

## МЕТОДИ АДАПТАЦІЇ ЧУТЛИВОСТІ ПАСИВНИХ ІНФРАЧЕРВОНИХ ДЕТЕКТОРІВ РУХУ ДО ОБ'ЄКТІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

© Головацький Р.І., Лобур М.В. 2004

Розглянуто групи пасивних інфрачервоних детекторів руху й запропоновані методи зміни їх чутливості. Змодельована робота типової схеми пасивного інфрачервоного детектора руху з метою виявлення можливості керування його чутливістю. Запропоновано метод керування чутливістю такого детектора за допомогою зміни електричної чутливості піроелектричного сенсора.

In this paper the groups of passive infra-red movement detectors are considered and the methods of their sensitivity change are offered. Work of the passive infra-red detector typical circuit of movement is simulated with the purpose of definition of an opportunity of management of it's sensitivity. The method of sensitivity management of such detector is offered by change of electrical sensitivity piroelectrical sensor.

**Вступ.** В останньому десятиріччі відбулася інтеграція технічних досягнень у галузі мікроелектроніки, механіки, інформатики та вимірювальної техніки, які, об'єднані тенденцією до мініатюризації, спричинили зародження нового науково-технічного напрямку – інтегрально-комплексних технологій. При цьому значного застосування набувають детектори руху виготовлені за технологією спільною з технологією виготовлення інтегральних схем (ІС). Особливо значного застосування вищезазначені детектори набули в пристроях, які використовуються для сигналізації втручання сторонніх об'єктів у зону, яку охороняють. При цьому дане застосування використовується в багатьох галузях народного господарства, починаючи від охорони приватних об'єктів і завершуючи охороною важливих об'єктів, а також об'єкти оборонно-промислового комплексу.

Принципи роботи таких детекторів руху ґрунтуються на різних фізичних явищах, суть яких досить детально розглянута в літературі. Кожен з детекторів має свій набір характеристик, що відображають його якість та можливості застосування. Але спільним в них є одне – виявлення зміни стану контрольованої зони, оцінка цих змін і, на підставі цього, формування сигналу тривоги.

**Пасивні інфрачервоні детектори руху та методи зміни їх чутливості.** Найперспективнішими, з огляду на їх характеристики, є пасивні інфрачервоні (ІЧ) оповіщувачі руху [1, 2, 3, 5, 7]. Під оповіщувачем будемо розуміти прилад, який формує певний сигнал про зміну того чи іншого параметра навколишнього середовища, що контролюється. Поділимо оповіщувачі умовно на сенсори та детектори. Під сенсорами будемо розуміти оповіщувачі, що перетворюють фізичні величини і характеристики (в нашому випадку тепло) на електричний сигнал. Детекторами називатимемо оповіщувачі, до складу яких входять сенсори, схема обробки сигналів і схема прийняття рішень. За видом обробки отриманого електричного сигналу в схемі пасивні ІЧ детектори руху, надалі детектори, можна поділити на дві групи.

Перша – детектори з аналоговою обробкою сигналу. У спрощеному варіанті робота такого детектора полягає в аналоговій обробці одержаного від сенсора електричного сигналу з використанням методики "порівняння з порогом", за умови перевищення якого видається сигнал тривоги. Типова схема зазначеного детектора зображена на *рис. 1*.

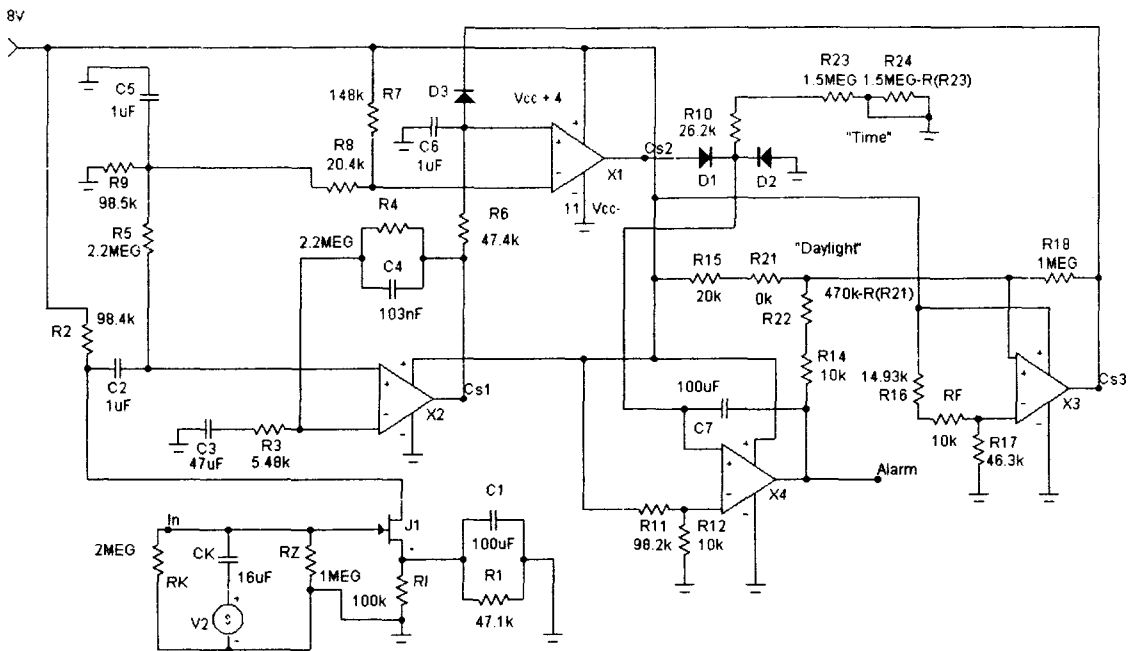


Рис. 1. Схема пасивного ІЧ детектора руху з аналоговою обробкою сигналу

Друга – детектори руху з цифровою мікропроцесорною обробкою сигналу, в яких здійснюється перетворення вихідного аналогового електричного сигналу в цифровий і, використовуючи сучасні алгоритми, які базуються на нечіткій логіці, аналізується сигнал від піроелектричного сенсора. На основі цього аналізу приймається рішення про присутність порушника в зоні детектування, рис. 2. Очевидно, що другий варіант деякою мірою базується на першому, тому що сигнал від сенсора є аналоговим.



Рис. 2. Блок - схема детектора руху з цифровою обробкою сигналу

Останній спосіб є привабливіший для побудови детекторів руху і здатний виявити сторонній об'єкт з заданими розмірами. При інтеграції детекторів з пристроями опрацювання і контролю сигналів появляється ціла низка специфічних вимог і характеристик, які необхідно розглядати разом із схемами опрацювання.

Характерною особливістю інтегрованих детекторів є можливість зміни їх чутливості залежно від призначення. Фактично можна повною мірою говорити про інтелектуалізацію детектора в деякому широкому діапазоні його використання, забезпечивши інтелектуальне керування його чутливістю, що дозволить зменшити кількість хибних спрацювань і тим самим значно розширить галузь його застосування.

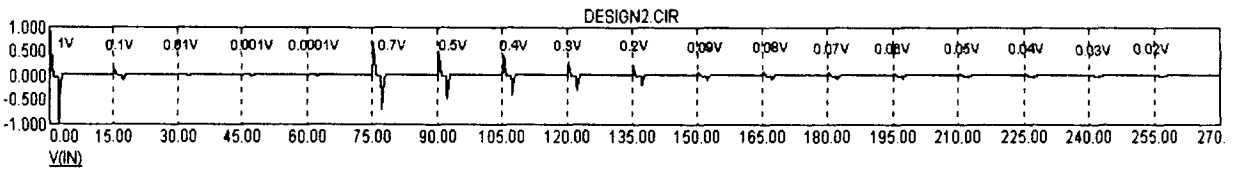
Пасивні ІЧ детектори руху використовують оптичні фокусуючі системи, для ефективного знаходження джерела теплоти, формування діаграми спрямованості та оптичного підсилення сигналу [3, 4]. Тому можна говорити про керування чутливістю такого детектора шляхом зміни його оптичної чутливості. Для використання цього методу доведеться розробити складну оптико-фокусуючу електронну систему, керування якою здійснюватиметься в самому детекторі. А це занадто дороге і економічно не вигідне рішення для недорогих детекторів руху. Або ж доведеться вручну міняти лінзи на детекторі.

Для забезпечення змінної чутливості детектора руху пропонується до уваги метод керування електричною чутливістю його піроелектричного сенсора.

**Зміна чутливості детектора руху шляхом керування електричною чутливістю піроелектричного сенсора.** Нехай на піроелектричний сенсор падає модульований потік випромінення

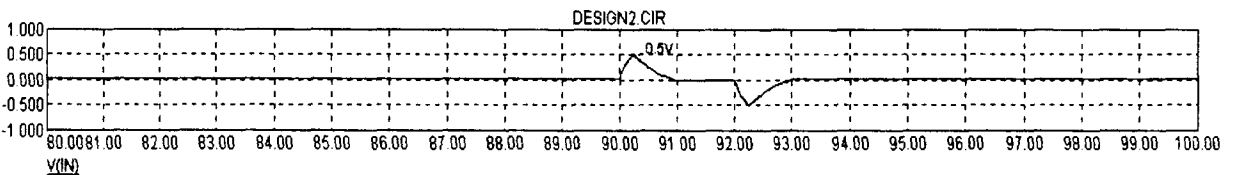
$$\Phi(t) = A_0 \Phi_0 (1 + e^{i\omega t}) \quad (1)$$

протягом часу  $t$  (с), який спричиняє зміну напруги на ньому, *рис. 3*.



*Рис. 3. Модульований потік випромінення, який спричиняє зміну напруги*

Тіла з однаковою температурою, що рухаються з однаковою швидкістю в зоні дії детектора та розташовані на однаковій віддалі від нього, але різної площі випромінення, будуть зумовлювати зміну вихідного сигналу на піроелектричному сенсорі різної амплітуди [5, 6]. Тому для дослідження схеми обрано форму сигналу, показану на *рис. 4* з амплітудою від 100  $\mu\text{V}$  до 1V.



*Рис. 4. Форма сигналу*

Саму форму сигналу [3] слід розуміти як втручання об'єкта в зону дії детектора руху, наприклад, на 90-й секунді дослідження (*рис. 4*), його зупинення там на час близько двох секунд, а потім вихід цього об'єкта з зони дії детектора (92-га секунда), що спричинить стрибки напруги на виході піроелектричного сенсора зазначеної форми. Для визначення чутливості пасивного ІЧ детектора руху, реалізованого за схемою з аналоговою обробкою сигналу (*рис. 1*), промодельємо його роботу з сигналами різної амплітуди, зображеними на *рис. 3*. Результат моделювання показано на *рис. 5*. Чутливість такого детектора є сталою і становить  $\cong 60 \text{ mV}$ .

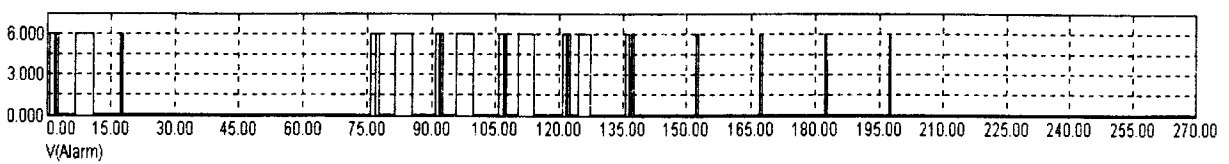


Рис. 5. Результат моделювання

Зміна чутливості детектора руху є можлива і її можна забезпечити зміною електричної чутливості його піроелектричного сенсора. Регулювання електричною чутливістю піроелектричного сенсора найкраще здійснювати зміною опору  $R_I$  (рис. 6–8). Завдяки такому підходу отримаємо можливість керування чутливістю детектора від 1 mV. Однак сам опір  $R_I$  є недоступним, оскільки інтегрований у піроелектричний сенсор, який виготовлений як кінцевий елемент, наприклад, сенсор фірми Oriel моделі 71769.

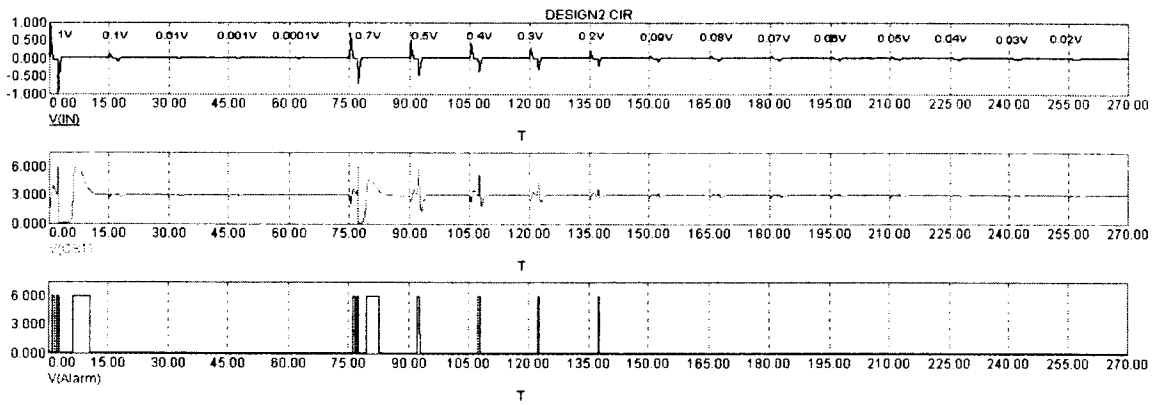


Рис. 6.  $R_I = 50k$

Цю проблему можна вирішити, якщо передбачити можливість цифрового керування даним опором у самому піроелектричному сенсорі. Крім того, можна виготовити піроелектричний сенсор з керованою електричною чутливістю, як, наприклад, показано на рис. 2, разом із схемами опрацювання та прийняття рішень, за технологією, спільною з технологією виготовлення ІС. Таке рішення дасть змогу покращити інтелект існуючих алгоритмів щодо виявлення порушників із заданими розмірами.

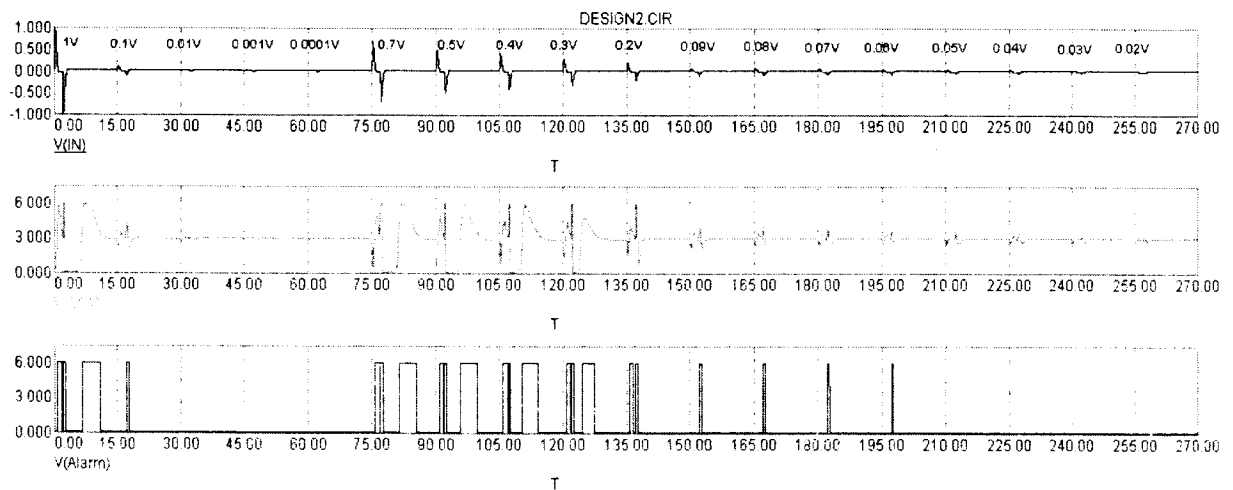


Рис. 7.  $R_I = 100k$

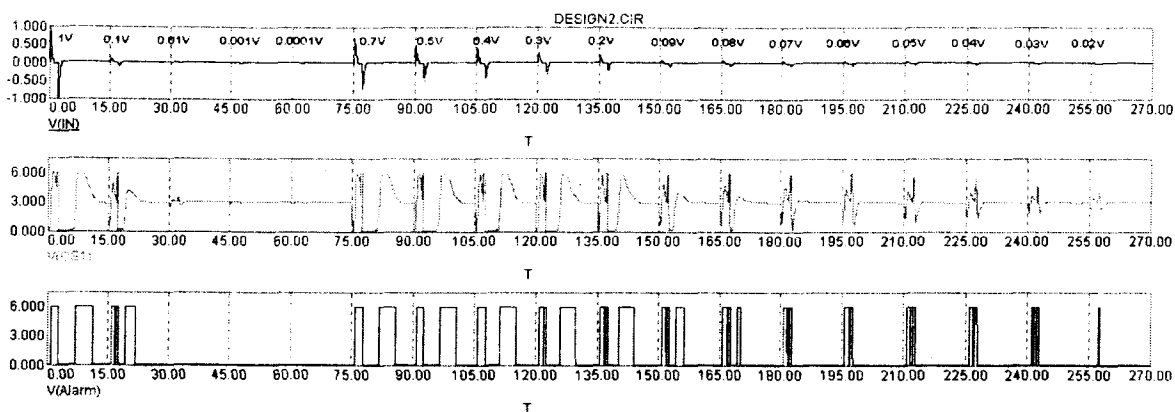


Рис. 8.  $RI = 150k$

Залежність порога чутливості наведеної схеми від опору  $RI$  зображена на рис. 9.

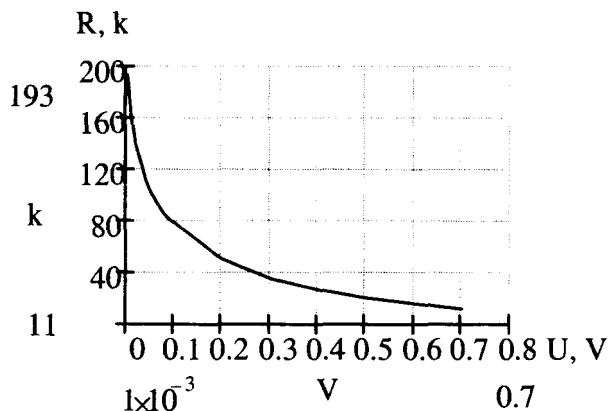


Рис. 9. Залежність порога чутливості схеми від опору  $RI$

**Висновки.** У роботі запропоновано метод зміни чутливості пасивного ПЧ детектора руху зміною електричної чутливості його піроелектричного сенсора. Користуючись запропонованим методом, особливо в комплексі з виготовленням такого детектора за технологією спільною з технологією виготовлення ІС можливо буде вирішувати на вищому рівні питання узгодження логіки схеми з піроелектричним сенсором, а також покращити інтелект існуючих алгоритмів щодо виявлення порушників із заданими розмірами.

1. Елфимов О.В., Кременчугский Л.С. Матрица координатных пироэлектрических приёмников излучения. – Л.: ГОИ, 1982. 2. Кременчугский Л.С. Сегнетоэлектрические приёмники излучения. – К.: Наук. думка, 1971. 3. Кременчугский Л.С., Ройцина О.В. Пироэлектрические приёмные устройства. – К.: Наук. думка, 1982. 4. Jain Y.K., Kalakrishnan B. Use of pyroelectric detectors in horizon sensors. – Opt. Eng., 1979, vol. 18, № 6, p. 634–637. 5. Lang S.B. Sourcebook of pyroelectricity. – London – Paris, Gordon and Breach Sci. Publishers, 1974. 6. Liu S.T., Zook J.D., Long G.D. Relationships between pyroelectric and ferroelectric parameters. – Ferroelectrics, 1975, 9, № 1–2, p. 39–43. 7. A.Dehe, K. Fricke, H.L. Hartnagel, Sensors and Actuators, A 46-47, 1995.