

электростанций – МАГАТЭ: 2008. – 149с.

5. NS-G-2.7. Радиационная защита и обращение с радиоактивными отходами при эксплуатации атомных электростанций – МАГАТЭ: 2005. – 92с.

6. IAEA-TECDOC-1092/R. Руководство по мониторингу при ядерных или радиационных авариях – МАГАТЭ: 2002. – 322с.

Поступила 17.03.2011р.

УДК 621.3

Р.В. Бачинський, НУ "Львівська політехніка", ІКТА, каф. ЕОМ, м. Львів

DTMF ДЕТЕКТОР З МІНІМАЛЬНИМ ВИКОРИСТАННЯМ РЕСУРСІВ ЯДРА МІКРОКОНТРОЛЕРА

Запропоновано пристрій розпізнавання DTMF символів з максимальним використанням внутрішніх апаратних ресурсів мікроконтролера фірми Cypress для зменшення навантаження на його обчислювальне ядро.

Предложено устройство распознавания DTMF символов с максимальным использованием внутренних аппаратных ресурсов микроконтроллера фирмы Cypress для уменьшения нагрузки на его вычислительное ядро.

This article proposes a device which uses the Cypress microcontroller internal hardware for implementing Dual-Tone Multi-Frequency (DTMF) detector with minimal CPU consumption.

Вступ

DTMF сигналізація широко застосовується в аналоговій телефонії для виконання виклику, керування автовідповідачами та системами голосових повідомлень, віддаленого керування побутовими пристроями та банківськими інформаційними сервісами.

DTMF сигнал являє собою суму двох синусоїдальних сигналів з визначеними частотами. Користувач вибирає сигнал шляхом натиснення на одну з 16-ти можливих кнопок DTMF генератора. На Рис.1 зображено DTMF клавіатуру та відповідні частоти для кожної клавіші. Існує вісім різних частот, призначених для кодування DTMF сигналів, які згруповані в горизонтальну та вертикальну групи. DTMF детектор має визначити які частоти присутні в отриманому сигналі і коректно декодувати їх у відповідний символ. В Табл.1 наведено основні характеристики DTMF детектора згідно із специфікацією ITU.

Існують різні підходи до побудови DTMF детекторів, які використовують складні алгоритми цифрової обробки сигналів для

визначення присутніх частот в сигналі та перевірки їх відповідності вимогам до DTMF сигналів. Запропонований DTMF детектор використовує два чотириполосні смугові фільтри (реалізовані на аналогових блоках мікроконтролера) для розділення DTMF сигналу на окремі складові і наступної їх обробки окремо. Для визначення частоти кожної складової використовується схема визначення тривалості їхнього періоду.

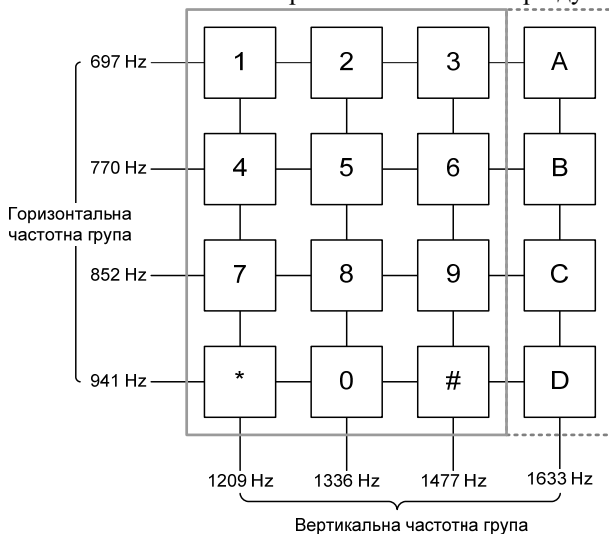


Рис.1 - DTMF клавіатура

Табл.1

Характеристики DTMF детектора згідно специфікації ITU

Характеристика	Параметр
Точність по частоті	В DTMF сигналі допускається похибка по частоті в його складових $\pm 1.5\%$. Якщо похибка по частоті його складових перевищує $\pm 3.5\%$ - сигнал не підлягає розпізнаванню.
Тривалість сигналу	DTMF сигнал тривалістю 40мс має розпізнаватись як коректний сигнал. Сигнал тривалістю 23мс і менше, повинен ігноруватись.
Переривання сигналу	DTMF сигнал з паузою 10мс і менше не має розпізнаватись як два окремих сигнали
Паузи між сигналами	DTMF сигнал з паузою 40мс і більше має розпізнаватись як два окремих сигнали
Сигнал/Шум (SNR)	DTMF детектор має коректно розпізнавати сигнал із значенням SNR в 15дБ
Співвідношення сигналів різних частот	DTMF детектор має коректно розпізнавати сигнал якщо сигнали горизонтальної частотної групи на

в DTMF сигнали	8дБ більші вертикальної. Також DTMF детектор має коректно розпізнавати сигнал якщо сигнали вертикальної частотної групи на 4дБ більші горизонтальної.
Звукові завади	DTMF детектор має коректно розпізнавати сигнали в разі наявності звукових завад у вигляді мови чи музики.

Опис функціонування DTMF детектора

Функціонування DTMF детектора ґрунтується на фільтрації вхідного сигналу і розділенні його на горизонтальну і вертикальну частотні групи, обчисленні періодів синусоїдальних сигналів і порівнянні отриманих значень з шаблонними. Для цього, спочатку два чотириполюсні смугові фільтри розділяють DTMF сигнал на дві компоненти - низькочастотну (697Гц-941Гц) та високочастотну (1209Гц-1633Гц). Вихід кожного фільтра заводиться на вхід тригера Шмідта для перетворення синусоїдального сигналу в імпульсну форму, що зображено на Рис.2.

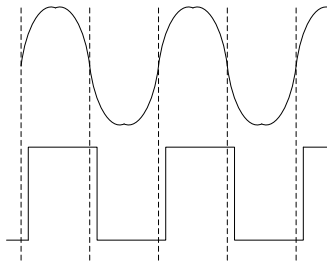


Рис.2. Перетворення синусоїдального сигналу в сигнал прямокутної форми

Отриманий сигнал прямокутної форми заводиться на спеціальний вхід лічильника (Capture) для підрахунку часового проміжку між фронтами прямокутного сигналу. Для зменшення похибки вимірювання процедура аналізу запускається один раз на одинадцять вимірювань. Після цього виконується оцінка значення частоти для десяти періодів синусоїдального сигналу.

Функціональна схема DTMF детектора зображена на Рис.3.

Апаратна частина DTMF детектора (Hardware part) складається з таких компонент:

- Вхідного підсилювача (LP_IN_AMP/HP_IN_AMP) - використовується для підсилення вхідного сигналу і підключення його до смугового фільтра;
- Смугового фільтра (LBP/HBP), який налаштований пропускати горизонтальну/вертикальну частотну групу;
- Тригера Шмідта (LP_ST/HP_ST), який перетворює синусоїдальні сигнали в сигнали прямокутної форми без зміни частоти сигналу;

- 16-ти бітного таймера (LP_Timer/HP_Timer), який використовується для визначення частоти сигналу.

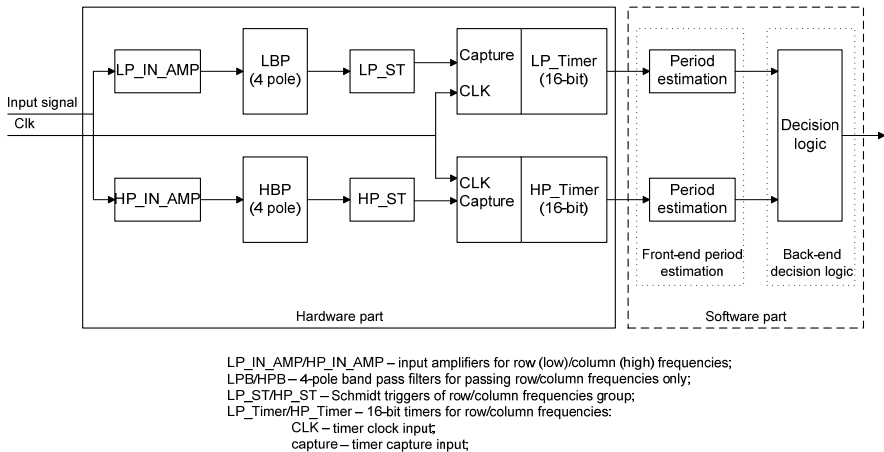


Рис.3. Функціональна схема DTMF детектора

Програмна частина DTMF детектора (Software part)

Програмна частина DTMF детектора складається з двох частин: 1) процедура визначення періодів двох компонент вхідного сигналу (Front-end period estimation); 2) процедура прийняття рішень (Back-end decision logic). Перша частина складається з двох процедур обробки переривань (одна для низькочастотної групи інша для високочастотної групи), які забезпечують початкову обробку даних від таймерів. Друга частина перевіряє відповідність отриманого сигналу вимогам до коректного DTMF символу.

Процедура визначення періодів компонент вхідного сигналу (Period estimation)

Процедура визначення періодів двох компонент вхідного сигналу складається з двох ідентичних обробників переривань від таймерів (LP_Timer та HP_Timer). Інформація для визначення періоду сигналу починає накопичуватись після завершення двох повних періодів сигналу, що усуває можливість обробки нестабільних даних. Після закінчення збору даних для одинадцяти періодів сигналу, обраховується кількість синхроімпульсів таймера на протязі десяти періодів сигналу. Після цього встановлюється прапорець для процедури прийняття рішень

Процедура прийняття рішення (Decision logic)

Процедура прийняття рішення перевіряє отриманий сигнал на відповідність всім часовим вимогам до DTMF сигналів і перетворює отримані на попередньому етапі дані в DTMF символ.

Результати тестування

Завантаження обчислювального ядра мікроконтролера.

У випадку відсутності вхідного сигналу процедура визначення періодів двох компонент вхідного сигналу не виконується. Виконується тільки головна функція і частина процедури прийняття рішення. В цьому випадку завантаженість ядра мікроконтролера складає біля 1%.

У випадку наявності вхідних DTMF сигналів виконуються обидві процедури - визначення періодів двох компонент вхідного сигналу та прийняття рішення. При цьому завантаження ядра збільшується до 7%.

Результати тестування розпізнавання DTMF сигналів.

В Табл. 2 наведено результати тестування розпізнавання DTMF сигналів.

Табл. 2

Результати тестування DTMF детектора

Тест	Параметр	Результат тестування
Тестування розпізнавання DTMF символів		
Символ	Відхилення по частоті	Результат
0-9, A-D, *,#	Гор. група: -1.5% ... Верт. група: -1.5%	Пройдено (символи визначені)
0-9, A-D, *,#	Гор. група: -1.5% ... Верт. група: +1.5%	Пройдено (символи визначені)
0-9, A-D, *,#	Гор. група: +1.5% ... Верт. група: -1.5%	Пройдено (символи визначені)
0-9, A-D, *,#	Гор. група: +1.5% ... Верт. група: +1.5%	Пройдено (символи визначені)
0-9, A-D, *,#	Гор. група: -3.5% ... Верт. група: -3.5%	Пройдено (сигнал проігноровано)
0-9, A-D, *,#	Гор. група: -3.5% ... Верт. група: +3.5%	Пройдено (сигнал проігноровано)
0-9, A-D, *,#	Гор. група: +3.5% ... Верт. група: -3.5%	Пройдено (сигнал проігноровано)
1-9, A-C	Гор. група: +3.5% ... Верт. група: +3.5%	Пройдено (сигнал проігноровано)
0, D, *, #	Гор. група: +3.5% ... Верт. група: +3.5%	Не пройдено (DTMF сигнал не було проігноровано при відхиленні частот на 3.5%)
0-9, A-D, *,#	Гор. група: +3.6% ... Верт. група: +3.6%	Пройдено (сигнал проігноровано)

Тестування функціонування при різних рівнях сигналів у різних частотних групах		
Нормальна різниця рівнів	8.5 дБ	Тест пройдено для всіх цифр
Зворотна різниця рівнів	5.5 дБ	Тест пройдено для всіх цифр
Тестування на відповідність часовим параметрам		
Мінімальна тривалість сигналу	40мс	Тест пройдено для всіх цифр
Мінімальна тривалість паузи	16мс	Тест пройдено для всіх цифр
Тестування динамічного діапазону		
Динамічний діапазон	9дБ	Динамічний діапазон може бути розширений шляхом використання автоматичного регулювання підсилення
Тестування завадостійкості при наявності звукових сигналів		
Частота хибних спрацювань	Можливі 180-200 хибних спрацювань на годину у разі присутності мовного сигналу	Для точного тестування цього параметру необхідно використовувати шаблонні плівки Bellcore
Тестування на відповідність вимогам по перериванню сигналу		
Переривання тривалості сигналу	DTMF сигнал вважається коректним, якщо тривалість його переривання не перевищує 10мс	Пройдено

Висновки

В даній роботі запропоновано недорогий пристрій для детектування DTMF сигналів, який, в порівнянні з програмно-орієнтованими пристроями, значно менше використовує обчислювальне ядро мікроконтролера, що дозволяє виконувати паралельно з розпізнаванням DTMF сигналів інші задачі. Хоча в певних тестах пристрій не відповідає вимогам ІТУ, він може застосовуватись в побутових пристроях.

1. ITU Blue Book, Recommendation Q.24, Multi-Frequency Push-Button Signal Reception, Geneva, 1989.
2. *M. Felder, J. Mason, B. Evals*, "Efficient Dual-Tone Multi-Frequency Detection using the Non-Uniform Discrete Fourier Transform," IEEE Signal Processing Letters, vol. 5, pp.160-163, July 1998.
3. *Amey A. Deosthali, Shawn R. McCaslin, Brian L. Evans*, A Low-Complexity ITU-Compliant Dual Tone Multiple Frequency Detector, IEEE Trans. on Signal Processing, vol. 48, no. 3, pp. 911-916, Mar, 2000.
4. Various DTMF detections; Term project report for ME780 Digital signal analysis for mechanical systems, Ta-young Gabriel Choi.

Поступила 28.02.2011 р.

УДК 621.3

О.М. Колодчак, НУ "Львівська політехніка", ІКТА, каф. ЕОМ, м. Львів

ПРОЕКТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ СТРУКТУР КОНВЕЄРНИХ ПРИБОРІВ

Запропоновано опис нового підходу до проектування оптимальних структур конвеєрних пристроїв, заснованого на теорії генетичних алгоритмів.

Предложено описание нового подхода к проектированию оптимальных структур конвейерных устройств, основанного на теории генетических алгоритмов.

This article proposes a new approach to create optimized structures of pipelined devices device using genetic algorithms.

Вступ

Проектування комп'ютерних пристроїв є досить складним процесом. По-перше, існує багато підходів, алгоритмів для побудови структур комп'ютерних засобів та пошуку найоптимальнішої з множини можливих структур. По-друге, є багато варіантів відображення функціональних операторів в комбінаційних схемах нвіс, тобто треба робити вибір між апаратними затратами та швидкодією комп'ютерних засобів, або отримати оптимальну структуру, яка би була задовільною по цих критеріях в конкретних задачах. Звідси впливають такі особливості проектування комп'ютерних пристроїв як складність та трудомісткість пошуку оптимальних рішень на кожному етапі проектування, необхідність скорочення термінів проектування. Вказані особливості вимагають створення як нових методик проектування, так і систем автоматизованого проектування (САПР).