 Int. Conf. on Electrical Drives and Power Electronics. KOSICE, 1-3 October 1996. - Technical University of Kosice, Slovakia, 1996. - V. 2., p. 633-637.
6. Kucheruk V.Y., Podzharenko A.V. Computer-Measuring System of the rotor balancing of Electromechanical Systems // Second Int. Sc. Conf. "Unconventional Electomechanical and Electrotechnical Systems" UEES'96, Proceeding volumes 2. 1996, Szczecin, Poland, pp. 483-488.
7. Беллман Р. Введение в теорию матриц - М.: Наука, 1976.