

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СЕЙСМОСЕЛЕКТОРА

© Струк Є., Туз А., 2010

Розглянуто принцип роботи і блок-схему селектора сейсмічних подій для автоматичних пристроїв сейсмологічних станцій. Обґрунтовано вибір середовища для моделювання. Наведені результати імітаційного візуального моделювання.

Ключові слова: імітація, аналогова реєстрація, сейсмологія, сейсмометричний канал, блок-схема, компаратор, детектор, інтегратор.

The article deals with the work principles and the block scheme of the seismic actions selector for automated devices of seismological stations. The sphere modeling selection has been substantiated. The results of visual imitation modeling has been presented.

Keywords: simulation, analog registration, seismology, seismometrychnyy channel block scheme comparator detector, integrator.

Вступ

У сейсмометричній апаратурі для запуску реєстраторів використовують сеймоселектор (селектор сейсмічних сигналів, попередній аналізатор сейсмічних сигналів), завданням якого є: виділити із вхідного потоку сигналів ті, які відповідають сейсмічним явищам. Під час аналогової реєстрації за результатами селекції запускають канали пониженої чутливості (КПЧ). Для цифрової реєстрації, де за допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП) на виході сейсмометричних каналів отримують сигнали дискретні як за рівнем, так і за часом, за результатами селекції може здійснюватися дещо більше коло завдань, а саме: перехід від реєстрації з буферної пам'яті в основну пам'ять цифрового реєстратора, зміну чутливості, зміну детальності за часом. Можливість зміни детальності за часом полягає в тому, що коли хвиль від землетрусу немає, то АЦП тактується з частотою, наприклад, 20 вим/с за наявності – 100 вим/с. Ефективність застосування сеймоселектора у цифровій сейсмометричній апаратурі ґрунтується на тому, що сумарна тривалість реєстрованих землетрусів навіть в сейсмоактивних районах не перевищує 3–5% всього часу. Тобто в 95–97% часу на виході сейсмодавачів присутні шуми, флуктуації, мікросейсмічний фон.

Більшість використовуваних сеймоселекторів для організації очікувального режиму роботи систем реєстрації сейсмологічної інформації, котрі реалізовані програмно на ЕОМ, працюють у реальному масштабі часу і ґрунтуються на описаному алгоритмі [1]. Сеймоселектор може бути реалізований апаратно в роботі [2] описаний варіант сеймоселектора для автоматизованої цифрової сейсмічної станції (АЦСС). У ньому реалізовано такі критерії для визначення сейсмоподії:

- ✓ перевищення миттєвим значенням сигналу певного рівня;
- ✓ відповідність частоти коливань;
- ✓ перевищення енергією сигналу певного рівня.

Мета роботи

Метою роботи є побудова на основі блок-схеми сеймоселектора АЦСС імітаційної моделі.

Опис функціонування сеймоселектора АЦСС

Блок-схему селектора зображено на рис. 1.

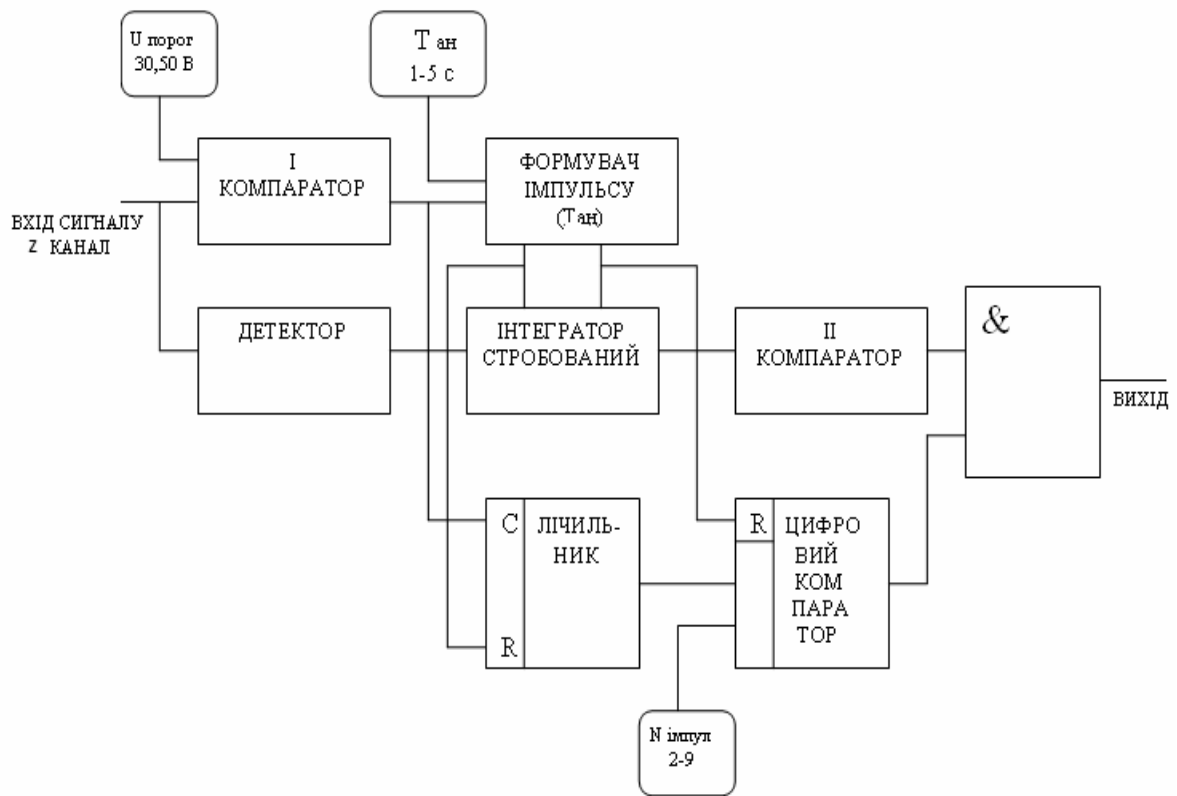


Рис. 1. Блок-схема сеймоселектора

Перевищення миттєвим значенням певного рівня здійснює 1-й компаратор і відрізняє сигнали від шумів. Виходячи з того, що давач-велосиметр є коливною системою, і математичне сподівання сигналу на його виході дорівнює нулю, то амплітуди шумів можна вважати дисперсією множини сигналів шуму – $\sigma_{ш}$. При виборі опорного рівня – $3\sigma_{ш}$ звужується область множини сигналів, а множина досліджуваних корисних сигналів займає в ній більшу частину. Вибір одного з двох рівнів компарації ($U_{пор} = 30 \text{ mV}, 50 \text{ mV}$), що відповідає двом можливим рівням сигналу, здійснюється перемикачем.

Для формування часового вікна тривалістю $T_{ан}$ використовується формувач імпульсу, котрий формується за схемою розширювача імпульсу. В цьому часовому вікні тривалістю 1–5 с. відбувається аналіз сигналу на відповідність частоти сигналу заданому діапазону та перевищення енергією сигналу повного рівня. Запуск формувача імпульсу здійснюється з виходу 1-го компаратора.

Часове вікно $T_{ан}$ використовується в стробованому інтеграторі та лічильнику імпульсів. Лінійка вузлів: детектор, стробований інтегратор, 2-й компаратор, оцінює енергію сигналу. Детектор призначений для визначення модуля миттєвих значень сигналу, тобто за допомогою двопівперіодного детектування змінний за знаком відносно нульової лінії сигнал переводиться в додатну область. Інтегратор побудовано так, що за відсутності імпульсу стробу від формувача входна і вихідна напруга на ньому дорівнює нулю (закорочена інтегруюча ємність). Інтеграл від часової послідовності детектованого сигналу вважається величиною пропорційною його енергії. На вихід інтегратора під'єднано 2-й компаратор, який реагує на перевищення сигналом заданого рівня [5].

У тому самому часовому вікні здійснюється селекція сигналів за частотною ознакою шляхом підрахунку кількості імпульсів. Керування лічильником здійснюється за R-входом. С-вхід є лічильним. Відповідність нарахованих імпульсів у часовому вікні заданому діапазону ($N_{пер} = 2-9$) визначається цифровим компаратором [4]. Встановлення в «нуль» цифрового компаратора здійснюється за R-входом на декілька мікросекунд раніше від занулення за R-входом лічильника. Імпульс з виходу цифрового компаратора надходить на один із входів кон'юнктора (логічного елементу «І»). На другий вхід кон'юнктора подається імпульс з виходу 2-го компаратора («енергії»). Наявність двох ознак одночасно приводить до появи на виході кон'юнктора імпульсу «лог. 1», що свідчить про появу сейсмічної події.

Імітаційне моделювання селектора сейсмічних подій

Для моделювання вибрано середовище Simulink 7.1. Пакет розширення системи MATLAB7.6 – Simulink 7.1 має потужні інструментальні можливості з розвинутими бібліотеками блоків і добре підходить для розв’язання задач візуального імітаційного моделювання.

Імітаційну модель сейсмоселектора зображено на рис. 2.

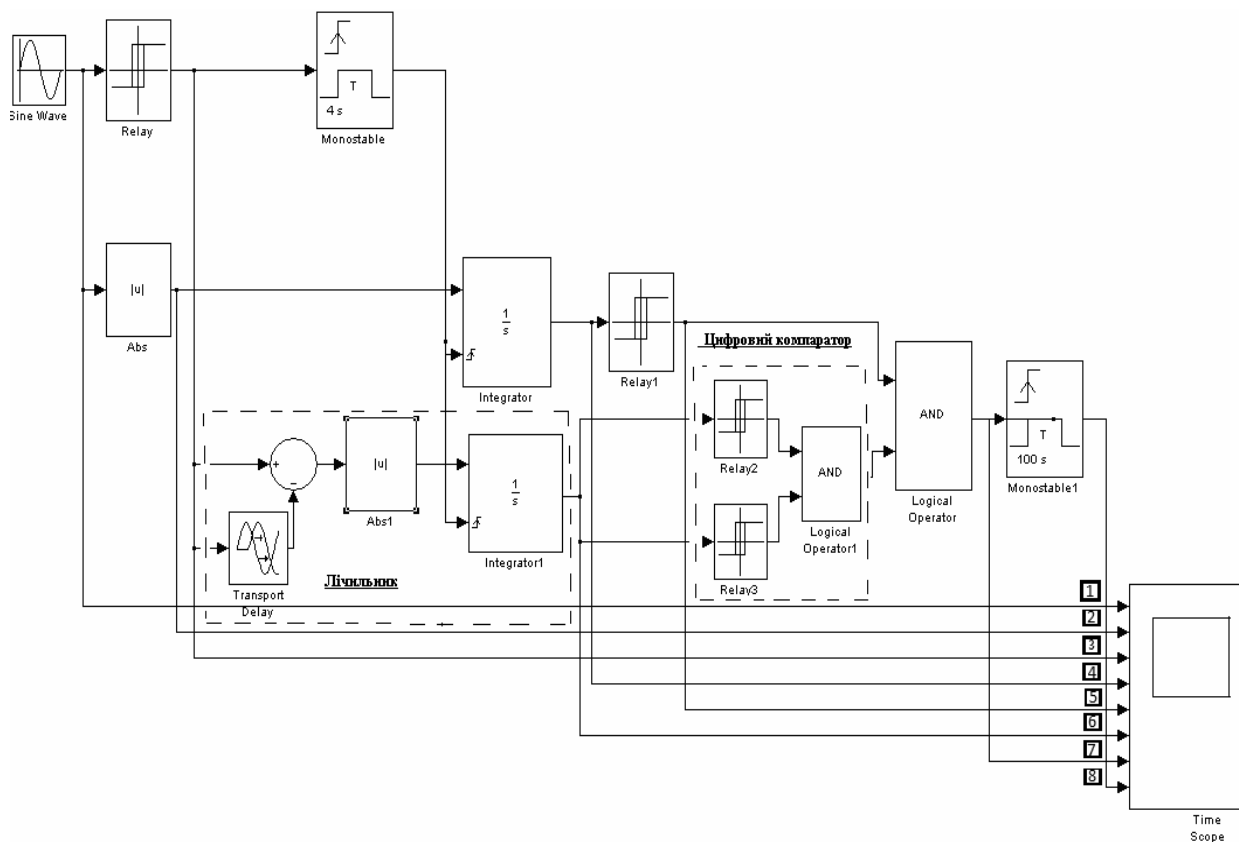


Рис. 2. Імітаційна модель сейсмоселектора

Для формування імітаційної моделі використовували блоки з таких бібліотек:

- джерел і формувачів сигналів;
- нелінійних блоків;
- лінійних блоків;
- логічних і бітових блоків.

Джерело сейсмічного сигналу імітувалось джерелом синусоїдального сигналу. Блок Relay імітує 1-й компаратор, який запускає блок Monostable (часове вікно) на час $T_{ан}$, в нашому випадку – 4 с.

Лінійку блоків, котрі реалізують «енергетичний» пристрій, імітують послідовно з’єднанні блоки Abs, Integrator, Relay1. Вихід Relay1 під’єднаний до Logical Operator «AND».

Integrator – блок інтегрування – містить такі елементи:

- External Reset (внутрішній скид) – тип зовнішнього управляючого сигналу (none – немає, rising – наростаючий, falling – спадаючий, either – будь-який);
- Initial Condition Source – джерело початкового значення вихідного сигналу при інтегруванні (зовнішній – Internal, external – внутрішній);
- Initial Condition (початкове значення – 0);
- Limit Output – включення/виключення границь вихідного сигналу.
- Upper / Lower Saturation Limit – верхня та нижня межа вихідного сигналу.

Імітація відповідності частоти коливань здійснюється лінійкою послідовно з’єднаних блоків симулятора із транспортним запізненням (Transport Delay) підключеного до інверсного входу Abs1, Integrator1, Relay2 і Relay3, Logical Operator1 «AND». Лічильник кількості імпульсів реалізовано способом пропорційного переведення кількості імпульсів у величину рівня сигналу за допомогою

включення в імітаційну модель блоку Transport Delay. Величина транспортного запізнення становить 50 м/с. Integrator1 має налаштування аналогічні Integrator, що використовується в лінійці «енергетичного критерію». Relay2 і Relay3, Logical Operator1 «AND» імітують роботу цифрового компаратора.

В імітаційну модель додатково введено блок Monostable1 з тривалістю імпульса 100 с. виходячи з мінімальної довжини сейсмічної події.

Процеси, які відбуваються в окремих точках (1–8) моделі, візуально відображаються блоком TimeScore як осцилограми і наведені на рис. 3.

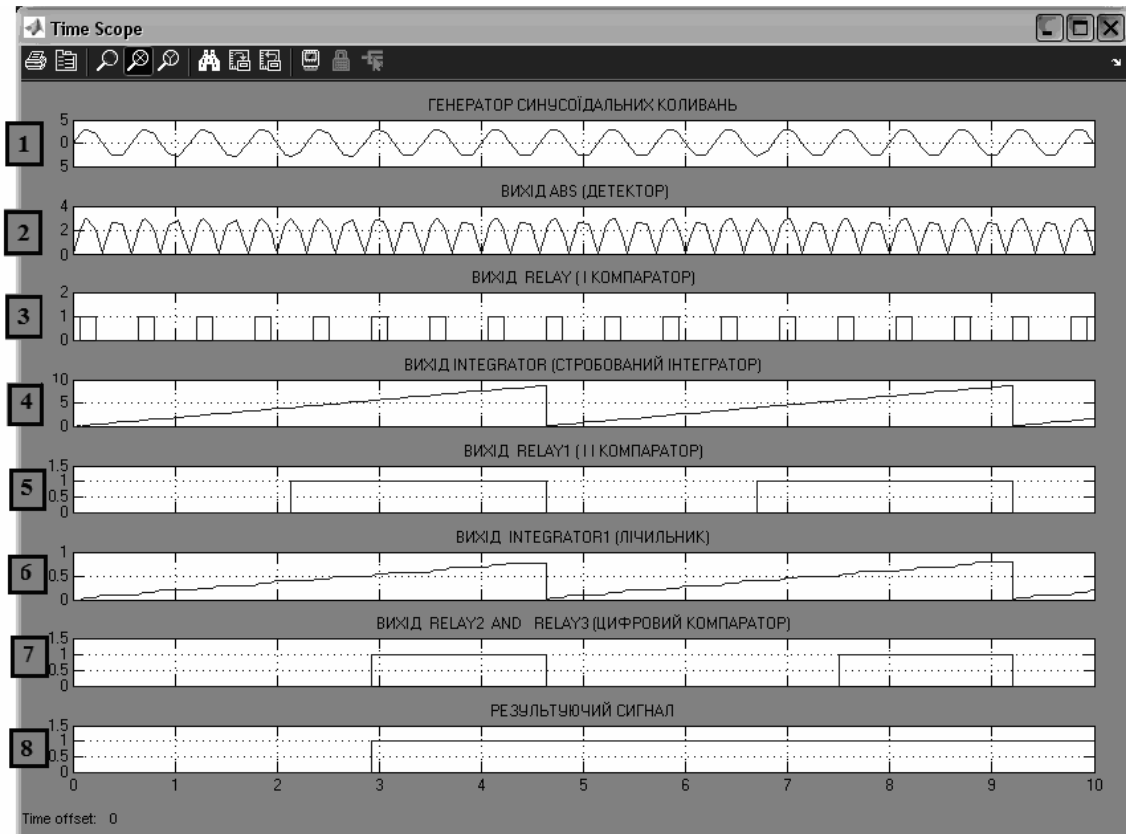


Рис. 3. Осцилограми імітації моделі

Імпульс на осцилограмі буде зміщеним у бік заднього фронту вікна аналізу при введенні в імітаційну модель керованого ключа Switch.

Висновки

Проведене імітаційне моделювання селектора сейсмічних подій, достатньо складного об'єкта з багатьма зв'язками між блоками, наочно відображає процеси в будь-якому вузлі блок-схеми і тим самим допомагає розробнику засобів цифрової реєстрації сейсмічних сигналів.

Результати імітаційного моделювання сприяють переходу від апаратної до програмної реалізації сейсмоаналізатора.

1. Stewart S.W. real time detection and location seismic events in central California // *Bull.Seismol.Sos.Amer.* 1977, Vol.67. – P. 433–452.
2. Негребецкий С.А., Алишбая А.К. Анализатор первых вступлений волн для цифровой сейсмологической станции // *Исследование по сейсмометрии.* – М.: Наука, 1988. – С. 19–23 (Сейсмические приборы; Вып. 20).
3. Новые аппаратные средства наблюдений. Цифровая сейсморегистрирующая аппаратура семейства "Гелати" // И.Ф. Ломтатидзе, А.А. Кофкер, Ю.П. Завалишин // *Прогноз землетрясений*, 1989. – № 12. – С. 188–189.
4. Микросхемы и их применение: Справ, пособие / В.А. Батушев, В.Н. Вениаминов и др. – М.: Радио и связь, 1984. – 272 с.
5. Струк С.С., Балич Б.І. Особливості побудови засобів запуску цифрових сейсмометричних систем // *Вісник Держ. ун-ту «Львівська політехніка». «Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології».* – № 308, 1997.
6. Дьяконов В.П. *MATLAB6,5 SP1/7+SIMULINK5/7. Основы применения. Серия «Библиотека профессионала».* – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 800 с.