

Жиганова Е.А.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: zhiganova.el@gmail.com

Анализ изменения частотных характеристик нелинейного усилителя на качество фильтрации

В работе [1] получена система нелинейных уравнений автокомпенсатора АК амплитудно-фазовых искажений. Решением ее являются выражения для передаточных функций, которые определяют отклики параметров выходного сигнала автокомпенсатора - возмущений амплитуды ΔU_2 и фазы $\Delta \varphi_2$ на воздействие пяти независимых возмущений - амплитуды ΔU_1 и фазы $\Delta \varphi_1$ входного сигнала и дестабилизирующих факторов $\Delta \xi_i$. В общем случае получается восемь передаточных функций:

$$H_{\Delta U \Delta U} = \frac{1}{1 + N_2 W_{AD}(p)}, \quad H_{\Delta \varphi \Delta \varphi} = \frac{1 + N_1 W_{\Phi D}(p) \omega \tau - N_3 \omega \tau}{1 + N_1 W_{\Phi D}(p) \omega \tau + N_3 \omega \tau}, \quad H_{\Delta \xi_{1,2} \Delta U} = \frac{K'_{1,2 \xi_{1,2}}}{2} \frac{1}{1 + N_2 W_{AD}(p)},$$

$$H_{\Delta \xi_{3 \Delta U}} = \frac{-\omega^2 \tau \tau'}{1 + (\omega \tau)^2} \frac{1}{1 + N_2 W_{AD}(p)}, \quad H_{\Delta \xi_{1 \Delta \varphi}} = \frac{K'_{1 \xi_1}}{2} \frac{1}{1 + N_1 W_{\Phi D}(p) \omega \tau + N_3 \omega \tau},$$

$$H_{\Delta \xi_{2 \Delta \varphi}} = -\frac{K'_{2 \xi_2}}{2} \frac{1}{1 + N_1 W_{\Phi D}(p) \omega \tau + N_3 \omega \tau}, \quad H_{\Delta \xi_{3 \Delta \varphi}} = -\frac{\omega \tau'}{1 + (\omega \tau)^2} \frac{1}{1 + N_1 W_{\Phi D}(p) \omega \tau + N_3 \omega \tau}.$$

где $N_1 = K_{VC1} F'_{\Phi D \varphi} E_{\Phi D 0} K'_{1e1}$ - коэффициент регулирования фазы выходного сигнала устройства, $N_2 = K_{VC2} U_{02} (E_{AD0} F'_{ADU2} + F_{AD0} E'_{ADU2}) K'_{1e1}$ - коэффициент регулирования амплитуды выходного сигнала автокомпенсатора, $N_3 = 0,5 K_{ПЧМ} (K_{VC1} + 1) K'_{1e1}$ - коэффициент регулирования амплитуды входного ПУМ сигнала автокомпенсатора.

Из полученных выражений следует, что все возмущения, воздействующие на фазу и амплитуду выходного сигнала, в той или иной мере отрабатываются автокомпенсатором и уменьшаются, а действие дестабилизирующих факторов на выходную амплитуду определяется реальной частью нормированных крутизн по соответствующим возмущениям и коэффициентом регулирования амплитуды выходного сигнала автокомпенсатора, а их действие на фазу выходного сигнала - мнимой частью нормированных крутизн по соответствующим возмущениям и коэффициентами регулирования фазы выходного сигнала устройства и амплитуды входного сигнала с паразитной угловой модуляцией ПУМ автокомпенсатора.

Анализ воздействия на автокомпенсатор малых синусоидальных возмущений позволяет оценить частотные свойства устройства, то есть построить его амплитудно-частотные характеристики АЧХ.

Были проанализированы частотные характеристики автокомпенсатора при различных коэффициентах регулирования фазы и амплитуды. Проведено математическое моделирование автокомпенсатора при использовании фильтров нижних частот первого и второго порядков, фильтров верхних частот первого и второго порядков, пропорционально интегрирующего и полосового фильтров.

Исследована зависимость модулей передаточных функций не только в диапазоне модулирующих частот, но и при различных значениях коэффициентов регулирования N_1 , N_2 и N_3 . Значения N_1 , N_2 и N_3 , при которых проводится анализ АЧХ, выбраны на основании проведенного анализа устойчивости в [1].

Моделирование показало, что применение в ветвях регулировок фильтров нижних частот и высоких частот второго порядка позволяет увеличить крутизну спада частотных характеристик автокомпенсатора, что подтверждают вышеуказанные рисунки.

В случае применения пропорционально интегрирующего фильтра в полосе модулирующих частот происходит увеличение значений всех характеристик, но это увеличение тем меньше, чем больше значение коэффициента m . С приближением m к единице система превращается в квазиинвариантную по отношению к изменениям фазы входного сигнала, так как $W(j\Omega) \rightarrow 1$. При $m=0$ автокомпенсатор фильтрует только низкочастотные составляющие модулирующего сигнала. Его можно использовать для уменьшения низкочастотной паразитной фазовой модуляции, вызванной наводками сети, нестабильностями параметров тракта обработки. Полезная модуляция оказывается неискаженной.

Применение полосового фильтра не дает ощутимого эффекта при больших N_2 , так как в этом случае происходит спрямление АЧХ и значение $H_{\Delta U \Delta U} \rightarrow 0$. В этом случае автокомпенсатор превращается в узкополосный фильтр.

Литература

1. Жиганова Е.А. Анализ устойчивости квадратурного усилителя мощности с автокомпенсацией интермодуляционных колебаний / Будущее технической науки: тез. докл. VIII Международной молодеж. научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2009. С. 22-23.