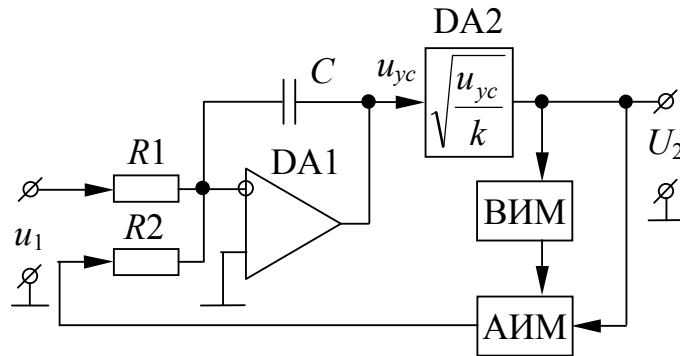


ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ФИЛЬТРАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ КОМПЕНСАЦИОННОГО КОРНЕИЗВЛЕКАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

С.И. Леонов

Учреждение образования Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

В измерительно-вычислительных устройствах компенсационного типа степень низкочастотной фильтрации влияет не только на величину пульсаций выходного сигнала постоянного тока или напряжения, но и на точность этих устройств.



Таким устройством является компенсационное корнеизвлекающее устройство (КИУ) [1], предназначенное для линеаризации квадратично зависящих от расхода сигналов дифференциально-трансформаторных и емкостных преобразователей разности давлений. Функциональная схема КИУ представлена на рисунке. Принцип действия КИУ заключается в автоматическом уравнивании средних значений входного напряжения u_1 и квадрата выходного напряжения U_2 постоянного тока. Квадрирование напряжения U_2 осуществляется путем импульсного перемножения, при этом время-импульсный модулятор ВИМ преобразует напряжение U_2 методом двухтактного интегрирования в длительность прямоугольного импульса, а АИМ придает импульсу амплитуду, равную U_2 . Разность средних значений напряжения u_1 и периодической последовательности импульсов выделяется интегрирующим усилителем на $DA1$, а функциональный преобразователь $DA2$ необходим для коррекции статических и динамических свойств КИУ [1].

Выходное напряжение имеет пульсации, период первой гармоники которых равен длительности полного цикла преобразования ВИМ. Поэтому результат интегрирования этой гармоники в первом такте не равен нулю. Также из-за пульсаций выходного напряжения вершина импульса не будет плоской. Вследствие этого перемножение напряжения U_2 будет производиться с погрешностью

$$\delta_{\Pi}(U_2) = \sin \frac{\pi U_2}{2U_{\text{оп}}} \cdot (\pi k U_2 \cdot \omega CR2)^{-1} \cdot \left[\frac{2U_{\text{оп}}}{\pi U_2} \cdot \sin \frac{\pi U_2}{2U_{\text{оп}}} \cdot \sin \left(\frac{\pi U_2}{2U_{\text{оп}}} + \varphi \right) - \frac{2}{\pi} \cos \left(\varphi - \frac{\pi}{4} \right) \right],$$

где $U_{\text{оп}}$ – опорное напряжение постоянного тока ВИМ; $k=0,1 \text{ В}^{-1}$ – коэффициент пропорциональности DA2; $\omega = 2\pi / (40 \text{ мс})$ – частота первой гармоники пульсаций выходного напряжения; $\varphi = \arctg \left\{ \sin \left(\frac{\pi U_2}{U_{\text{оп}}} \right) \cdot \left[1 - \cos \left(\frac{\pi U_2}{U_{\text{оп}}} \right) \right]^{-1} \right\} - \frac{\pi}{2}$.

Максимальное по модулю значение этой погрешности в диапазоне $U_2=0..10 \text{ В}$ составляет $0,25/(\omega CR2)$. Выходное напряжение КИУ имеет вид:

$$U_2 = \sqrt{\frac{R2}{R1} \cdot \frac{2U_{\text{оп}}U_1}{1 + \delta_{\Pi}}} \approx \sqrt{\frac{R2}{R1} 2U_{\text{оп}}U_1} \cdot \left(1 - \frac{\delta_{\Pi}}{2} \right) = \sqrt{\frac{R2}{R1} 2U_{\text{оп}}U_1} \cdot \left(1 - \frac{0,125}{\omega CR2} \right).$$

Видно, что погрешность КИУ составляет половину погрешности перемножения. Отсюда для заданной погрешности КИУ ($\delta_{\text{КИУ}} = -10^{-3}$) может быть рассчитана необходимая постоянная времени интегрирующего усилителя: $CR2 = 0,125(\omega \cdot \delta_{\text{КИУ}})^{-1} \approx 0,8 \text{ с}$.

Литература

1. Абаринов Е.Г., Леонов С.И. Анализ и расчет компенсационного корнеизвлекающего устройства на основе время-импульсного умножителя //Технічна електродинаміка, тематичний випуск “Системи керування та контролю напівпровідникових перетворювачів”. – Київ: Інститут електродинаміки НАН України, 1999. – С. 103-106.