

ДИНАМІЧНА СИСТЕМА З КУБІЧНОЮ НЕЛІНІЙНОСТЮ ПРИДАТНА ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ АНАЛОГОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ ХАОТИЧНИХ КОЛИВАНЬ

На сьогоднішній день перспективним науковим-технічним напрямком є прикладне застосування досягнень теорії нелінійних коливань. У галузі радіотехніки та телекомунікацій застосування хаотичних коливань і сигналів дозволяє суттєво збільшити інформаційність і завадозахищеність повідомлень. Застосування широкосмугових хаотичних сигналів також забезпечує конфіденційність переданої інформації в аналогових радіотехнічних системах.

Актуальність цього напрямку вимагає нових підходів до створення генераторів сигналів детермінованого хаосу. При цьому, важливим елементом теорії генераторів детермінованого хаосу є їхні математичні моделі, які застосовуються як при синтезі, так і при аналізі таких генераторів. Метою роботи є пошук нелінійних систем та обґрунтування математичних моделей аналогових генераторів сигналів детермінованого хаосу придатних до застосування в радіотехніці.

Для вирішення поставленого в роботі завдання автором був проведений літературний огляд, результатом якого є переконання, що найбільш близькою до реальних електричних автоколивальних систем є динамічна система Арнеодо, математична модель якої має вигляд (1)

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \frac{dx_2}{dt} = x_3 \\ \frac{dx_3}{dt} = -ax_1 - bx_2 - x_3 + cx_1^3 \end{cases}, \quad (1)$$

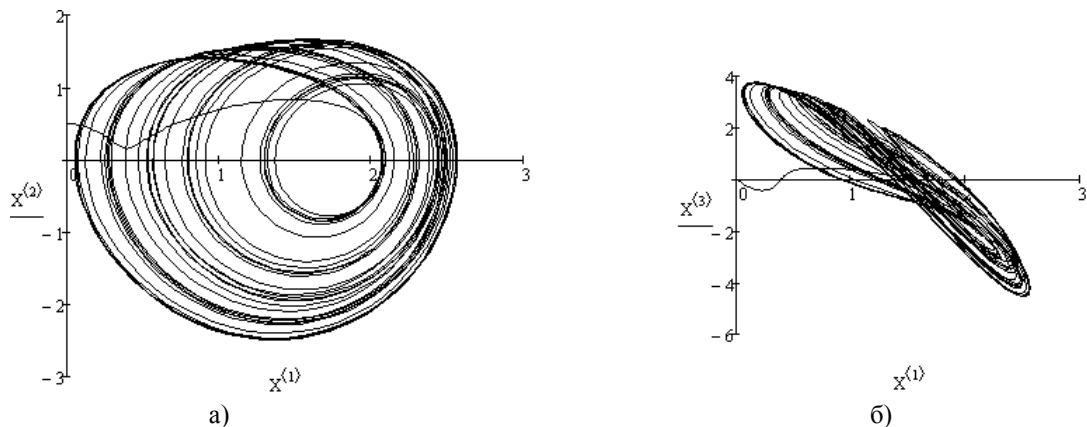
де x_1 , x_2 і x_3 – нормовані змінні, які фізично являють напруги або струми ділянок кола автоколивальної системи; a , b і c – безрозмірні коефіцієнти системи (величини елементів коливального кола приведені до його хвильового опору та/або параметрів активного елементу генератору).

За допомогою програми MathCad 15.0 із використанням стандартної функції *rkfixed()* автором було промодельовано хаотичний режим динамічної системи Арнеодо при таких її параметрах: $a = -3.5$, $b = 3.5$, $c = -1$, за початкових умов $x_1 = x_3 = 0$, $x_2 = 0.5$. На рис. 1 наведено фазові портрети хаотичної системи Арнеодо. На рис. 2 наведено часові діаграми змінних у нормованому часі (2)

$$T = \omega_0 t, \quad (2)$$

де ω_0 – частота коливань стаціонарного режиму аналогового генератору.

На рис. 3 наведено амплітудо-частотні спектри генерованих коливань.



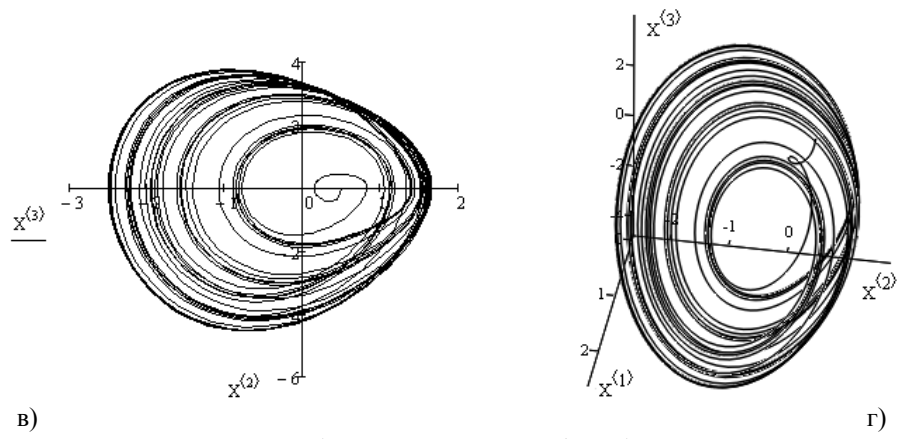


Рис. 1. Фазові портрети динамічної системи Арнеодо в площинах змінних а) x_1-x_2 , б) x_1-x_3 , в) x_2-x_3 та в просторі змінних $x_1-x_2-x_3$

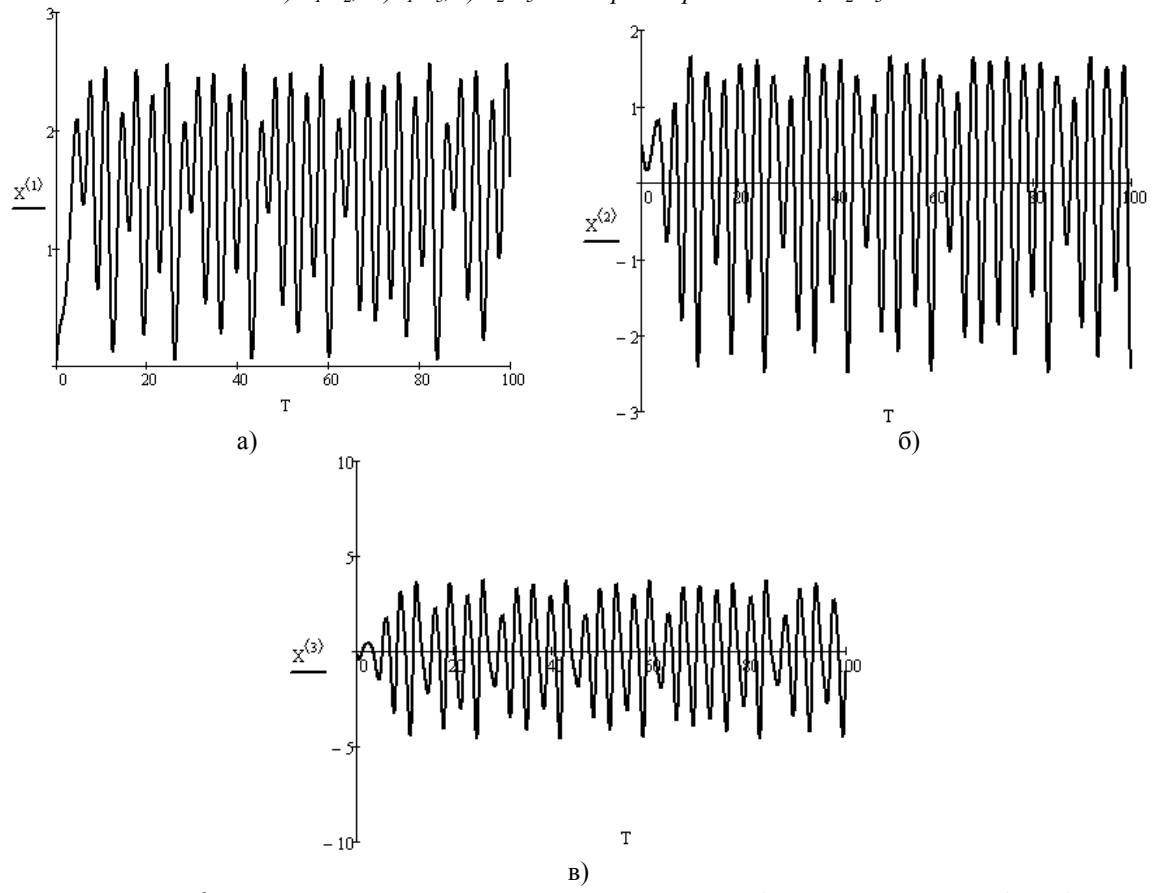


Рис. 2. Графіки часових залежностей генерованих коливань динамічної системи Арнеодо

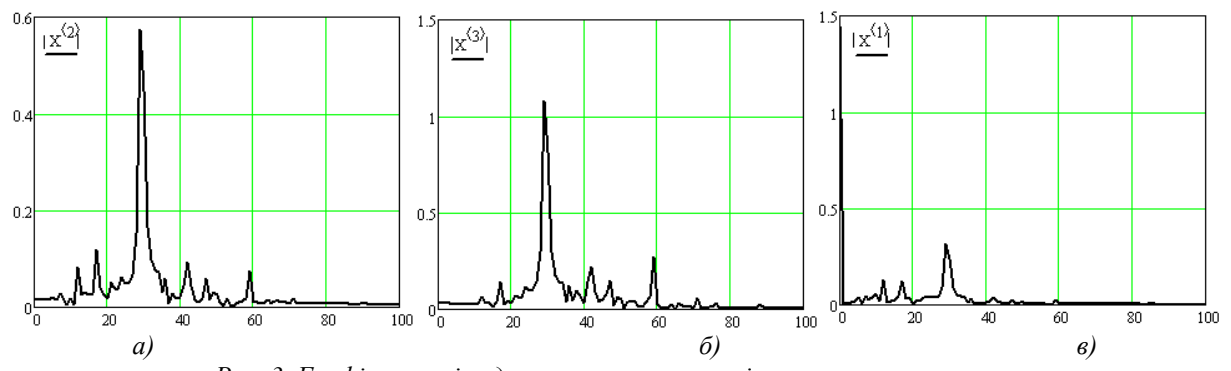


Рис. 3. Графіки амплітудо-частотних спектрів генерованих коливань динамічної системи Арнеодо