

Параллельный сумматор на операционном усилителе

Бладыко Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

Сумматор на операционном усилителе (ОУ) применяется в аналоговой технике, цифро-аналоговых преобразователях и других устройствах. К сожалению, многие литературные источники дают формулы расчета выходного напряжения с опечатками и ошибками. Целью данной работы является вывод выходного напряжения для любого типа сумматора.

Выходное напряжение сумматора дифференциального типа или, как его часто называют, параллельного сумматора с отрицательной обратной связью определяется на основании законов Кирхгофа:

$$U_{\text{вых}} = \frac{-\sum_{i=1}^n \frac{R_{\text{ос}}}{R_{1i}} \cdot U_{\text{вх}1i} \cdot A + \sum_{k=1}^m \frac{R_{\text{в}}}{R_{2k}} \cdot U_{\text{вх}2k} \cdot \left[\frac{B}{C} + \frac{2}{K_{\text{сф}}} \cdot \frac{B + \frac{R_{\text{ос}}}{R_{\text{вх}}}}{C} \right]}{A + \frac{1}{K_y} \cdot R_{\text{ос}} \cdot D \cdot F} + U_{\text{др}}$$

$$\text{где } A = 1 - \left(1 + \frac{2}{K_{\text{сф}}} \right) \cdot \frac{F}{R_{\text{вх}}}; \quad B = 1 + \sum_{i=1}^n \frac{R_{\text{ос}}}{R_{1i}}; \quad C = 1 + \sum_{k=1}^m \frac{R_{\text{в}}}{R_{2k}};$$

$$F = \frac{1}{\frac{1}{R_{\text{в}}} + \sum_{k=1}^m \frac{1}{R_{2k}} + \frac{1}{R_{\text{вх}}}};$$

$$D = \left(\frac{1}{R_{\text{ос}}} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_{1i}} \right) \cdot \left(\frac{1}{R_{\text{в}}} + \sum_{k=1}^m \frac{1}{R_{2k}} \right) + \frac{1}{R_{\text{вх}}} \cdot \left(\frac{1}{R_{\text{ос}}} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_{1i}} + \frac{1}{R_{\text{в}}} + \sum_{k=1}^m \frac{1}{R_{2k}} \right);$$

K_y - коэффициент усиления собственно ОУ; $K_{\text{сф}}$ - коэффициент ослабления (подавления) синфазного сигнала; $R_{\text{вх}}$ - входное дифференциальное сопротивление ОУ; $U_{\text{др}}$ - напряжение дрейфа ОУ, растущее с увеличением числа входов и зависящее от напряжения смещения $U_{\text{см}}$; $R_{\text{ос}}$ - сопротивление отрицательной обратной связи; R_{1i} - сопротивление i -го из n инвертирующих входов; R_{2k} - сопротивление k -го из m неинвертирующих входов; $R_{\text{в}}$ - сопротивление для выравнивания сопротивлений входов, подключенное к неинвертирующему входу ОУ.