

АНАЛИЗ АЧХ АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЯХ С ВНУТРЕННЕЙ КОРРЕКЦИЕЙ

Белущенко А.В.

Научный руководитель к.т.н., проф. Тимошенко Л.П.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр.Ленина, 14, каф. радиоэлектронных систем)

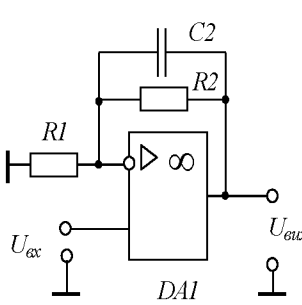
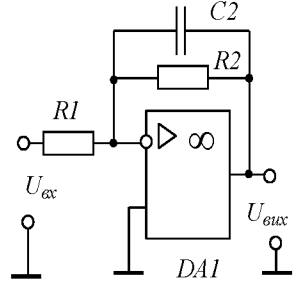
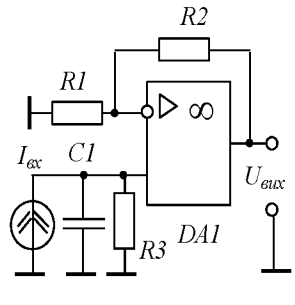
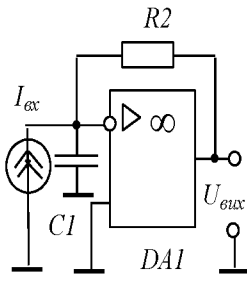
By means of the generalized counts of a signal have been obtained expressions for transfer functions at four variants of switching on of operational amplifiers and comparison of their gain-frequency characteristics has been made.

Методика сравнительного анализ аналоговых электронных устройств (АЭУ) на операционных усилителях (ОУ) с внутренней коррекцией с отрицательной обратной связью (ООС) базируется на построении АЧХ посредством определения частот нулей и полюсов передаточных функций исследуемых участков цепи и построении диаграмм Боде [1,2]. Коэффициент усиления ОУ с внутренней частотной коррекцией представляется в форме $K(p) = K_0 / (1 + p\tau)$, где K_0 – коэффициенту усиления на нижних частотах; f_1 – частота единичного усиления; f_0 – частота полюса; $\tau = 1 / 2\pi f_0$; $f_0 = f_1 / K_0$. Коэффициент передачи схемы на ОУ с ОС представляется в форме частного от деления K_0 на глубину ОС $\gamma = 1 + \beta K_0$: $K_c = kK_0 / \gamma$, где k – коэффициент пассивной передачи входной цепи операционной схемы.

Схемотехнический базис АЭУ на ОУ определяется наличием двух видов источников сигналов – эдс и тока и двух входов ОУ – прямого и инверсного. Рассматриваются 4 схемы: схема (рис. 1) последовательного включения входного сигнала U_{ex} и сигнала ОС U_{oc} в виде напряжения с выходом по напряжению (неинвертирующий усилитель), схема (рис. 2) параллельного включения (инвертор), схема (рис. 3) параллельного включения входного сигнала и сигнала ОС в виде токов i_{ex} и i_{oc} с выходом по напряжению (преобразователь "ток – напряжение"), последовательная операционная схема (рис. 4) с выходом по напряжению (неинвертирующий преобразователь ток – напряжение). Базируясь на методе топологического анализа линейных электрических цепей, составлены обобщенные сигнальные графы цепей и с помощью теоремы Мезона [1] получены АЧХ:

$$W(p) = \frac{U_{вых}(p)}{U_{ex}(p)} = K_c$$

для схем рис. 1.2 и передаточные функции сопротивлений $Z(p)$ для схем рис. 3.4. Графические построения представлены в виде диаграмм Боде путем представления передаточной функции в виде разности. $20 \lg K_c(p) = 20 \lg K(p) - 20 \lg \gamma(p)$

 <p style="text-align: center;">Рис. 1</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 2</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 3</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 4</p>
$W_1(p) = \frac{1 + p\tau_1}{\beta(1 + p\tau_1)}$ $\gamma(p) = \frac{K_0(\beta + p\tau_1)}{(1 + p\tau_1)(1 + p\tau)}$ $\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ $\tau_1 = \beta R_2 C_2$	$W_1(p) = -\frac{R_2}{R_1(1 + pR_2C_2)}$ $\gamma(p) = \frac{kK_0R_1(1 + pC_2R_2)}{R_2(1 + p\tau_1)(1 + p\tau)}$ $k(p) = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)(1 + p\tau_1)}$	$Z(p) = \frac{(R_1 + R_2)R_3}{R_1(1 + pR_3C_1)}$ $z(p) = \frac{R_3}{1 + p\tau_2},$ $\tau_2 = C_1R_3 = \frac{1}{2\pi f_5}$	$Z(p) = \frac{R_2}{1 + pR_2C_1}$ $z(p) = \frac{R_2}{1 + p\tau_6},$ $\tau_6 = C_1R_2 = \frac{1}{2\pi f_6}$

Сравнительный анализ неинвертирующих и инвертирующих схем рис.1,2 показывает одинаковые частотные свойства при $C_2=0$, а с увеличением емкости уменьшается полоса пропускания: в инвертирующем усилителе увеличивается интервал частот с наклоном -20дБ/дек , а в неинвертирующем с единичным коэффициентом усиления. Сравнительный анализ схем рис.3,4 показывает преимущество инвертирующего преобразователя "ток – напряжение" по полосе пропускания. Полученные результаты анализа коррелируют с выводами [2].

Рассмотренный метод топологического анализа хорошо встраивается в методику анализа и синтеза схем, содержащих ОУ с внешней частотной коррекцией, фильтров, аналоговых конверторов сопротивлений, операционных преобразователей.

Список литературы: 1.Тимошенко Л.П., Зеленин А.М. Аналогові електронні пристрої: Навч.посібник.для студентів ВНЗ/За ред. В.М.Шокало.Харків.2007.

2. Климов П.В., А.Г.Алексеев. Анализ АЧХ устройств на ОУ. Радиотехника, 11/89.