

ОБ ОДНОЙ СХЕМЕ ПОСТРОЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Пузько И.Д., Володченко Г.С.

Повышение устойчивости систем автоматического управления достигается, в частности, введением корректирующих устройств, частотные характеристики которых должны уменьшать усиление с ростом частоты без изменения фазы или увеличивать фазовое опережение с ростом частоты без изменения величины усиления, или увеличивать фазовое опережение с ростом частоты при одновременном уменьшении усиления.

Коррекция при помощи линейных фильтров не позволяет получить частотные характеристики такого типа. Необходимая коррекция достигается введением псевдолинейных корректирующих устройств.

Наиболее универсальной из известных схем является схема нелинейного фильтра с отдельными каналами формирования амплитудной и фазовой частотных характеристик. Однако такая схема обладает высоким уровнем пульсаций в канале формирования амплитудной характеристики, что и определяет большие нелинейные искажения выходного сигнала [1].

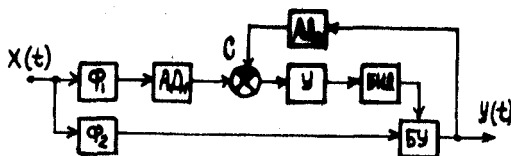


Рис. 1.

Устранение нелинейных искажений выходного сигнала достигается построением структурной схемы корректирующего устройства, предложенной в [2] и приведенной на рис.1, где введены обозначения: Φ_1 , Φ_2 - первый и второй корректирующие фильтры; AD_1 , AD_2 - первый и второй амплитудные детекторы; U - усилитель; C - сумматор; ВИД - блок с характеристикой идеального диода.

Частотная характеристика $W_k(j\omega)$ корректирующего устройства, представленного на рис. 1, имеет вид

$$W_k(j\omega) = \frac{X_a W_1(\omega) W_2(\omega) K_y \exp(j\varphi_2)}{1 + K_y X_a W_2(\omega)}, \quad (1)$$

где K_y - коэффициент усиления усилителя U ;

X_a - амплитуда входного сигнала;

$W_1(\omega) = |W_1(j\omega)|$ - модуль частотной характеристики корректирующего фильтра Φ_1 ;

$W_2(\omega) = |W_2(j\omega)|$ - модуль частотной характеристики корректирующего фильтра Φ_2 ;

$\varphi_2(\omega)$ - фазочастотная характеристика корректирующего фильтра Φ_2 ;

При выполнении условия $K_y X_a W_1(\omega) \gg 1$ из соотношения (1) следует:

$$W_k(j\omega) \approx W_1(\omega) \exp(j\varphi_2). \quad (2)$$

Таким образом, только при значительном коэффициенте K_y усиления амплитудно-частотная характеристика $W_k(j\omega)$ корректирующего устройства совпадает с амплитудно-частотной характеристикой первого корректирующего фильтра Φ_1 (канала модуля), а фазочастотная характеристика - с фазочастотной характеристикой корректирующего фильтра Φ_2 (канала фазы).

Однако увеличение K_y приводит к уменьшению устойчивости в целом и, кроме того, разработка усилителя с большим коэффициентом усиления K_y в широком частотном диапазоне приводит иногда к непреодолимым техническим трудностям.

Указанное обстоятельство снижает надежность функционирования корректирующего устройства, а значит снижает и надежность функционирования систем автоматического управления, содержащих в своем составе корректирующие устройства такого типа.

Авторами предложена модификация схемы корректирующего устройства, которая, сохраняя все достоинства известного устройства в части раздельного формирования амплитудной и фазовой частотных характеристик, позволяет создавать системы управления с высокими динамическими характеристиками без увеличения коэффициентов усиления усилителей, что и обуславливает повышение устойчивости и надежности функционирования [8].

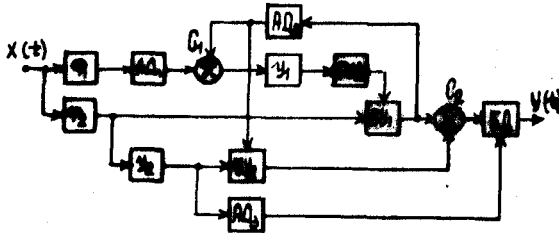


Рис. 2.

Структурная схема модифицированного устройства приведена на рис. 2, где введены обозначения : $У_2$ - второй усилитель ; $АД_3$ - третий амплитудный детектор ; $БУ_2$ - второй блок умножения ; $С_2$ - второй сумматор ; $БД$ - блок деления ; Φ_1 , Φ_2 , $АД_1$, $АД_2$, $У_1$, $ВИД$, $БУ_1$ - соответствуют обозначениям, введенным на рис.1 .

Корректирующее устройство функционирует следующим образом.

Входной сигнал $x(t) = X_a \sin \omega t$ поступает на входы первого и второго фильтров Φ_1 и Φ_2 , проходит через фильтр Φ_1 с частотной характеристикой $W_1(j\omega)$, преобразуется $АД_1$ в постоянное напряжение U_1 , пропорциональное амплитуде X_a :

$$U_1 = K_1 X_a, \quad (3)$$

где K_1 - коэффициент пропорциональности.

Если статический коэффициент передачи $АД_1$ равен единице, то

$$U_1 = W_1(\omega) X_a, \quad (4)$$

где $W_1(\omega) = |W_1(j\omega)|$ - модуль частотной характеристики $W_1(j\omega)$ первого фильтра Φ_1 .

Сигнал $U_3(j\omega)$ с выхода БУ₁ преобразуется в АД₂ так, что при единичном статическом коэффициенте передачи АД₂ сигнал U_4 на его выходе будет равен

$$U_4 = U_{a3}, \quad (5)$$

где U_{a3} - амплитуда выходного сигнала БУ₁.

Формируемый на выходе С₁ разностный сигнал $\varepsilon = U_1 - U_4$ усиливается У₁ с коэффициентом усиления K_{y1} и при условии $\varepsilon \geq 0$ через блок БИД проходит на первый вход БУ₁, на второй вход которого поступает выходной сигнал Φ_2 с частотной характеристикой $W_2(j\omega)$.

Таким образом, выходной сигнал $U_3(j\omega)$ БУ₁ формируется в результате умножения выходного сигнала U_2 фильтра Φ_2 , равного

$$U_2(j\omega) = X_a(j\omega)W_2(j\omega), \quad (6)$$

на усиленный разностный сигнал $U_5 = K_{y1}\varepsilon$:

$$U_5 = K_{y1}[X_a W_1(\omega) - U_{a3}]. \quad (7)$$

На выходе БУ₁ сигнал $U_3(j\omega)$ равен

$$U_3(j\omega) = K_{y1}X(j\omega)W_2(j\omega)[X_a W_1(\omega) - U_{a3}]. \quad (8)$$

Аналитическое выражение частотной характеристики $W_k(j\omega)$ корректирующего устройства в целом получим, исходя из следующих соображений.

Сигнал $U_7(j\omega)$ на выходе БУ₂ равен

$$U_7(j\omega) = U_4 U_6(j\omega) = K_{y2} U_{a3} X(j\omega) W_2(j\omega), \quad (9)$$

где K_{y2} - коэффициент усиления У₂. Тогда сигнал $U_8(j\omega)$ на выходе С₂ равен

$$U_8(j\omega) = X(j\omega)W_2(j\omega)[K_{y1}X_a W_1(\omega) + U_{a3}(K_{y2} - K_{y1})] \quad (10)$$

В общем случае $K_1 \neq K_2$, $K_2 - K_1 = \mu$. Тогда соотношение (10) можно представить в виде

$$U_8(j\omega) = X(j\omega)W_2(j\omega)[K_{y1}X_a W_1(\omega) + \mu U_{a3}]. \quad (11)$$

При выполнении условия

$$K_{y1}X_a W_1(\omega) \gg \mu U_{a3} \quad (12)$$

выражение (11) принимает вид

$$U_8(j\omega) \approx K_{y1}X_a W_1(\omega)W_2(j\omega)X(j\omega)\exp(j\varphi_2), \quad (13)$$

где

$$W_2(j\omega) = W_2(\omega)\exp(j\varphi_2).$$

Выходной сигнал U_{a9} АД₃ при $K_{y3} = 1$ равен

$$U_{a9} = U_6 = K_{y2}X_a W_2(\omega). \quad (14)$$

Выходной сигнал $Y(j\omega)$ блока БД можно представить в виде

$$Y(j\omega) = K_{y1} K_{y2}^{-1} W_1(\omega) X(j\omega) \exp(j\varphi_2). \quad (15)$$

Из соотношения (15) определим частотную характеристику $W_k(j\omega)$ корректирующего устройства в целом

$$W_k(j\omega) = K_{y1} K_{y2}^{-1} W_1(\omega) \exp(j\varphi_2). \quad (16)$$

При выполнении условия $K_{y1} = K_{y2}$ из (16) следует

$$W_k(j\omega) = W_1(\omega) \exp(j\varphi_2), \quad (17)$$

причем

$$|W_k(j\omega)| = W_1(\omega), \quad \arg W_k(j\omega) = \varphi_2(\omega).$$

Таким образом, из (17) следует, что амплитудно-частотная характеристика $W_k(j\omega)$ корректирующего устройства в целом совпадает с амплитудно-частотной характеристикой первого корректирующего фильтра Φ_1 (канала модуля), а фазочастотная характеристика $\varphi_k(\omega)$ - с фазочастотной характеристикой $\varphi_2(\omega)$ второго корректирующего фильтра Φ_2 (канала фазы).

SUMMARY

It is proposed a structural scheme of a two-channel corrector, making it possible to decrease non-linear distortion of an input signal.

An analytical expression of the amplitude-frequency characteristic has been obtained. It is shown theoretically that the amplitude-frequency characteristic of the corrector coincides on the whole with the amplitude-frequency characteristic of the first correcting filter-channel module, and its phase-frequency characteristic coincides with that of the second correcting filter-channel phase.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нелинейные корректирующие устройства в системах автоматического управления / Под ред. Ю.И. Толчева - М.: Машиностроение, 1971, с.73-76, 197-218.
2. А.с. 761980 СССР. Корректирующее устройство / Ю.В. Александров. Оpubл. 7.09.80, БИ N33.
3. А.с. 1231482 СССР. Корректирующее устройство / Г.С. Володченко, И.Д. Пузько, Б.Г. Подгорный. Оpubл. 15.05.86, БИ N 18.

Поступила в редколлегию 20 декабря 1994г.

УДК 681.32

НУМЕРАЦИЯ РАВНОВЕСНЫХ КОДОВ НА ОСНОВЕ БИНОМИАЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Соловей В.А., Бережная О.В.

В настоящей статье предлагаются алгоритмы нумерационного кодирования равновесных кодов на основе биномиальной системы счисления с двоичным алфавитом, а также алгоритмы восстановления исходной информации.

Процедура нумерации кодов на основе биномиальных чисел состоит из этапов перехода от равновесного кода к биномиальному и перехода от биномиального кода к номеру.