

Метрологічна доцільність перетворювача може бути оцінена порівнянням поточних значень Δ_{10} з максимальною трансформованою похибкою квантування для даної функції, тобто із значенням

$$\Delta_{10mp\ max} = \lg(n) - \lg(n-1). \quad (23)$$

Результати такого порівняння, отримані в процесі імітаційного моделювання, наведені в табл. 2, де k_{10max} – максимальне значення модулів відношення Δ_{10} до $\Delta_{10mp\ max}$. Тут також наведені екстремальні значення $\Delta_{10} - \Delta_{10max}$ і Δ_{10min} .

У результаті проведених досліджень можна зробити висновок, що розроблені перетворювачі мають високі метрологічні характеристики. Вони також можуть використовуватись для реалізації логарифмічної функції із заданою або змінною основою логарифма. Остання обставина в обох схемах забезпечується за допомогою зміни значень керуючих кодів нагромаджуючого суматора, побудованого на комбінаційному суматорі КС2 і регістрі Pr2.

1. Горпенюк А.Я., Дудыкевич В.Б., Максимович В.Н. Проектирование число-импульсных функциональных преобразователей с расширенным динамическим диапазоном. //НАНУ. Інститут електродинаміки. Технічна електродинаміка. 1998. Спеціальний випуск. С.13-19.
2. Максимович В.М. Логарифмічні перетворювачі число-імпульсного коду на нагромаджуючому суматорі із змінною розрядністю. // Автоматика, вимірювання та керування. Вісник ДУ «Львівська політехніка». Львів: N366. 1999. С. 107-112.
3. Вітер О.С., Максимович В.М. Визначення поточних похибок керованих дільників частоти на базі нагромаджуючого суматора. // Автоматика, вимірювання та керування. Вісник ДУ «Львівська політехніка». Львів: N324, 1998. С. 86-91.
4. Оберман Р.М.М. Счет и счетчики: Пер. з англ. М., 1984.

УДК 621.391.3

ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ ДВІЙКОВОГО СИМЕТРИЧНОГО КАНАЛУ З ДВОМА ГРАДАЦІЯМИ ВІРНОСТІ ТА СИГНАЛОМ СТИРАННЯ

© К. Обельовська

Національний університет "Львівська політехніка"

Запропонована формула для визначення пропускної спроможності двійкового симетричного каналу без пам'яті з двома градаціями вірності та сигналом стирання.

The formula to define the throughput for binary symmetric memoryless channel having two levels of likelihood and erasure signal is proposed.

Фізичний рівень цифрових мереж інтегральних послуг (ISDN) забезпечує передавання по D -каналу даних двох типів:

- сигналів управління (сигналізації);
- пакетів даних і телеметрії.

Відповідно до [1] сигнали управління мають вищий пріоритет, ніж пакети даних і телеметрія, оскільки вони несуть в собі інформацію, що використовується для управління процесом передавання в мережі, до якого завжди ставляться високі вимоги щодо достовірності передавання. Пакети даних можуть нести інформацію різних класів, в тому числі і таку, що не вимагає високої достовірності передавання, наприклад, мовний сигнал, деякі види зображення. Врахувати різні вимоги достовірності, що ставляться до різних типів даних, можна при використанні прийому з двома градаціями вірності та сигналом стирання. Це дасть можливість використати різні алгоритми аналізу прийнятих сигналів для різних типів даних і адаптивно впливати на кількість перепитувань залежно від типу даних, що передаються. В даній роботі аналізуються моделі каналу для реалізації такого прийому та одержано формули для оцінки його пропускнув спроможності.

Позначимо через X множину вхідних, а через Y – множину вихідних символів двійкового симетричного каналу з двома градаціями вірності та сигналом стирання.

$$X = \{x_1, x_2\}, \quad (1)$$

$$Y = \{\bar{y}_1, \bar{y}_2, \bar{y}_2, \bar{y}_2, z\}, \quad (2)$$

де x_1, x_2 – вхідні символи каналу; \bar{y}_1, \bar{y}_2 – вихідні символи каналу, прийняті з вищою градацією вірності; \bar{y}_1, \bar{y}_2 – вихідні символи каналу, прийняті з нижчою градацією вірності, z – сигнал стирання.

Матриця перехідних ймовірностей π в цьому випадку має вигляд:

$$\pi = \begin{bmatrix} p(\bar{y}_1/x_1) & p(\bar{y}_2/x_1) & p(\bar{y}_1/x_1) & p(\bar{y}_2/x_1) & p(z/x_1) \\ p(\bar{y}_1/x_2) & p(\bar{y}_2/x_2) & p(\bar{y}_1/x_2) & p(\bar{y}_2/x_2) & p(z/x_2) \end{bmatrix}, \quad (3)$$

де $p(\bar{y}_1/x_1), p(\bar{y}_2/x_1)$ – ймовірності правильного прийому символів із присвоєнням їм відповідно вищої та нижчої градації вірності; $p(\bar{y}_1/x_2), p(\bar{y}_2/x_2)$ – ймовірності помилкового прийому символів з присвоєнням їм відповідно вищої та нижчої градації вірності, $p(z/x_1), p(z/x_2)$ – ймовірності прийому сигналів з присвоєнням їм символу стирання.

Припустимо, що ймовірності правильного прийому символів з присвоєнням їм вищої градації вірності однакові і дорівнюють P_{B1} ,

$$p(\bar{y}_1/x_1) = p(\bar{y}_2/x_2) = P_{B1}, \quad (4)$$

ймовірності правильного прийому символів з присвоєнням їм нижчої градації вірності однакові і дорівнюють P_{H1} ,

$$p(\bar{y}_1/x_2) = p(\bar{y}_2/x_1) = P_{H1}, \quad (5)$$

ймовірності помилкового прийому символів з присвоєнням їм вищої градації вірності однакові і дорівнюють P_{\max} ,

$$p(\bar{y}_1/x_2) = p(\bar{y}_2/x_1) = P_{\max}, \quad (6)$$

ймовірності помилкового прийому символів з присвоєнням їм нижчої градації вірності однакові і дорівнюють P_{\min} ,

$$p(\bar{y}_1/x_2) = p(\bar{y}_2/x_1) = P_{\min}, \quad (7)$$

ймовірності прийому сигналів з присвоєнням їм символу стирання однакові для x_1 і x_2 і дорівнюють P_c ,

$$p(z/x_1) = p(z/x_2) = P_c. \quad (8)$$

З врахуванням умов (4)-(8) матриця перехідних ймовірностей π_1 набуде вигляду:

$$\pi_1 = \begin{bmatrix} P_{e0} & m_{\max} & P_{nd} & P_{\min} & P_c \\ m_{\max} & m_{\max} & P_{nd} & P_{\min} & P_c \end{bmatrix}. \quad (9)$$

Пропускна спроможність симетричного каналу зв'язку, визначена в розрахунку на один символ, може бути подана у вигляді:

$$C = \max_{\{p(x)\}} H(Y) - H(Y/X). \quad (10)$$

де $\max_{\{p(x)\}} H(Y)$ – максимальне значення ентропії вихідних сигналів каналу, що обчислюється за всіма можливими розподілами ймовірностей на множині X вхідних сигналів каналу; $H(Y/X)$ – умовна ентропія.

Визначимо складові формули (10) для каналу, що розглядається.

Умовна ентропія

$$H(Y/X) = -P_{\text{вр}} P_{\text{вр}} - P_{\text{max}} P_{\text{max}} - P_{\text{uc}} P_{\text{uc}} - P_{\text{min}} P_{\text{min}} - P_c P_c. \quad (11)$$

Ентропія приймача

$$H(Y) = -\sum_{j=1}^2 [p(\bar{y}_j) \log_a p(\bar{y}_j) + p(\bar{y}_j) \log_a p(\bar{y}_j)] + p(z) \log_a p(z), \quad (12)$$

де $p(\bar{y}_j)$, $p(\bar{y}_j)$ – ймовірності появи вихідних сигналів каналу відповідно \bar{y}_1 і \bar{y}_2 ; $p(z)$ – ймовірність появи сигналу стирання.

$$p(\bar{y}_j) = \sum_{i=1}^2 p(x_i) p(\bar{y}_j/x_i), \quad (13)$$

$$p(\bar{y}_j) = \sum_{i=1}^2 p(x_i) p(\bar{y}_j/x_i), \quad (14)$$

$$p(z) = p(x_1)P_c + p(x_2)P_c = P_c. \quad (15)$$

Оскільки в симетричному каналі без пам'яті пропускна спроможність каналу досягається при рівномірному розподілі ймовірностей його вхідних сигналів, то в даному випадку $p(x) = 1/2$. З врахуванням цього, а також (4)–(7), формули (13) і (14) можна подати у вигляді:

$$p(\bar{y}_j) = (P_{e0} + P_{\max})/2, \quad (16)$$

$$p(\bar{y}_j) = (P_{n0} + P_{\min})/2. \quad (17)$$

Враховуючи (15)–(17), ентропію $H(Y)$ можна подати у вигляді

$$H(Y) = -(P_{e0} + P_{\max}) \log_a \frac{(P_{e0} + P_{\max})}{2} - (P_{n0} + P_{\min}) \log_a \frac{(P_{n0} + P_{\min})}{2} - P_c \log_a P_c. \quad (18)$$

Підставивши (18) та (11) в (10), отримуємо

$$C = -(P_{e0} + P_{\max}) \log_a \frac{(P_{e0} + P_{\max})}{2} - (P_{n0} + P_{\min}) \log_a \frac{(P_{n0} + P_{\min})}{2} + P_{e0} \log_a P_{e0} + P_{\max} \log_a P_{\max} + P_{n0} \log_a P_{n0} + P_{\min} \log_a P_{\min}. \quad (19)$$

Отримана формула дозволяє визначити пропускну спроможність двійкового симетричного каналу з двома градаціями вірності та з сигналом стирання. В ній ймовірність сигналу стирання врахована в неявному вигляді, оскільки забезпечено виконання умови:

$$P_{\text{вр}} + P_{\max} + P_{\text{нр}} + P_{\min} + P_c = 1. \quad (20)$$

Формула (19) може бути використана для знаходження пропускної спроможності двійкового симетричного каналу з двома градаціями вірності без сигналу стирання. В цьому випадку її можна розглядати як частковий випадок прийому з сигналом стирання, при якому ймовірність появи сигналу стирання дорівнює нулю ($P_c = 0$). При цьому умова (20) буде мати вигляд:

$$P_{\text{вр}} + P_{\max} + P_{\text{нр}} + P_{\min} = 1. \quad (21)$$

З метою спрощення формули для визначення пропускної спроможності (19) введемо позначення [2]

$$n = P_{\text{вр}} / P_{\max}, \quad (22)$$

$$k = P_{\text{нр}} / P_{\min} \quad (23)$$

та подамо її через коефіцієнти n і k та ймовірності P_{\max} і P_{\min} . Тоді

$$C = -P_{\max} (n+1) \log_a \frac{(n+1)P_{\max}}{2} - P_{\min} (k+1) \log_a \frac{(k+1)P_{\min}}{2} + nP_{\max} \log_a (nP_{\max}) + P_{\max} \log_a P_{\max} + kP_{\min} \log_a (kP_{\min}) + P_{\min} \log_a P_{\min}. \quad (24)$$

Після певних перетворень формула (24) набуде вигляду:

$$C = P_{\max} \log_a \left(\frac{n^n}{(n+1)^{n+1}} \right) + P_{\min} \log_a \left(\frac{k^k}{(k+1)^{k+1}} \right). \quad (25)$$

Одержана формула дозволяє оцінити пропускну спроможність двійкового симетричного каналу без пам'яті з двома градаціями вірності як з використанням прийому з сигналом стирання, так і без нього. При прийомі з сигналом стирання ймовірність появи символу стирання враховується неявно через значення ймовірностей правильного та помилкового прийому символу.

1. W. Stallings. Networking Standards : a guide to OSI, ISDN, LAN and MAN Standards, 1994.
2. Лангр М., Обелевская К.М. Пропускная способность двоичного симметричного канала с двумя градациями верности / Львов. политехн. ин-т. Львов, 1990. Рукопись деп. в УкрНИИТИ N 605-Укр90.

УДК 539.1.08

ПРИСТРОЇ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ "МЕРТВОГО" ЧАСУ ДЕТЕКТОРІВ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

© О. Лопчак, В. Максимович, Ю. Сторонський

Національний університет "Львівська політехніка"; НВКП "Спаринг-Віст"

Розглянуто принцип роботи пристроїв для компенсації "мертвого" часу детекторів іонізуючого випромінювання. Пристрої належать до класу число-імпульсних функціональних перетворювачів і побудовані на базі нагромаджуючого суматора з додатним зворотним зв'язком. У результаті математичного моделювання визначені методичні похибки пристроїв.

The work principle of device for compensation the dead time of ionizing radiation detectors is considered. Devices are belong to number-pulse functional converters and are based on counter-type adder with positive feedback. The methodical errors of devices are determined in the result of mathematical modeling.

Проблема компенсації "мертвого" часу детекторів іонізуючого випромінювання, як правило, виникає при побудові дозиметричних пристроїв з широким динамічним діапазоном. Більшість сучасних детекторів характеризуються "мертвим" часом непродовжуючого типу, середня частота вихідних імпульсів яких визначається за [1]: