ANALOG SIGNAL FILTERING IN A PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER WITH MEDIAN FILTRATION

HRISTO H. HADZHIIVANOV

ABSTRACT: *Various analog signals are used in the programmable logic controllers in the automated control systems. Pulse noise is often added to these signalsThe report will discuss median filtration filtering.*

KEYWORDS: *Median filtration, Pulse noise filtering, Median filtration algorithm, digital analog filters and digital analog filters in programmable logic controllers.*

DOI: https://doi.org/10.46687/MT22HRS

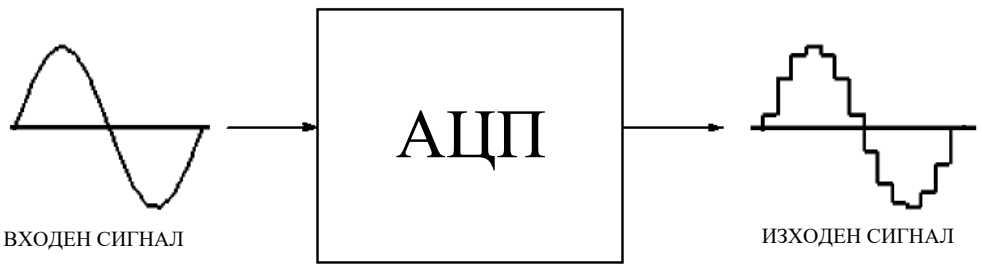
ФИЛТРИРАНЕ НА АНАЛОГОВ СИГНАЛ В ПРОГРАМИРУЕМ ЛОГИЧЕСКИ КОНТРОЛЕР С МЕДИАННА ФИЛТРАЦИЯ

ХРИСТО Х. ХАДЖИИВАНОВ

АБСТРАКТ: *В програмируемите логически контролери, използвани в автоматизираните системи за управление, се използват различни аналогови сигнали. Много често в тези сигнали има добавен импулсен шум. В доклада ще бъде разгледано филтриране на тези сигнали с медианна филтрация.*

1 Въведение

Аналоговият електрически сигнал е непрекъснат във времето. Той се описва с непрекъснати математически функции. За да може аналоговият сигнал да се обработва в цифрови устройства, той се преобразува в цифров чрез аналогово цифров преобразувател (АЦП) (Фиг.1). В програмируемите логически контролери (ПЛК) аналогови сигнали се използват за измерване на различни физически величини, като ток, напрежение, обороти, температура, налягане и др. Много често в тези сигнали има добавен импулсен индустриален шум, който пречи за нормалната работа на управлението. Чрез медианна филтрация този шум може ефективно да се филтрира. Този тип филтрация може сравнително лесно да се реализира в ПЛС контролерите.



Фиг.1. Преобразуване на аналогов сигнал в цифров.

2 Филтриране на аналогов сигнал с медианна филтрация

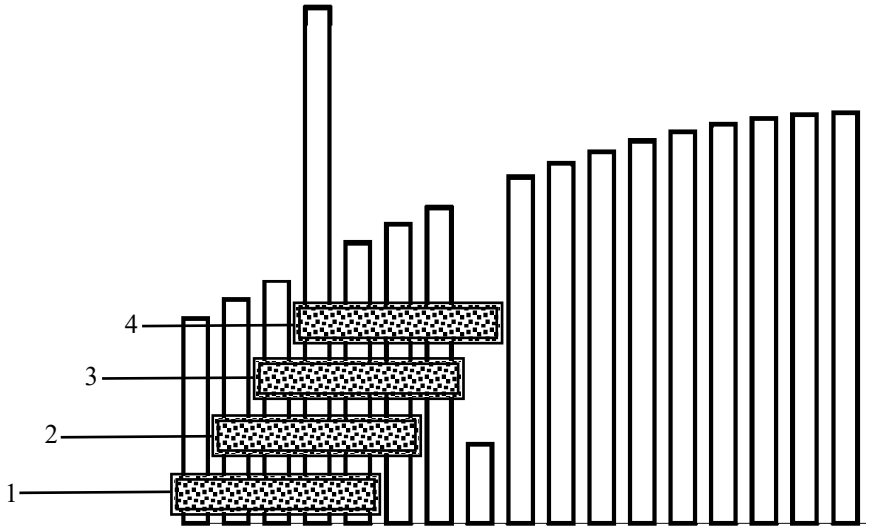
Медианата в математическата статистика е неалгебрична, позиционна средна величина от дадени числа, подредени по нарастване.

Например:

Ако А= 10,12,10,13,9; или подредени по ред на нарастване А‘ = 9, 10,10,12,13; Медианната стойност на поредицата А е 10. Ако броят на числата е нечетен, се взима средното число.

Ако В = 9,14,10,12,10,13; или подредени по ред на нарастване В‘= 9, 10,10,12,13,14; Медианната стойност на поредицата В е $11 = \frac{10+12}{2}$. Ако броят е четен, се взима средноаритметичната стойност на двата средни члена на множеството.

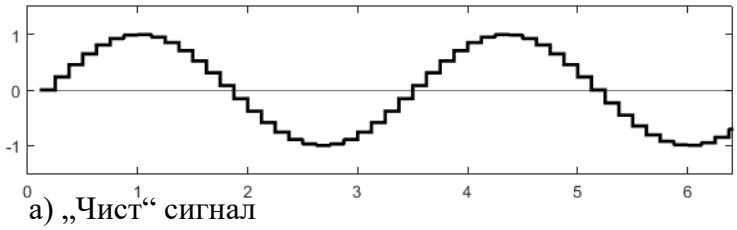
При прилагането на медианна филтрация се взема прозорец от няколко дискрета от филтрирания сигнал. Изчислява се медианна стойност на прозореца с дискрети и полученият резултат се използва за изходен сигнал. На Фиг.2 е показан аналогов сигнал с импулсен шум и схематично е показано принципа на медианната филтрацията. Вземат се няколко дискрета, обхванати от прозорец 1, Фиг.2. Изчислява се медианна стойност и полученият резултат се използва за изходен сигнал. Следва преместване на прозореца с един дискрет, прозорец 2, Фиг.2., изчисляване на медианна стойност и полученият резултат се използва за изходен сигнал. Следва преместване на прозореца на позиции 3, 4 и т.н.



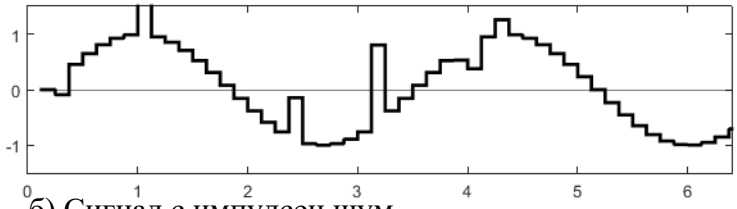
Фиг. 2. Аналогов сигнал с импулсен шум

Симулация на филтриране с програмния продукт „Матлаб“ е показана на Фиг.3. Дискретизиран аналогов сигнал без шум е показан на Фиг.3а, следва сигнал с добавен импулсен шум по случаен закон Фиг.3б. Резултатът от филтрация на зашумения сигнал, реализирана чрез изчисляване на средноаритметичната стойност е показан на Фиг.3в. На следващата графика Фиг.3г е показана филтрация, реализирана с медианен филтър.

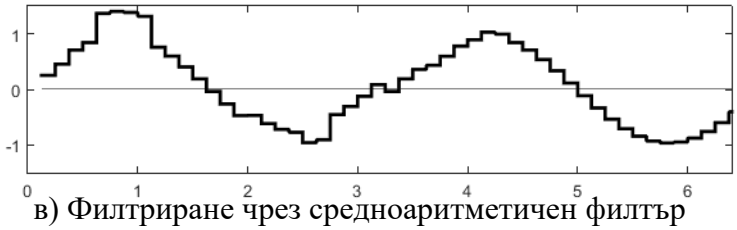
От Фиг.3 може да се направи заключение, че филтрацията чрез изчисляване на средноаритметичната стойност не се справя много добре с филтрирането, което е логично, тъй като смущенията влизат със своята си амплитуда при обработката. При медианната филтрация дискретите с много голяма или много малка амплитуда не участват или участват с малко влияние в изходния сигнал.



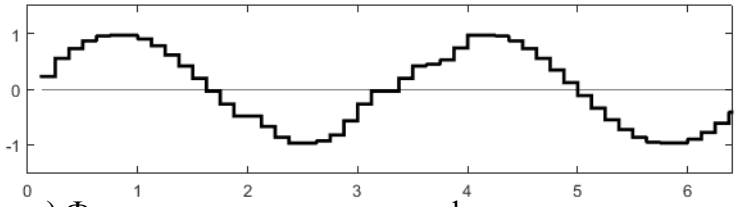
а) „Чист“ сигнал



б) Сигнал с импулсен шум



в) Филтриране чрез средноаритметичен филтър



г) Филтриране чрез медианен филтър

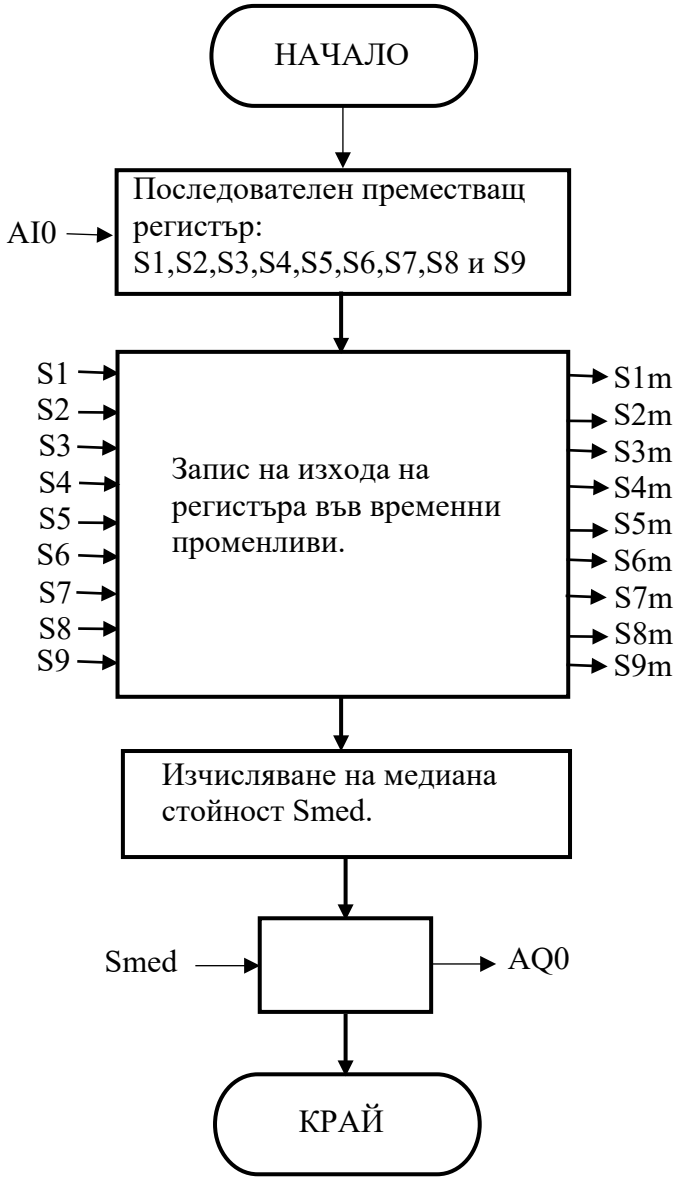
Фиг. 3. Филтриране на дискретизиран аналогов сигнал с различни филтри

В съвременните ПЛК контролери могат лесно и бързо да се обработват цели числа, както и числа с плаваща запетая. Това бързодействие дава възможност лесно да се реализира медианна филтрация на аналогов сигнал. На Фиг. 4 е показан програмен алгоритъм за медианна филтрация на аналогов сигнал, реализиран в ПЛК. Програмата е написана в софтуерен блок, който се стартира на определен интервал от време, реализирано чрез програмно прекъсване. Целта на стартирането на програмния блок на определен интервал е времето, през което се вземат отчетите от аналоговия сигнал за запълване на прозореца на медианната филтрация да не е приблизително равен на времетраенето на шума. В зависимост от вида на шума има възможност да се прави промяна на време-интервала на отчитане на сигнала. Друга възможност за настройка на филтъра е промяна на броя на отчетите в прозореца на филтрацията. В реализирания в ПЛК вариант на медианна филтрация е използван прозорец от девет отчета с интервал на взимане на отчетите през 50 ms. Тази филтрация внася забавяне във филтрирания сигнал.

Работата на алгоритъма е следната:

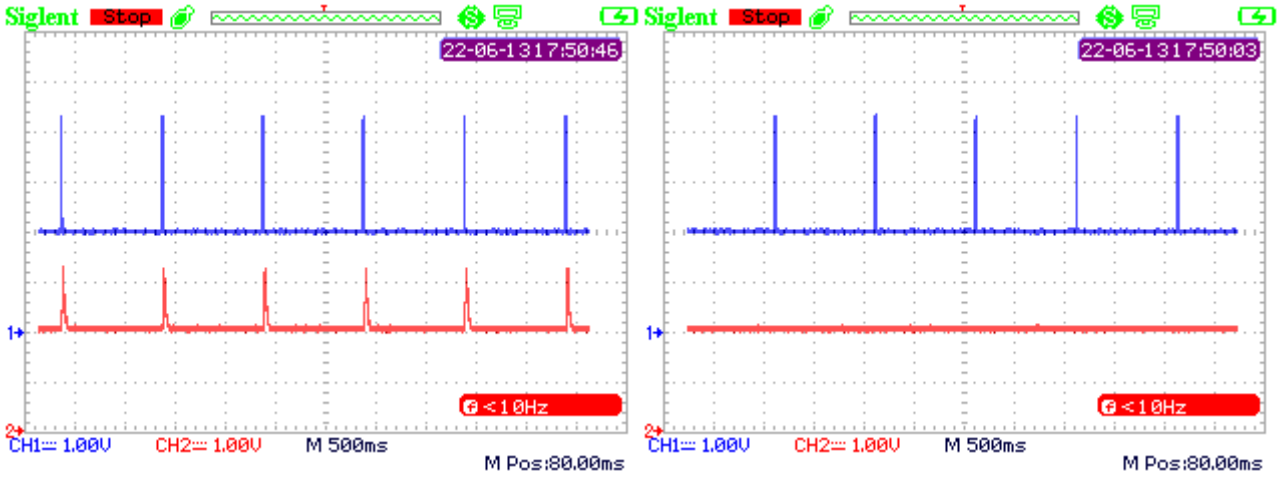
Аналоговия вход „AI0” се чете от последователен преместващ регистър с последователен вход и паралелен изход. След това изходните сигнали от преместващия

регистър - S1÷S9 се записват във временни променливи S1m÷S9m. Следва изчисляване на медианна стойност чрез подреждане на променливите във възходящ ред и вземане на средна стойност по позиция - Smed. Следва извеждане на медианната стойност Smed на аналоговия изход „AQ0“.



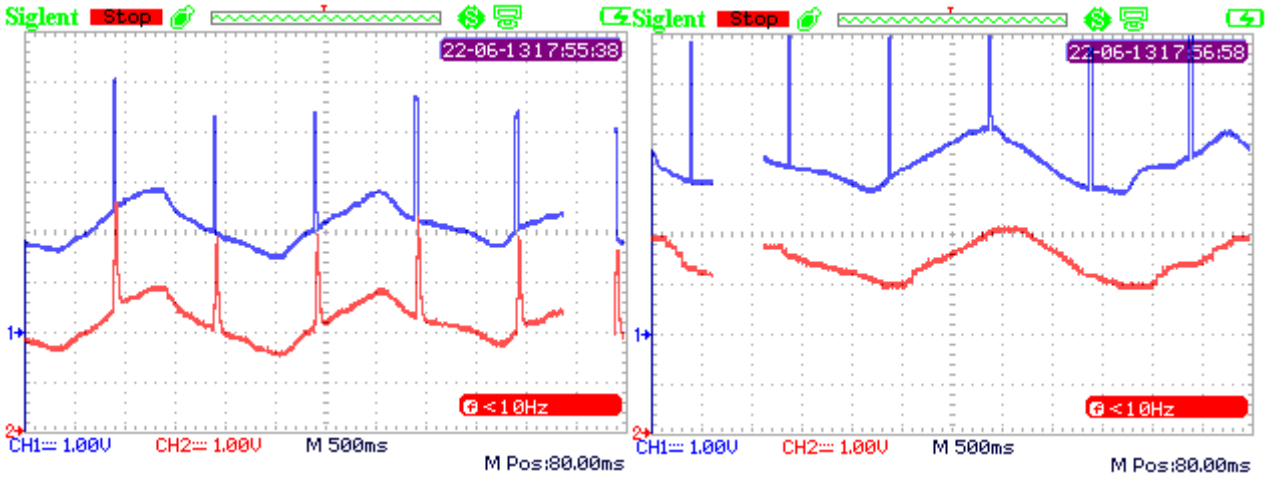
Фиг. 4. Програмен алгоритъм за медиана филтрация на аналогов сигнал реализиран в ПЛК.

Чрез двуканален осцилоскоп се измерват входния (горния) и изходния (долния) сигнали и се визуализират резултатите - Фиг.5. Към полезния сигнал е добавен импулсен шум с честота 1 Hz и продължителност на импулсите 20 ms. На Фиг.5а е показан входен сигнал с напрежение 2V с добавен шум и изходен сигнал без приложена филтрация. На Фиг.5б е показан входен сигнал с напрежение 2V с добавен шум и изходен сигнал с приложена филтрация.



а) фиксиран сигнал 2V без филтрация

б) фиксиран сигнал 2V с филтрация



в) аналогов сигнал без филтрация

г) аналогов сигнал с филтрация

Фиг. 5. Визуализация на входния и изходния сигнал при липса и наличие на филтрация.

На Фиг.5в е показан входен аналогов сигнал с добавен шум и изходен сигнал без приложена филтрация. На Фиг.5г е показан входен аналогов сигнал с добавен шум и изходен сигнал с приложена филтрация. От показаното на Фиг.5 се вижда, че амплитудата на смущенията е сравнима със тази на сигнала. При филтрация чрез изчисляване на средноаритметичната стойност шума би оказал влияние във филтрирания сигнал. При медианната филтрация принципът е такъв, че амплитудата на смущенията не оказва никакво или много малко влияние. На фигурите ясно се вижда постигнатия много добър ефект върху филтрирания сигнал.

3 Заключение

Тази филтрация е приложима за сигнали с импулсен шум, където не е критично лекото забавяне на филтрирания сигнала. При необходимост, медианната филтрация може да се

използва за филтриране и на други видове шум, при което биха се получили добри резултати.

Докладът би бил полезен за специалисти, работещи в областта на компютърната автоматизация на производството. Независимо с какви ПЛК работят те, разгледания алгоритъм за медианна филтрация е приложим за различните видове контролери. Показаната симулацията с МАТЛАБ също потвърждава универсалността на алгоритъма и възможността за онагледяване на процесите, чрез използване и на други програмни продукти.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Zhung-Han Wu, Matthew C. Stamm, K. J. Ray Liu, ANTI-FORENSICS OF MEDIAN FILTERING, Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Maryland, College Park

[2] Wang Z., Zhang D., Progressive Switching Median Filter for the Removal

of Impulse Noise from Highly Corrupted Images, IEEE member

[3] Perreault, S., Hebert P., Median Filtering in Constant Time, IEEE member

[4] STORK M., T MEDIAN FILTERS THEORY AND APPLICATIONS, University of West Bohemia.

[5] Пейчо, З., Аначков, Математически анализ част първа, Варна 1996

[6] Boateng K., Asubamand B., Laar D., Improving the Effectiveness of the Median Filter, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana