

Секція 1. Радіотехнічні кола та сигнали. Обчислювальні методи в радіоелектроніці

СИНТЕЗ ЦИФРОВОГО ФІЛЬТРУ АДАПТИВНОГО ШУМОВОГО ГЕНЕРАТОРУ МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРІВ

Євграфов Д. В., доцент, к.т.н.; Баланчук І. А., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Мережеві генератори шуму призначені для придушення пристроїв перехоплення інформації через побічні електромагнітні випромінювання (ПЕМВ) комп'ютера у мережу живлення 220 В. Такі генератори зазвичай виробляють шумові сигнали з гаусівською щільністю імовірності розподілення миттєвих значень у діапазоні від 300 Гц до 7 МГц. Найбільш частіше для зняття інформації використовується діапазон частот від 50 до 500 кГц.

Існуючі вітчизняні генератори шуму («Волна-4», «Волна-4Р») генерують рівномірний спектр шумового сигналу, який не завжди ефективно придушує інформативні гармоніки витоку інформації з комп'ютера, оскільки джерела подібного витоку: блоки живлення та інвертори живлення – продукують сигнали з періодичним спектром у широкій смузі. Подібний характер спектральних складових ПЕМВ обумовлений імпульсними струмами в ланцюгах комп'ютера, які, до того ж, мають високу шпаруватість.

Залежно від режиму, в якому працює комп'ютер тактова частота n -ї сигнальної складової: $f_n = 1/T_{kn}$ змінюється від 50 Гц до десятків кілогерц, а кількість сигнальних складових коливається від декількох до десятків. В роботі [1] знайдено вираз для спектра групи сигналів ПЕМВ різної тривалості τ_i і періодами T_k залежно від часу аналізу T_a :

$$G_{\text{мод}}(\omega) = U \sum_{i=1}^m \tau_i \left| \frac{\sin \left[\left(\text{int} \left[\frac{T_a}{T_k} \right] + 1 \right) \frac{\omega T_k}{2} \right]}{\sin \left(\frac{\omega T_k}{2} \right)} \right| \exp[j\omega t_{zi}], \quad (1)$$

де U — деяка приведена напруга сигналів, m — кількість сигналів в групі, $\text{int}[x]$ — ціла частина від x , t_{zi} — час затримки i -го імпульсу в групі.

Для досягнення максимального придушення сигналу ПЕМВ (1) необхідно, щоб амплітудно-частотна характеристика (АЧХ) фільтру, що синтезується, співпадала з амплітудно-частотним спектром (1):

$$\sqrt{K(j\omega) \cdot K(-j\omega)} = \left| \frac{\sin \left[\left(\text{int} \left[\frac{T_a}{T_k} \right] + 1 \right) \frac{\omega T_k}{2} \right]}{\sin \left(\frac{\omega T_k}{2} \right)} \right|, \quad (2)$$

де коефіцієнт передачі фільтру, що синтезується, знаходиться за методикою, яка описана у літературі [1] та [2].

Кінцева передаточна функція цифрового фільтру (ЦФ), який забезпечує вибіркковість генератору до окремих спектральних складових, має наступний вигляд:

$$H(z^{-1}) = \frac{\text{tg} \left(\frac{\Delta\omega T}{2} \right) \cdot (1 - z^{-2})}{1 + \text{tg} \left(\frac{\Delta\omega T}{2} \right) + 2z^{-1} + \left(1 - \text{tg} \left(\frac{\Delta\omega T}{2} \right) \right) z^{-2}}, \quad (3)$$

На рис. 1 пунктирною лінією показаний вигляд окремого гребінця ПЕМВ, розрахованого відповідно до (1) для $T_a / T_k = 20$ і $T_a / T_k = 50$, а суцільною лінією — відповідні АЧХ цифрових фільтрів, розраховані для передаточної функції (3). Як бачимо, отримана апроксимація дозволяє достатньо коректно наблизитись до (2), використанням ЦФ другого порядку.

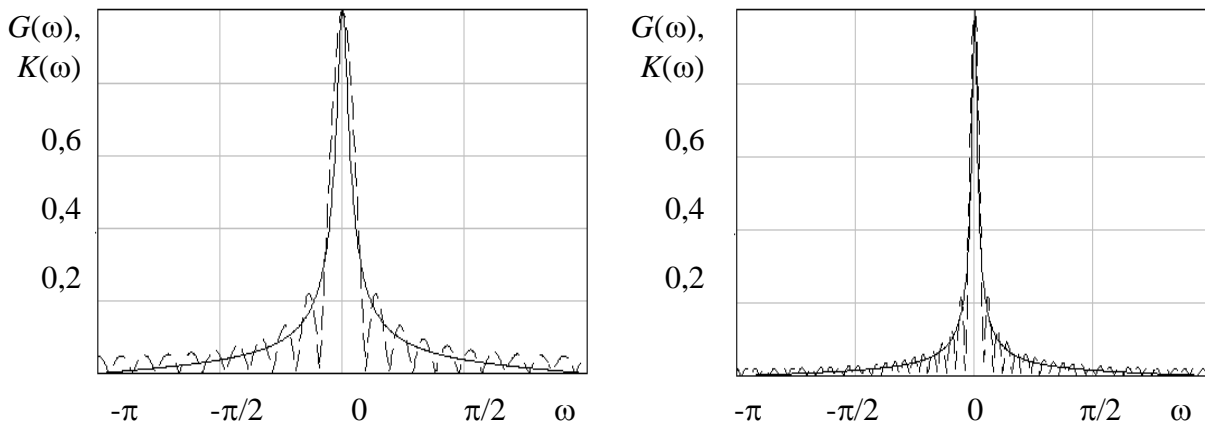


Рис. 1. Нормовані спектри гребінців ПЕМВ і відповідні АЧХ ЦФ:
а) $T_a/T_k=20$; б) $T_a/T_k=50$

Література

1. Зайцев А. П. Технические средства и методы защиты информации. Часть 1. Учебное пособие / А. П. Зайцев, А. А. Шелупанов. — Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2005. — 508 с.
2. Рекурсивные фильтры на микропроцессорах / [А. Г. Остапенко, А. Б. Сушков, В. В. Бутенко и др.]; Под ред. А. Г. Остапенко. — М.: Радио и связь, 1988. — 128 с.: ил. — (Массовая б-ка инженера «Электроника»).