

М. М. БОВКУН

## РЕЦИРКУЛЯТОР З ВІДНОВЛЕННЯМ ЦИРКУЛЮЮЧИХ ІМПУЛЬСІВ ЗА РІВНЕМ І ТРИВАЛІСТЮ

У сучасній радіоелектроніці, обчислювальній техніці та інших галузях широко застосовуються прилади стиснення електричних сигналів у часі — рециркулятори [1—4].

Робота рециркулятора [1, 2] зрозуміла з блок-схеми рис. 1.

Комутатор на час  $T(1 - 1/N)$  замикає коло зворотного зв'язку (верхнє положення), а на час  $T/N$  (нижнє положення) розмикає коло зворотного зв'язку і підключає ЛЗ на вхід. При стискуванні в  $N$  раз кожна вибірка сигналу циркулює по кільцю  $N - 1$  раз, при цьому:

1) внаслідок обмеженої смуги пропускання і дисперсії ЛЗ (всього кільця) імпульси окремих вибірок розширюються і при досить великих  $N$  зливаються, порушуючи роботу рециркулятора;

2) рівень імпульсів, що циркулюють по замкненому кільцю, змінюється в  $K^{N-1}$  раз ( $K$  — коефіцієнт передачі по замкненому кільцю).

Якщо  $K = 1$ , рівень імпульсів не змінюється.

Зміна рівня імпульсу в кінці циркуляції не повинна бути більше  $\delta = U_{\min}/U_{\max}$ , де  $U_{\min}/U_{\max}$  — відношення мінімального і максимального сигналів — обернена величина заданого динамічного діапазону. Наприклад, для  $N = 1000$  та  $\delta = 0,05$  різниця між амплітудою імпульсу перед циркуляцією  $U_1$  і після  $N - 1$  циркуляції  $U_{N-1}$  повинна задовольняти нерівність

$$U_1 - U_{N-1} = 1 - K^{N-1} < 0,05,$$

при цьому  $1 < K < 0,9999977$ .

Установити і підтримувати необхідний коефіцієнт  $K$  із заданою точністю неможливо внаслідок нестабільності коефіцієнта передачі. Навіть при найретельнішому настроюванні кращих з цих пристроїв з амплітудною модуляцією  $N$  обмежується  $50 \div 100$  циркуляціями.

Пропонований рециркулятор з відновленням циркулюючих імпульсів за рівнем і тривалістю усуває вказані недоліки, дозво-

ляючи на порядок збільшити коефіцієнт стиснення, доводячи його до  $N = 1000$  при динамічному діапазоні 20 дБ. Мета цього методу полягає в тому, що імпульси-вибірки після кожної циркуляції пропускаються через дискретизатор-відновлювач рівня (ДВР), амплітудна характеристика якого  $U_{\text{вих}} = f(U_{\text{вх}})$  наведена на рис. 2.

Крім того, імпульси відновлюються за тривалістю після кожної циркуляції схемою типу «И».

З амплітудної характеристики зрозуміло, що імпульси, які мають амплітуду на вході ДВР  $U_{\text{вх}}$  між рівнями  $a_i < U_{\text{вх}} < a_{i+1}$ , перетворюються в імпульси з рівнем  $b_i$  на виході ДВР, а якщо  $a_{i+1} < U_{\text{вх}} < a_{i+2}$ , на виході ДВР утворюються імпульси з рівнем  $b_{i+1}$ . Різниця  $b_{i+1} - b_i = h_i$  становить рівень кванта  $h_i$ . В результаті на виході ДВР утворюються імпульси дискретних рівнів. При цьому, якщо в ЛЗ був введений імпульс з рівнем  $b_i$  і під час

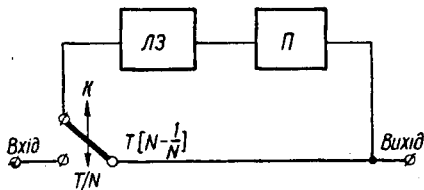


Рис. 1. Блок-схема рециркулятора: ЛЗ — лінія затримки; П — підсилювач; К — комутатор.

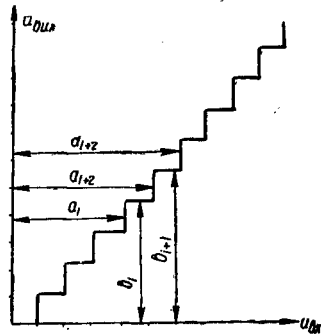


Рис. 2. Амплітудна характеристика ДВР.

циркуляції його рівень змінився внаслідок  $K \neq 1$ , але залишився в межах кванта  $a_i < U_{\text{вх}} < a_{i+1}$ , то на виході ДВР його рівень знову буде  $b_i$ . Слід підкреслити, що при цьому установка і підтримка необхідного  $K$  виконується значно простіше.

При 10 дискретних рівнях (динамічний діапазон 20 дБ) припустиме відхилення  $\Delta K$  з врахуванням усіх елементів кільця перебуває в межах до  $\pm 5\%$ , а при 30 рівнях — до  $\pm 1\%$ . Це значно полегшує технічне побудування рециркулятора і забезпечує будь-яке число циркуляцій імпульсу по замкненому кільцю.

Блок-схема пропонуваного рециркулятора наведена на рис. 3.

Відрізняючими вузлами порівняно з відомими рециркуляторами є дискретизатор-відновлювач за рівнем (ДВР), відновлювач за тривалістю (ВТ) і хронуючий пристрій, який має генератор ( $\Gamma$ ) і подільник ( $D$ ).

Вхідний сигнал, проходячи схему вибірки («И») з періодом  $T_{\text{в}}$ , попадає на комутатор  $K$ , який розриває замкнене кільце на час  $T_{\text{в}}/N$  взяття вибірки і замикає кільце на час  $T_{\text{в}}(1 - 1/N)$  для циркуляції імпульсів. Після комутатора вибірка і циркулюючі

імпульси проходять на ДВР, який відновлює їх за рівнем (у межах кванта).

Модулятор  $M$  і генератор несучої частоти  $ГН$  перетворюють відеоімпульси в радіоімпульси, оскільки ультразвукова лінія затримки  $УЗЛЗ$  пропускає із затримкою тільки радіоімпульси. Підсилювач  $П$  компенсує затухання  $УЗЛЗ$ , а детектор  $Дет$  перетворює радіоімпульси у відеоімпульси.

За допомогою відновлювача за тривалістю  $ВТ$  циркулюючі імпульси відновлюються схемою типу «И» після кожної циркуляції. Узгодження роботи в часі схеми вибірок, комутатора і відновлю-

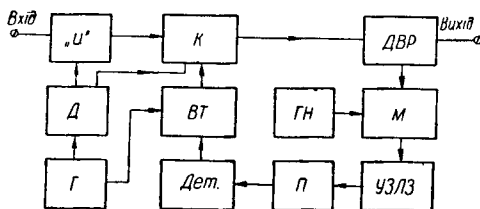


Рис. 3. Блок-схема пропонованого рециркулятора.

вача за тривалістю виконує хронуючий пристрій, який має генератор синусоїдних коливань  $Г$  з частотою  $f_i = N/T_b$ , яка дорівнює частоті повторення імпульсів у стисненні копії, і подільник частоти  $Д$  в  $N$  раз.

Сигнал частоти  $f_c$  використовується для відновлення циркулюючих імпульсів за тривалістю, а поділений сигнал частоти  $F_b$  — для взяття вибірки і переключення комутатора.

Експериментальна перевірка пропонованої блок-схеми підтвердила сказане раніше. На основі цієї блок-схеми на кафедрі радіоприймальних пристроїв Київського політехнічного інституту була розроблена принципова схема, зібраний і випробуваний макет.

Стисненню підлягали вибірки сигналу з періодом  $T_b = 1250$  мксек тривалість імпульсу вибірки  $\tau_b = 0,4$  мксек, кількість дискретних рівнів — 10, стійкий коефіцієнт стиснення — 1000. В цілому схема більш стійка в роботі в порівнянні з раніше відомими пристроями цього типу.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Стейнберг Э. Панорамный анализатор спектра в реальном времени.— Зарубежная радиоэлектроника, 1960, № 1.
2. Новые методы спектрального анализа сигналов.— Зарубежная радиоэлектроника, 1961, № 8.
3. Астерфилд А. Цифровые корреляторы со сжатием во времени и согласованные фильтры для активной гидролокации.— Зарубежная радиоэлектроника, 1964, № 12.

4. Т р и к о з Ю. С. Об одном устройстве временного сжатия электрических сигналов.— Известия вузов СССР — Радиотехника, 1963, № 5.  
5. Г и т и с Э. И. Преобразование информации. 1961.

*Н. М. БОВКУН*

РЕЦИРКУЛЯТОР С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ ЦИРКУЛИРУЮЩИХ  
ИМПУЛЬСОВ ПО УРОВНЮ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ

К р а т к о е с о д е р ж а н и е

Предлагается метод повышения коэффициента сжатия сигналов во времени. Описывается рециркулятор с восстановлением импульсов по уровню и длительности. Приводятся результаты эксперимента.

*N. M. BOVKUN*

A RECIRCULATOR WITH LENGTH AND LEVEL  
REGENERATION OF IMPULSES

S u m m a r y

A method for the increase of the compression coefficient of signals with time is suggested. The recirculator with length and level regeneration of impulses is described. The experimental results are given.