Кудінов Є.В., Кухоль Є.М. ***Вимірювання побічних сигналів в мережі електроживлення .*** *Розглядаються особливості побудови еквіваленту мережі для вимірювання протифазних і синфазних побічних високочастотних сигналів в проводах електроживлення засобів обчислювальної техніки.*
Ключові слова: *мережа електроживлення, еквівалент мережі, вимірювання завад*

Кудинов Е.В., Кухоль Е.Н. ***Измерение побочных сигналов в сети электропитания.*** *Рассматриваются особенности построения эквивалента сети для измерения противофазных и синфазных побочных высокочастотных сигналов в проводах электропитания средств вычислительной техники.*
Ключевые слова: *сеть электропитания, эквивалент сети, измерение помех*

Kydinov I.V., Kykhol I.N. ***Measurement of collateral signals in power network .*** *Features of network equivalent construction for measurement of collateral antiphase and inphase high-frequency signals in power wires of computer technique are considered.*
Keywords: *power network , network equivalent, interferences measurement*

УДК 621.396.62: 621.396.96

КОРЕЛЯЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ D-КОДІВ ВЕЛТІ

Мрачковський О.Д., Бичков В.Є., Турко С.І.

В [1] на прикладі кодів Голея [2] показано, що властивості доповнюючих послідовностей, що використовуються у якості формуючих для складного псевдошумового сигналу, можуть бути використані у системах синхронізованого зв'язку, коли чітко відомий час та положення відліків кореляційних функцій. В зв'язку з приналежністю D-кодів Велті [3] до доповнюючих послідовностей заслуговує на увагу розгляд можливості їх використання при розв'язанні подібних задач.

Теоретичні викладки

Послідовності, що утворюють D-код, формуються за правилом приєднання. Позначимо i-ту послідовність D-коду порядка k як

$$\{d_i^k\} = d_{1,i}, d_{2,i}, ..., d_{n,i}, ..., d_{N,i}. \qquad (1)$$

Довжина послідовності N та її порядок k пов'язані співвідношенням $N = 2^k$; номер символу змінюється в межах $n = 1, 2, \ldots N$, а номер послідовності $i = 0, 1 \ldots, N - 1$.

Число послідовностей дорівнює числу символів, тобто $N = 2^k$. Введемо послідовність $\{\tilde{d}_i^k\}$, доповнюючу для $\{d_i^k\}$. Тоді правило утворення D-коду за допомогою правила приєднання можна записати як

$$\{d_i^k\} = \{d_i^{k-1} \left| \tilde{d}_i^{k-1} \right.\} \text{ при } i = 0,1,...,2^{k-1} - 1, \qquad (2)$$

або

$$\{d_i^k\} = \{d_{i-2^{k-1}}^{k-1} \left| -\tilde{d}_{i-2^{k-1}}^{k-1} \right.\} \text{ при } i = 2^{k-1},...,2^k - 1. \qquad (3)$$

Послідовності $\{d_i^k\}, \{d_j^k\}$ називаються парними, (як буде показано, вони є доповнюючими), якщо $|i - j| = 2^{k-1}$. Наприклад, якщо $k = 4$, $i = 3$, то $j = 11$.

Використання правил (2), (3) проілюструємо на прикладах. В якості вихідних візьмемо доповнюючі послідовності для $k=1$. Для $\{d_0^0\}=1$, згідно (2), (3) маємо

$$\left.\begin{aligned}\{d_0^1\}&=1,1\\ \{d_1^1\}&=1,-1\end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Таблиця 1

×	α	β
α	1	-1
β	-1	1

Відзначимо, що послідовності (4) є доповнюючими і парними, тобто можна записати, що $\{\tilde{d}_0^1\}=\{d_1^1\}$ і $\{\tilde{d}_1^1\}=\{d_0^1\}$. Введемо позначення символів $\alpha=1,\ \beta=-1$. Для цих символів правило перемноження визначається за табл. 1.

Використовуючи вказані позначення, із (4) отримаємо

$$\left.\begin{aligned}\{d_0^1\}&=\alpha,\alpha\\ \{d_1^1\}&=\alpha,\beta\end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

Нехай $k=2$. Згідно (2), (3) знаходимо, що

$$\left.\begin{aligned}\{d_0^2\}&=\{d_0^1\big|\tilde{d}_0^1\}=\{d_0^1\big|d_1^1\}=\alpha,\alpha,\alpha,\beta;\\ \{d_1^2\}&=\{d_1^1\big|\tilde{d}_1^1\}=\{d_1^1\big|d_0^1\}=\alpha,\beta,\alpha,\alpha;\\ \{d_2^2\}&=\{d_0^1\big|-\tilde{d}_0^1\}=\{d_0^1\big|-d_1^1\}=\alpha,\alpha,\beta,\alpha;\\ \{d_3^2\}&=\{d_1^1\big|-\tilde{d}_1^1\}=\{d_1^1\big|-d_0^1\}=\alpha,\beta,\beta,\beta.\end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

При побудові останніх рівнянь в (6) знак перед d_1^1 і d_0^1 визначається згідно табл. 1: $-\alpha=\beta\alpha=\beta$ і $-\beta=\beta\beta=\alpha$, тобто операція перемноження символів α,β на -1 еквівалентна перемноженню на β.

Аналогічно, при $k=3$ одержуємо

$$\left.\begin{aligned}\{d_0^3\}&=\{d_0^2\big|\tilde{d}_0^2\}=\{d_0^2\big|d_2^2\}=\alpha,\alpha,\alpha,\beta,\alpha,\alpha,\beta,\alpha;\\ \{d_1^3\}&=\{d_1^2\big|\tilde{d}_1^2\}=\{d_1^2\big|d_3^2\}=\alpha,\beta,\alpha,\alpha,\alpha,\beta,\beta,\beta;\\ \{d_2^3\}&=\{d_2^2\big|\tilde{d}_2^2\}=\{d_1^2\big|d_0^2\}=\alpha,\alpha,\beta,\alpha,\alpha,\alpha,\alpha,\beta;\\ \{d_3^3\}&=\{d_3^2\big|\tilde{d}_3^2\}=\{d_3^2\big|d_1^2\}=\alpha,\beta,\beta,\beta,\alpha,\beta,\alpha,\alpha;\\ \{d_4^3\}&=\{d_0^2\big|-\tilde{d}_0^2\}=\{d_0^2\big|-d_2^2\}=\alpha,\alpha,\alpha,\beta,\beta,\beta,\alpha,\beta;\\ \{d_5^3\}&=\{d_1^2\big|-\tilde{d}_1^2\}=\{d_1^2\big|-d_3^2\}=\alpha,\beta,\alpha,\alpha,\beta,\alpha,\alpha,\alpha;\\ \{d_6^3\}&=\{d_2^2\big|-\tilde{d}_2^2\}=\{d_1^2\big|-d_0^2\}=\alpha,\alpha,\beta,\alpha,\beta,\beta,\beta,\alpha;\\ \{d_7^3\}&=\{d_3^2\big|-\tilde{d}_3^2\}=\{d_3^2\big|-d_1^2\}=\alpha,\beta,\beta,\beta,\beta,\alpha,\beta,\beta.\end{aligned}\right\}$$

Для інших значень k метод побудови D-коду аналогічний розглянутому в прикладах. Сформувавши D-код порядка k за наведеним алгоритмом,

отримуємо два види пар доповнюючих послідовностей. Перший вид доповнюючих послідовностей для D-коду порядка k – парні послідовності (послідовності $\{d_i^k\},\{d_j^k\}$ називаються парними, якщо $|i-j|=2^{k-1}$). Також доповнюючими є послідовності $\{d_i^k\},\{d_j^k\}$ для яких виконується умова $|i-j|=1$, а $\max(i,j)$ приймає парні значення.

Проілюструємо сказане на прикладі послідовностей $\{d_3^4\},\{d_{11}^4\}$, які є доповнюючими і парними, та на прикладі послідовностей $\{d_7^4\},\{d_8^4\}$, які є доповнюючими, але парними не являються. Для послідовностей, які розглянуті у прикладі, тривалість парціального імпульсу дорівнює 50 нс.

Символи послідовностей $\{d_3^4\},\{d_{11}^4\},\{d_5^4\},\{d_6^4\}$ зображені на рис. 1, 2, 3, 4 відповідно.

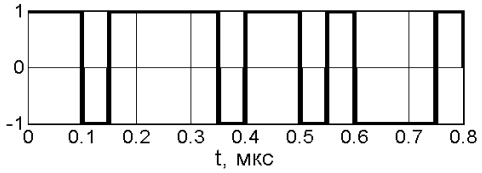

Рис. 1

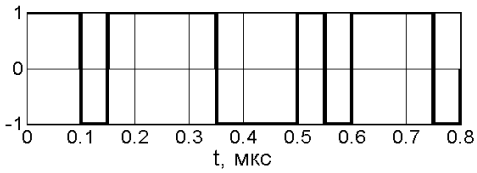

Рис. 2

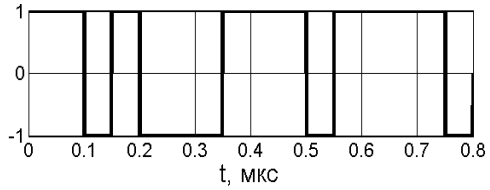

Рис. 3

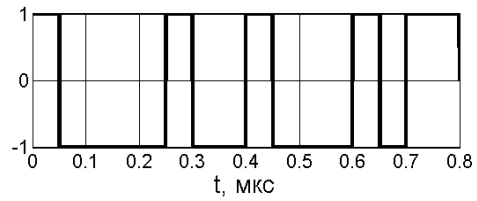

Рис. 4

На рис 5, 7, 6, і 8 зображено автокореляційні функції послідовностей $\{d_3^4\},\{d_{11}^4\},\{d_7^4\}$ і $\{d_8^4\}$ відповідно. Вочевидь, що при сумуванні відліків АКФ, зображених на рис. 5 і рис. 7, отримаємо функцію, показану на рис. 9. Такий же результат буде при сумуванні АКФ з рис. 6 і рис. 8.

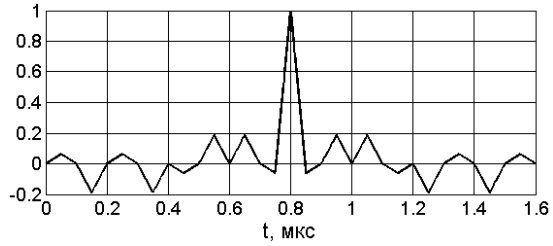

Рис. 5

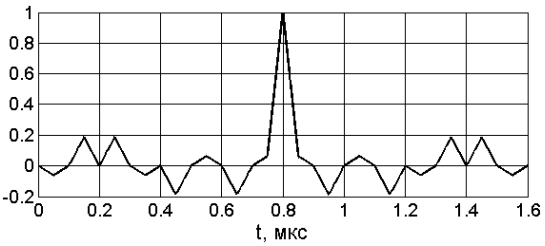

Рис. 6

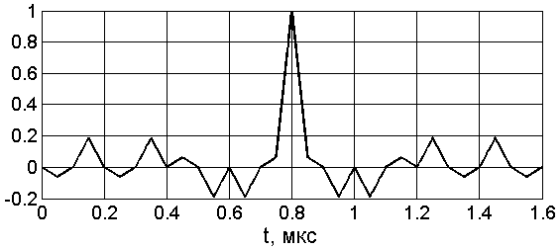

Рис. 7

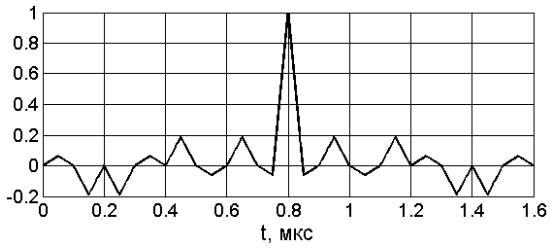

Рис. 8

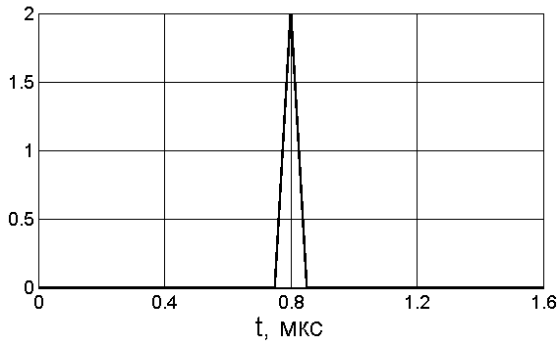

Рис. 9

Головний висновок полягає в тому, що D-коди Велті, як і коди Голея, належать до доповнюючих послідовностей, оскільки в результаті попарного додавання автокореляційних функцій основної та додаткової послідовності можна забезпечити відсутність бічних викидів сумарної автокореляційної функції, що демонструє рис. 9.

Висновки

Результати, наведені в роботі, свідчать, що D-коди, як і послідовності Голея, можуть бути використані в системах синхронізованого зв'язку, коли чітко відомий час та положення відліків кореляційних функцій, а також у радіолокації [4], для виявлення і розрізнення цілей з низьким значенням ефективної поверхні розсіювання на фоні цілі з великим значенням ефективної поверхні розсіювання.

Література

1. Бичков В.Є. Мрачковський О. Д. Правда В. І. Кореляційні властивості кодових послідовностей Голея. Вісник НТУУ "КПІ" Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. -2008.-№37

2. Golay M. Complementary series, IRE Tran. Inf. Theory, IT-7, 82-87 (1961)

3. Welti G.R. Quaternary Codes for Pulsed Radar. IRE Transaction, Information Theory, vol IT-6, 1960 № 3, p. 400-408

4. Бычков В. Е., Мрачковский О. Д., Правда В. И. Особенности применения кодов Голея в радиолокации. «Радиоэлектроника», 2008, № 4.

Мрачковський О.Д., Бичков В.Є., Турко С.І. ***Кореляційні властивості D-кодів Велті.*** *Розглянуто методи формування D-кодів Велті. Представлено кореляційні властивості цих послідовностей, що свідчать про належність їх до доповнюючих.*
Ключові слова: *код, кодові послідовності, формування коду, D-коди Велті.*

Мрачковский О.Д., Бычков В.Е., Турко С.И. ***Корреляционные свойства D-кодов Велти.*** *Рассмотрены методы формирования D-кодов Велти. Представлены корреляционные свойства этих последовательностей, свидетельствующие о приналежности их к дополнительным.*
Ключевые слова: *кодовые последовательности, формированне кода, D-коды Велти*

Mrachkovsky O.D. Bychkov V.E. Turko S.I. ***Research of ambiguity function of D-codes of Welti*** *The methods of formation of D-codes of Welti are considered. Aautocorrelation properties, testifying to belonging them to the complementary sequences, are showed.*
Key words: *code, codes sequences, formation of code, D-codes of Welti.*