

Частотна лінеаризація характеристик перетворення первинних вимірювальних перетворювачів

О.Й. Рішан, Б.Б. Сотничук

Національний університет харчових технологій

Ефективність функціонування сучасної інтегрованої автоматизованої системи управління (ІАСУ) залежить від метрологічного забезпечення її нижнього рівня (первинних вимірювальних перетворювачів ПВП), яке забезпечує надходження необхідної інформації в мікропроцесорний контролер (МПК) системи про стан об'єкта, що автоматизується, з необхідною точністю.

В переважній більшості випадків характеристика перетворення (ХП) ПВП по діапазону вимірювання є нелінійною, при чому ХП може бути як із зростаючою чутливістю до кінця діапазону вимірювання, так і з чутливістю, що зменшується по діапазону. Нелінійність ХП збільшує основну похибку ПВП і для її зменшення необхідно або звужувати діапазон вимірювання ПВП, що не бажано, або ХП ПВП необхідно лінеаризувати.

У більшості сучасних засобах вимірювання (ЗВ) лінеаризацію ХП ПВП здійснюють у цифровому коді без зміни її чутливості, а отриману лінійну ХП ПВП знову перетворюють в аналоговий сигнал для його передачі по лінії зв'язку у МПК. Для збільшення чутливості ЗВ та усунення додаткових перетворень сигналів доцільно проводити лінеаризацію ХП ПВП безпосередньо при її перетворенні у частотний сигнал [1] і його передачу по лінії зв'язку у МПК, уникнувши додаткових перетворень.

Для лінеаризації ХП ПВП із зростаючою чутливістю по діапазону вимірювання розроблений спосіб [1], при реалізації якого, при перетворенні аналогового сигналу у частоту, у частотному перетворювачі необхідно змістити характеристику перетворення та змінити напрям лінеаризації, тобто перейти до лінеаризації характеристики із чутливістю, що зменшується по діапазону від його кінця до початку. Останнє проводить до значного росту чутливості вихідної ХП ПВП при лінійній її залежності по діапазону.

Для цієї мети доцільно використовувати конденсаторний перетворювач напруги у частоту, що побудований за схемою транзисторного РС – генератора і частота імпульсів на виході якого може регулюватись по трьом каналам [1].

У випадку одночасного використання двох каналів регулювання частоти РС – генератора (по каналу зміни струму заряду та по рівню заряду емностей) основне рівняння перетворення такого генератора має вигляд:

$$F = F_c + \frac{a * U}{U_c - b * U}, \quad (1)$$

де F і F_c – частота імпульсів на виході генератора та його середня частота ; a - коефіцієнт перетворення; b - коефіцієнт корекції не лінійності; U_c – вихідна

напруга на катодах, що фіксують рівень заряду ємностей: U – напруга рівня заряду конденсаторів, яка залежить від аналогового сигналу, що лінеаризується.

Якщо до входу перетворювача надходить аналоговий сигнал виду

$$-U_{BX} = K_1 * X + f_{1H}(X), \quad (2)$$

де K_1 - коефіцієнт пропорційності; $f_{1H}(X)$ - складова аналогового сигналу, яка вміщує більш високі степені аргументу X , і описує ХП із зростаючою чутливістю; то при $b = 0$, схема керування частотою генератора пропорційна напрузі на вході і повторює вхідну залежність по діапазону перетворення.

Максимальному значенню вхідного аналогового сигналу X_{MAX} відповідає максимальне значення напруги U_{MAX} схеми керування.

Компенсатором нульового сигналу генератора зміщують залежність, що перетворюється, на величину $-U_{MAX}$ і отримують залежність

$$U = -U_{MAX} + K_1 * X + f_{1H}(X), \quad (3)$$

та переходять до лінеаризації останньої, але в координатах аргументу $(X_{MAX} - X)$ в діапазоні зміни X від 0 до X_{MAX} .

При цьому характеристика приймає вигляд:

$$-U = K_2 * (X_{MAX} - X) - f_{2H}(X_{MAX} - X), \quad (4)$$

де K_2 - коефіцієнт пропорційності; $f_{2H}(X_{MAX} - X)$ – складова, яка вміщує більш високі степені аргументу $(X_{MAX} - X)$.

Сумісне рішення рівнянь (1) та (4) дає вираз для зміни частоти на виході генератора:

$$F = F_c + K_{II}(X_{MAX} - X) \frac{aK_2 - \frac{a * f_{2H}(X_{MAX} - X)}{X_{MAX} - X}}{U_c - bK_2(X_{MAX} - X) + abf_{2H}(X_{MAX} - X)}. \quad (5)$$

При умові $aK_2 = U_c$, зміною значення коефіцієнта b глибини корекції нелінійності досягають рівності:

$$\frac{af_{2H}(X_{MAX} - X)}{X_{MAX} - X} = bK_2(X_{MAX} - X) + abf_{2H}(X_{MAX} - X). \quad (6)$$

Чим точніше виконується умова (6), тим ближче зміна частоти на виході генератора в функції від аргумента $(X_{MAX} - X)$ до лінійної.

Зворотний перехід від лінеаризованої характеристики, в координатах аргументу $(X_{MAX} - X)$, до вихідної досягається відніманням частоти, що визначається по залежності (5) із максимальної, яка визначається також із рівняння (5) при $(X_{MAX} - X) = 0$.

Експериментальні дослідження перетворювача в складі ЗВ для вимірювання зусилля з використанням магнітопружних ПВП показали, що він дозволяє майже на порядок зменшити похибку нелінійності ХП такого ПВП.

Література

1. А. с. 713328 СССР. МКИЗ G 06 G 7/26 Функциональный преобразователь / А. Е. Ришан (СССР) / Институт автоматики им. XXV съезда КПСС. – №2686632/18-24; заявл. 22.11.78; опубл. 05.10.79, Бюл. № – . – 12 с.