

ПЕРЕДАВАЧ ЧОТИРИКАНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТЕЛЕВИМІРЮВАННЯ ЕНЕРГООБ'ЄКТІВ

Розглядається побудова передавача чотириканальної кодо-імпульсної системи телевимірювання параметрів енергооб'єктів. Приводиться функціональна схема розробленого передавача та часові діаграми його роботи. Дані рекомендації по побудові передавачів кодо-імпульсних систем телевимірювання і приведена оцінка їх точності.

In this work the construction of four-channel transmitter of code-impulse system of telemetering parameters of energy objects is considered. The functional scheme of designed transmitter and time diagrams of its work are introduced. Given recommendations for designing transmitters of code-impulse telemetering systems and considered their accuracy valuation.

1. ВСТУП

Зміцнення і подальший розвиток економіки в нашій державі можливий лише з застосуванням сучасних технологій в усіх галузях господарювання на базі нових досягнень електроніки та мікропроцесорної техніки [1]. Особливо це стосується таких галузей, як: космічна техніка, атомна енергетика, хімічне виробництво, освоєння океанів, транспорт та інше, де присутність людини або неможлива або обмежена. Тому в таких випадках застосовуються системи телемеханіки або системи дистанційного контролю, які здійснюють вимірювання, технічний контроль і діагностування обладнання на віддалі. Саме з цим і пов'язано за останні роки різке збільшення кількості засобів та систем телемеханіки, чільне місце серед яких займають цифрові кодо-імпульсні системи телевимірювання (ЦКІСТВ), останні відрізняються від аналогових систем телемеханіки тим, що в них, на передавальній стороні виконується дві принципово нові операції – операція квантування і цифрове кодування. Внаслідок виконання першої операції значення неперервної величини замінюється її дискретним значенням, що дорівнює сумі цілого числа квантів, а внаслідок виконання другої – присвоювання певної визначеної кодової комбінації в тій чи іншій системі числення – частіше в двійковій або двійково-десятковій. Завдяки цим операціям і використанню сучасної елементної бази працюючі ЦКІСТВ дозволяють найбільш повно задовільнити всі вимоги, що

¹ Національний університет “Львівська політехніка”

ставляться до систем дальньої дії по збору та обробленню інформації. До переваг таких систем можна віднести наступне:

- висока точність телевимірювань, зручність та об'єктивність цифрового відліку;
- висока швидкодія;
- висока завадостійкість та можливість багатократ-ної ретрансляції результатів без накопичення похибок;
- зручність побудови багатоканальних систем;
- можливість використання коректуючих кодів для підвищення достовірності передаваної інформації та інші.

Ця стаття присвячена побудові передавача багатоканальної телевимірювальної системи енерго-об'єктів.

2. ПОБУДОВА ПЕРЕДАВАЧА ЧОТИРИКАНАЛЬНОЇ КОДО-ІМПУЛЬСНОЇ СИСТЕМИ ТЕЛЕВИМІРЮВАННЯ ЕНЕРГООБ'ЄКТІВ

Проаналізувавши існуючі передавачі кодо-імпульсних систем телевимірювання [2 ÷ 6] і врахувавши вихідні параметри первинних і вторинних давачів, а також - задачі, які повинен здійснювати розроблений передавач (комутацію виходів частотних давачів, кодування в двійковій системі числення вихідної частоти давачів, перетворення паралельного коду вимірюваної величини в послідовний, формування контрольних символів за алгоритмом Хеммінга, формування синхроімпульсів циклу і підциклу, передавання сформованих по амплітуді і тривалості імпульсів кодової посилки в лінію або канал зв'язку), зупиняємося на функціональній схемі передавача, схема якого приведена на рис. 1, а часові діаграми його роботи - на рис.2.

Вихідні сигнали первинних давачів (напруга, струм, потужність, зсув фаз та інші) за допомогою вторинних перетворювачів перетворюються у вихідний частотний сигнал, пропорційний значенням фізичної вимірюваної величини.

Розглянемо принцип роботи передавача за функціональною схемою і часовими діаграмами (див. рис. 1 та рис. 2).

Вимірювана величина $X_1 \div X_4$ надходить на вхід давачів $D_1 \div D_4$, виходи яких зв'язані з вхідним комутатором через формувачі, які необхідні для узгодження рівней напруг – виходу давача і входу мікросхеми. Комутатор по чергово підключає входи аналого-цифрового перетворювача (АЦП) одну з частот давачів. В АЦП, в наслідок кодування частоти давача, записується число в паралельному двійковому коді, пропорційне значенню вимірюваної величини.

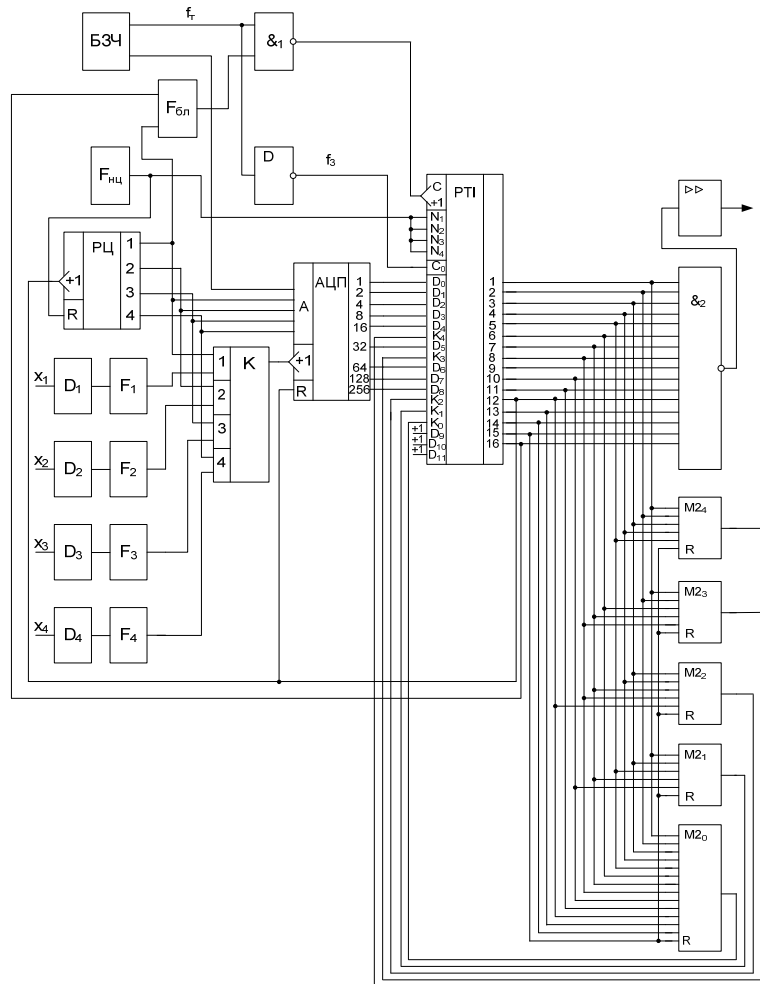


Рис. 1. Функціональна схема передавача чотирьохканальної системи телевізійного енергооб'єктів

Виходи дев'ятирозрядного лічильника АЦП опитуються імпульсами розподільвача тактових імпульсів (РТИ), внаслідок чого здійснюється перетворення паралельного кода АЦП в послідовний двійковий код (інформаційний код). Одночасно з перетворенням здійснюється перевірка групи інформаційних символів на парність по Хеммінгу. За результатом перевірки формується контрольний символ, який надси-

лається в лінію зв'язку після передачі перевіряємої групи інформаційних символів.

Перевірка на парність здійснюється за допомогою схем сумування по модулю два (М2). Розподільовач тактових імпульсів має 16 виходів, перші 14 з яких є інформаційними, а два наступних використовуються для формування синхропосилок. Імпульс на інформаційному виході РТІ буде в тому випадку, якщо на відповідному дозволеному вході буде значення напруги логічної одиниці. Якщо на вході (або виході) АЦП буде напруга логічного «0», то і на виході РТІ імпульсу не буде.

Таким чином відбувається опитування лічильника АЦП, до того ж, на першому такті опитується молодший розряд АЦП, на другому – другий, і так до шостого розряду. Сформовані на виході РТІ імпульси, в залежності від інформації в 1-5 розрядах АЦП, надходять на схему перевірки на парність.

Результат перевірки опитується на шостому такті: при парній кількості інформаційних символів в 1-5 розрядах буде «0» на виході суматора по модулю два (М2), відповідно буде «0» на дозволеному виході РТІ і відсутність контрольного символу на виході РТІ.

При непарній кількості інформаційних розрядів «1» на виході М2, на виході РТІ сформується контрольний символ.

Роботою РТІ і АЦП керує блок задаючих частот (БЗЧ), задачею якого є формування необхідної імпульсної послідовності. Для забезпечення стабільності частоти в генераторі БЗЧ використовується кварцовий резонатор.

Як видно з функціональної схеми передавача (див.рис.1), опитування останнього (старшого) розряду АЦП здійснюється на одинадцятomu такті. Тому на 12 такті лічильник обнулюється, переходить у вихідний стан. В цей час розподільовач циклів (РЦ), імпульси якого керують роботою вхідного комутатора (К), переводиться в наступне положення, і на вхід АЦП надходить частота наступного давача, кодування якої продовжується до першого такту РТІ, тобто до початку опитування першого розряду АЦП. З дванадцятого по шістнадцятий такти продовжується формування контрольних символів і синхропосилок. На дванадцятomu такті всі вузли АЦП підготовлюються до наступного кодування, в тому числі імпульсом «у₀» переводяться у вихідний (нульовий) стан тригери лічильника СТ₂ та тригер Т₁ схеми формування інтервалу Т_к (див. рис. 2).

В дешифраторі РЦ на другому циклі формується імпульс на виході 1, на третьому – на виході 3 і на четвертому циклі – на виході 5.

Розподільовач тактових імпульсів, до складу якого входять: чотирирозрядний лічильник імпульсів СТ₂ з дешифраторами ДС₁ та ДС₂,

схемами співпадіння $\&_1$ - $\&_{17}$ і допоміжними елементами - схеми $\&_{18}$, $\&_{19}$, тригер T_1 та інвертор D.

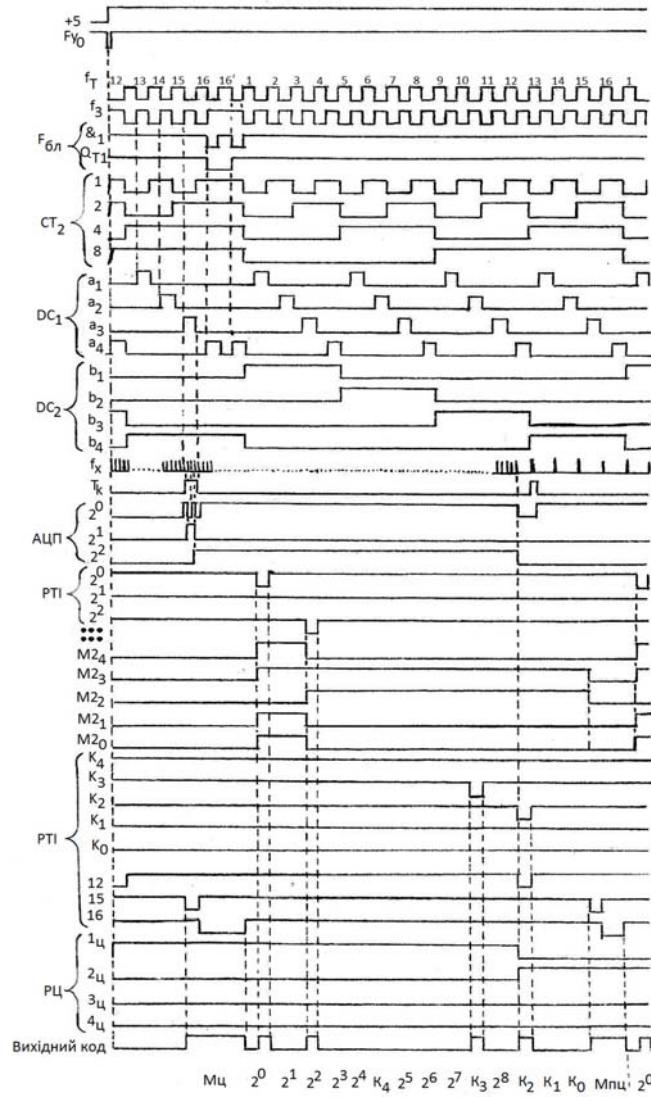


Рис. 2. Часові діаграми роботи передавача чотириканальної системи телевізювання енергооб'єктів

Часові діаграми роботи РТІ показані на рис.2. Тактова частота з блоку БЗЧ через схему $\&_1$ надходить на вхід лічильника СТ₂. Початковий стан лічильника відповідає 12-тому такту роботи РТІ. На шістнадцятому такті першого циклу лічильник знаходиться два періоди тактової частоти f_t , завдяки схемі блокування $\&_{18}$, тригеру Т₁, на які подається частота f_3 . Таким чином формується продовжений синхроімпульс циклу $M_{\text{ц}} = 50$ мс.

З метою зменшення спотворень сигналів на виходах дешифраторів обох ступеней лічильник зібрано за схемою з загальним переносом. Для формування імпульсів на виході розподільвача тактових імпульсів по довжині, ДС₁ має вхід С₀, на який подаються затримані інвертовані імпульси f_t . На виходах логічних схем $\&_1$ - $\&_{14}$ будуть імпульси з тривалістю $\tau = 10$ мс, якщо на відповідних дозволених входах D₁-D₁₄ будуть логічні «1». Стробування ДС₁ виконує ще дві задачі:

- ліквіднуються хибні сигнали на виходах ДС₁ - ДС₂ та на логічних елементах $\&_1$ - $\&_{17}$;
- здійснюється керування схем блокування $\&_{18}$, тригера Т₁ і забороняється робота лічильника СТ₂ на один такт на першому циклі.

На всіх інших циклах схема блокування не працює, а на 15-ому такті формується синхроімпульс підциклу з тривалістю $M_{\text{ц}} = 30$ мс.

На рис.2 показана сформована кодова послідовність першого давача з розміщеними контрольними символами та імпульсом синхронізації циклу.

Відносна похибка передавача (без врахування похибки давача) може бути визначена за формулою:

$$\delta = \delta_1 + \delta_k = \delta_1 + \frac{1}{f_x \cdot T_k} = \delta_1 + \frac{T_x}{N \cdot T_x} = \delta_1 + \frac{1}{N},$$

де δ_1 - похибка, що обумовлена нестабільністю частоти кварцового генератора БЗЧ;

δ_k - похибка квантування;

f_x - частота вторинного перетворювача давача;

T_x - період вимірюваної частоти f_x ;

T_k - час вимірювання;

$N = 2^n - 1$ - число імпульсів, що надходить на вхід лічильника за час T_k , в нашому випадку лічильник АЦП має дев'ять розрядів ($n=9$), то $N=511$.

Оцінимо величину відносної похибки передавача.

Похибка δ_1 лежить в межах $10^{-5} \div 10^{-7}$, тому нею можна знехтувати, оскільки вона набагато менша похибки квантування δ_k . Похибка квантування величина випадкова і залежить від вибору закону розподілу. Для рівномірного симетричного закону розподілу (найгірший варіант) абсолютне значення похибки квантування $\Delta_k = \pm T_x$.

Кінцеве значення відносної похибки складає:

$$\delta = \pm \frac{T_x}{T_k} = \pm \frac{T_x}{N \cdot T_x} = \frac{1}{2^n - 1} = \pm \frac{1}{511} = \pm 0.002.$$

Значення цієї похибки можна зменшити в два рази, якщо надходження першого імпульсу на вхід лічильника зсунути на $T_x/2$ від моменту відкриття воріт T_k .

3. ВИСНОВКИ

Розроблений передавач чотириканальної кодо-імпульсної системи телевимірювання був виконаний на мікросхемах 133 серії в корпусі цифрового вольтметра В7-20. Монтаж елементів передавача виконано на чотирьох багатошарових друкованих платах.

Лабораторні дослідження макету передавача показали його надійну і стабільну роботу.

(Приймальний напівкомплект цієї системи буде розглянуто в наступній статті).

1. Пескова С.А., Кузин А.В., Волков А.Н. *Сети и телекоммуникации: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений.* – 3-е изд., стер. – М.: Издат. центр «Академия», 2008. – 352с.
2. Гагарина Л.Г. *Автоматизированные информационные системы: учеб. пособие.* – М.: МИЭТ, 2003. – 103 с.
3. Гагарина Л.Г., Кисилев Д.В., Федотова Е.Л. *Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: учеб. пособие / Под ред. проф. Л.Г. Гагариной.* – М.: ИД “Форум”, ИНФРА – М, 2009. – 384 с.
4. Ильин В.А. *Телеуправление и телеизмерение: учеб. пособие для вузов.* – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1982. – 560 с.
5. Тутевич В.Н. *Телемеханика. Учеб. пособие для вузов.* – М.: Энергия, 1973. – 384 с.
6. Мокренко П.В., Швец М.С. *О помехоустойчивом приеме информации / Контрольно-измерительная техника, вып. 26. Изд. объединение «Вища школа», изд-во при Львовском гос. ун-те.* – Львов, 1979. – С. 24-31.