

# РЕДАКТИРАНЕ НА ДАННИ В РЕАЛНО ВРЕМЕ В ЕЛЕКТРОМЕТРИЧНИТЕ ИЗМЕРВАТЕЛНИ УРЕДИ.

Димитър ТОДОРОВ

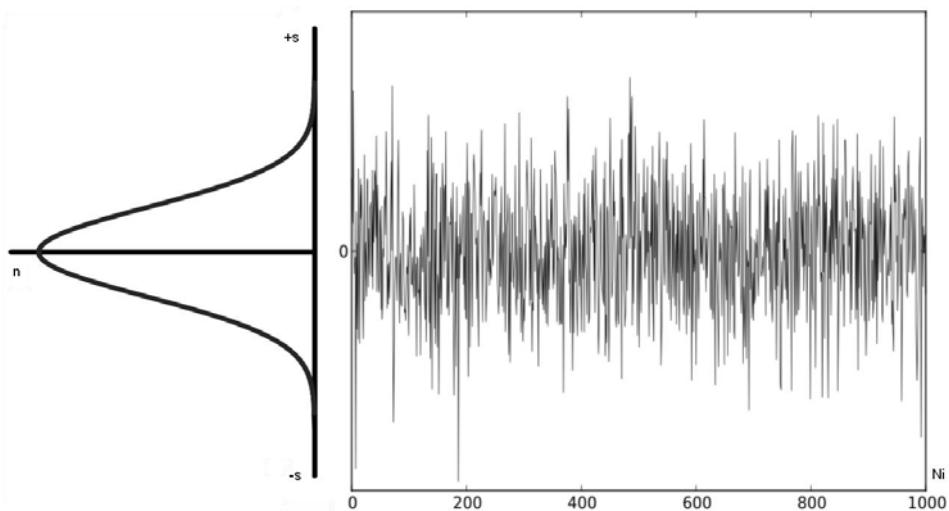
\* Технически университет – София, София 1000, България, бул. “Кл. Охридски”  
No. 8, Бл. 1, E-mail: [dgt@tu-sofia.bg](mailto:dgt@tu-sofia.bg)

**Abstract:** The article examines possible methods for real-time processing of stahostatistic information in in electrometrics measuring devices. Discussed are approaches to initial processing of stahostatistic measurement information and indicated methods for removing errors from the conventional and heuristic algorithms for the appearance of data unlikely values resulting from explosive noises

**Keywords:** real-time processing, stahostatistic, electrometrics, measuring devices, heuristic algorithms

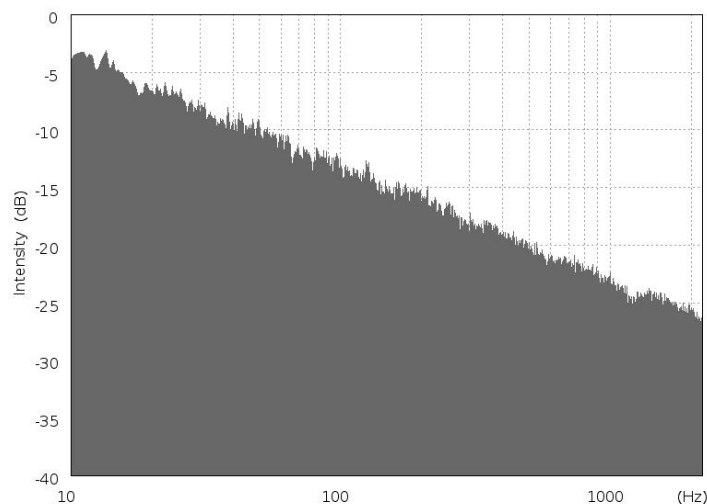
В системите за измерване и събиране на информация още преди преобразуването от ADC се получава лъжлива информация която се наслагва върху измервания сигнал във вид на шум. Когато насложения шум върху сигнала е сравнително малък или се достига изравняване на съотношението сигнал/шум и той е с постоянна спектрална плътност от типа на „бял”, то при обработката на сигнала могат да се използват стандартни филтриращи техники. Поради постоянството на спектралната плътност на маскиращия сигнал и неговата некорелативност с информационно измервателния сигнал, то могат принципно са се прилагат методите на математическата статистика.

Равно вероятностно наслагване на шумова информация от „белия” шум над и под измерваната величина се основа на факта, че „белия” шум е с гаусово разпределение както е показано на фиг.1 [1]. Поради този факт за намаляване на влиянието на шума и повишаване на съотношението сигнал/шум обикновено се използва най-разпространения метод на математическата статистика – усредняването или неговата разновидност „текущото” усредняване. Единственото нещо с което занимаващите с такава обработка на данни трябва да се съобразят е честотата на дискретизация на измервателни сигнал, априорно неизвестната но очаквана честота на измервания сигнал и времевия интервал на усредняване с цел получаване на минимални изкривявания на входната информация.



**Фиг.1** Бял шум – времево и статистическо представяне

При поява в измервателната информация на „розов” шум или още както е известен като шум  $1/f$  (Pink noise, Flicker noise ) т.е. шумов процес с честотен спектър чиято спектрална плътност на мощността е обратно пропорционална на честотата (фиг.2) [1] процеса на обработка на измервателната информация с цел отделяне на действителни сигнал се усложнява. Трудностите при обработката на измервателната информация се появяват при обработка на постояннотокови измервателни сигнали или в областта на ниските честоти. Но поради факта че и той е с Гаусово разпределение на плътностите на амплитудите, към него могат да се прилагат същите методи на обработка както за бял шум но при сравнително по-големи времена на усредняване.



**Фиг.2.** Спектрално представяне на шум  $1/f$

При появата в измервателната информация на допълнително появяващи се взривни шумове чието разпределение на плътностите на амплитудите няма гаусов характер и понякога е дори непредвидимо, то процеса на обработка на измервателната информация трябва да се провежда на принципа на редактиране на стойности с неправдоподобна информация въз основа на зададен критерии.

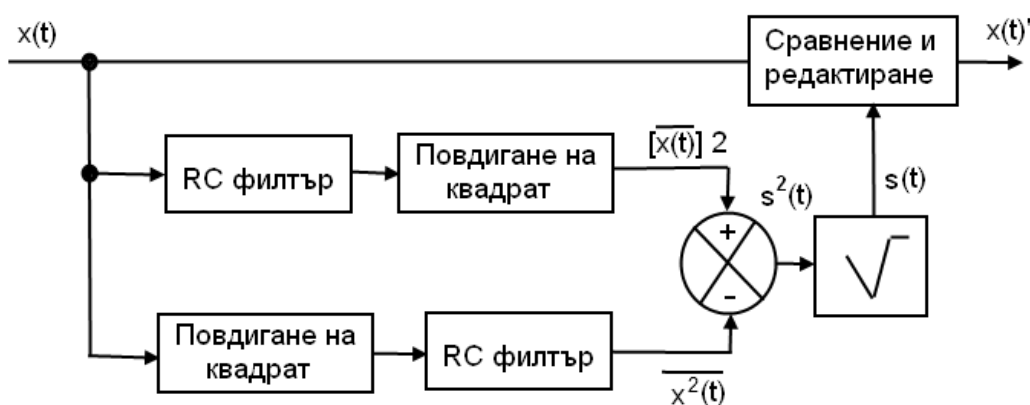
Подобен проблем възниква при обработката на сигналите от пироелектричен преобразувател при калибриране на неговото калибриране

Структура на схема за редактиране на стойности с неправдоподобни стойности на измервателна информация е представена на фиг.3 [2]. Класическия критерий за редакционна оценка се основава на базата на максимално допустимото стандартно отклонение  $s(t)$  за зададения времеви интервал  $\tau$  на обработка от интегриращите вериги.

$$(1) \quad x(t) - k \cdot s(t) < x(t - \tau) < x(t) + k \cdot s(t)$$

В зависимост от зададения допустим толеранс  $k$  спрямо стойност на текущото стандартно отклонение  $s(t)$  в блока за сравнение и редактиране се извършва замяна на текущата неправдоподобната стойност с друга получена по метода на екстраполация на съседните по време стойности преди появата на недостовърното измерване.

$$(2) \quad x(t_i) = 2 \cdot x(t_{i-1}) - x(t_{i-2})$$



**Фиг.3** Класическа схема за редактиране на стойности с неправдоподобни стойности на измервателна информация.

За коректна работа на описаната процедура би трябвало да се въведе и допълнителен критерий за ограничение така, че получената екстраполация да не доведе до нова неправдоподобна стойност.

Неудобство на посочения метод е ограничената скоростта на изменение на в амплитудата на даните сигнала който могат да се обработват заради обвързаността между  $s$  и  $\tau$ .

Разновидност на описания метод е метода за обработка на последователности от измервателни данни основани на метода на центъра на тежестта или известен като медианна филтрация въз основа на текуща фрагментация от данните [3]. Идеята се заключава в това, че медианата при липса на априорна информация за измервателния процес е най-вероятната оценка за срената стойност на величината. От друга страна медианната оценка е стойност от самата измервана величина след преподреждане и избор в зададен

интервал на обработка. Това на практика означава, че крайния резултат е най-вероятната стойност на измерената величина от входните данни без върху нея да са извършвани никакви изчислителни процедури. Подобна процедура е описана и предложена от Тюки под наименованието Tukey53H [4]. Стойностите в тази процедура се формира по следния алгоритмичен порядък:

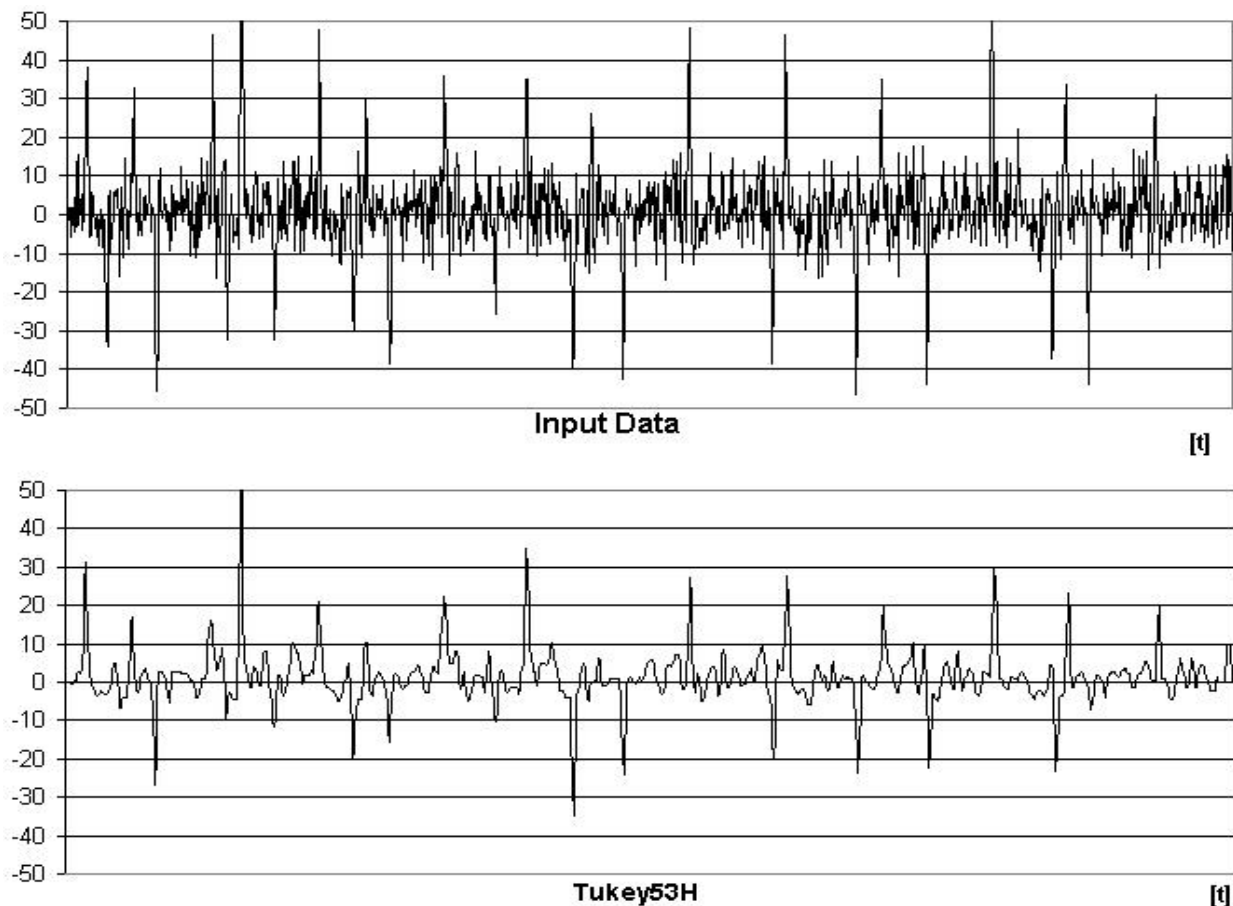
$$(3) \quad X'(i) = \text{MEDIAN}\{X(i-2), X(i-1), X(i), X(i+1), X(i+2)\}$$

$$(4) \quad X''(i) = \text{MEDIAN}\{X'(i-1), X'(i), X'(i+1)\}$$

$$(5) \quad X'''(i) = \{(X''(i-1) + 2 \cdot X''(i) + X''(i+1)) / 4\}$$

Прозореца на филтриращата функция Tukey53H е образуван въз основа на информацията от 9 последователни отчета като тяхна центрирана стойност.

Тази функция обаче притежава един съществен недостатък, при който при появата на взривен шум с продължителност по голяма от 2 последователни отчета в редицата от 9 отчета в данните за обработваната информация, то той не отстранява. При това информационната поредица от данни не филтрира от некоректните данни, а единствено се заглажда информационния поток в краищата на прозоречния интервал в третата степен на процедурата, която представлява прозоречна функция на Henning за три последователни отчета както е показано на фиг.4.



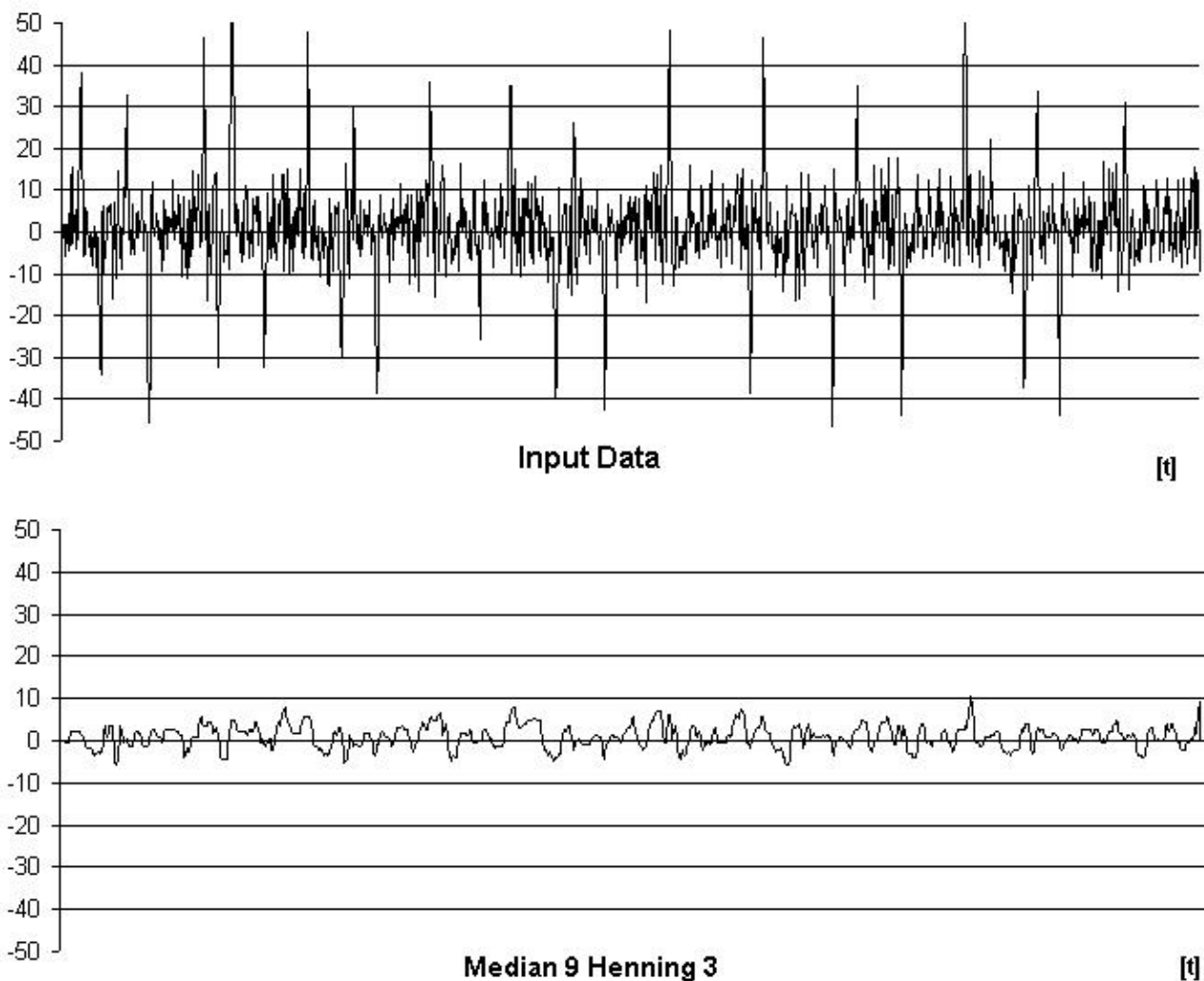
**Фиг.4** Филтрация за неправдоподобни данни и взривни шумове с процедура Tukey53H

За отстраняване на взривните шумове в информационната измервателна поредица е предложена е процедура на текуща медианна филтрация за 9 стойности. Отстраняването на неправдоподобните стойности при измерванията се извършва на базата на само центриране на измервателния резултат. Ефекта на само центрирането при медианата е „природен” компромисен избор за сигнал от поредица с най-малкото стандартно отклонение. За изглаждане и плавност на получените резултати е възможно последващо прилагане на Henning филтрация по 3 последователни отчета.

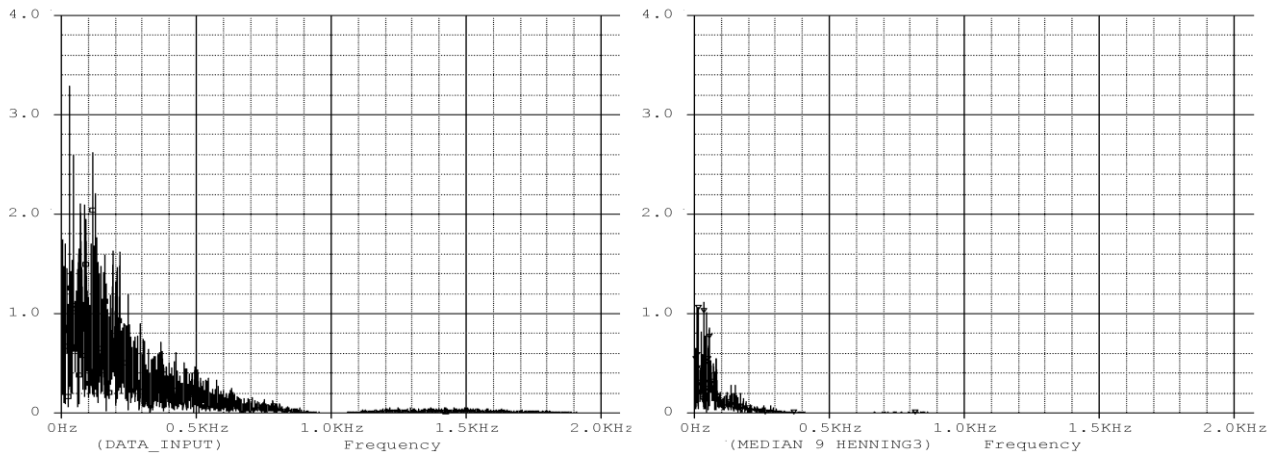
$$(6) \quad X'(i) = \text{MEDIAN}\{[X(i-3), \dots, X(i), \dots, X(i+3)]\}$$

$$(7) \quad X''(i) = [X'(i-1) + 2.X'(i) + X'(i+1)]/4$$

На фиг.5 е показан тестов пример на текуща медианна филтрация приложена върху смес от бял, 1/f и интензивни взривни шумове, а на фиг.6 спектралните плътности на входния сигнал и обработения след филтрацията.



**Фиг.5** Медианна филтрация на смес от бял, 1/f и взривен шум



**Фиг.6** Спектрална плътност на смес от бял,  $1/f$  и взривен шум и резултата след медианна филтрация

Настоящата филтрация за отстраняване на взривни шумове е извършена след оцифроване на данните от високочувствителен пироелектричен преобразувател след предварителното усилване на сигнала от електрометричен усилвател.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показани са слабите места на класическите методи за филтрация на наслагващи се взривни шумове върху измервателните сигнали при пироелектрични електрометрични преобразуватели вериги.

Предложен е метод за медианна филтрация при която за получаване на изходен резултат не се извършват изчислителни процедури върху първоначалния поток от измервателни данни, а изходната величина е най-вероятната стойност по тегловно отношение от входната последователност в зададения текущ интервал на обработка.

Резултатите в настоящата статия са във връзка с работата по проект ДФНИ-И01/99

### ЛИТЕРАТУРА

- (1) Ван дер Зил А. „Шумы при измерениях” М.: Мир, 1979
- (2) R K Otnes, L Enochson ; “Applied time series analysis” Volume 1; “Basic Techniques”; 1982
- (3) Motwani, R. & Raghavan, P.; “Randomized Algorithms”, Cambridge University Press. 1995
- (4) Paul F. Velleman; „Robust nonlinear data smoothers: Definitions and recommendations” Proc. Natl. Acad. Sci. USA Vol. 74, No. 2, pp. 434-436, February 1977