

УДК 681.121.7

І.З.МАНУЛЯК

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

СХЕМОТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЗАСОБІВ ОПРАЦЮВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ СИГНАЛІВ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ОБ'ЄМУ ТА ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ГАЗУ

Проведено огляд схемотехнічних рішень засобів опрацювання імпульсних сигналів вимірювальних перетворювачів об'єму та об'ємної витрати газу на основі якого запропоновано один з варіантів їх вдосконалення, що ґрунтується на використанні оцінок ентропії і дозволяють реалізувати опрацювання сигналів оптичного, магнітоіндуктивного та механічного типів. Залучення методів цифрового опрацювання та недорогих цифрових засобів у системах опрацювання вимірювальних сигналів дозволяють зменшити інформаційні втрати зумовлені впливом завад і, як наслідок, покращити точність первинних перетворювачів з механічним мірним елементом.

Ключові слова: первинний перетворювач, імпульсний сигнал, опрацювання.

І.З.МАНУЛЯК

Івано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ОБЪЕМА И ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ГАЗА

Проведен обзор схемотехнических решений средств обработки импульсных сигналов измерительных преобразователей объема и объемного расхода газа на основе которого предложен один из вариантов их совершенствования, основанный на использовании оценок энтропии и позволяют реализовать обработки сигналов оптического, магнитоиндуктивного и механического типов. Привлечение методов цифровой обработки и недорогих цифровых средств в системах обработки измерительных сигналов позволяют уменьшить информационные потери обусловлены влиянием помех и, как следствие, улучшить точность первичных преобразователей с механическим мерным элементом.

Ключевые слова: первичный преобразователь, импульсный сигнал, обработки.

I.Z.MANULYAK

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

DECISION OF PROCESSING CIRCUIT PULSE SIGNAL CONVERTERS AMOUNT AND VOLUMETRIC GAS CONSUMPTION

The review means processing circuit solutions pulse signals measuring transducers amount and volumetric gas flow through which offered one of the options for improvement, based on the use entropy estimates can realize optical, mechanical and magnetic sensors signal processing. Attracting digital methods of processing and low cost of digital processing systems measuring signals reduce the information loss caused by the noise influence and as a result, improve the accuracy of gas counters with mechanical dimensional element.

Keywords: primary converter, a pulse signal processing.

Постановка проблеми

Первинні перетворювачі, зокрема об'єму газу, традиційно оснащуються засобами перетворення механічного переміщення мірного елемента в електричний сигнал, зокрема імпульсний, на основі герконів, оптичних та магнітоіндуктивних первинних перетворювачів, що дозволяє представити дискретні об'єми вимірювальної величини як послідовність таких імпульсів. Перевагами використання такого підходу є простота реалізації та зручність опрацювання згаданих сигналів. У імпульсному режимі роботи можна отримати значну потужність в імпульсі, а оскільки габарити електронних пристроїв визначаються середньою потужністю, то імпульсні перетворювачі мають менші габарити порівняно з пристроями з безперервним режимом роботи. Проте використання простих рішень зумовлює ряд обмежень щодо форми і частотних характеристик імпульсних сигналів перетворювача, а також експлуатаційних умов інформаційно-вимірювальних каналів, реалізованих на їх основі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

На сучасному етапі первинні перетворювачі є первинною ланкою інформаційно-вимірювальних каналів, швидкий розвиток яких приводить до необхідності збору даних з віддалених інформаційних джерел. Проте більшість вимірювальних пристроїв, що експлуатуються, не призначені для функціонування за наявності впливу різних промислових завад, а їх заміна є неефективною. З метою

часткового вирішення згаданої проблеми використовують схмотехнічні рішення на базі нелінійних елементів, які додатково накладають обмеження на частотні характеристики сигналів. В перетворювачах імпульсного типу величини вимірювального параметру в більшості представляють в унітарному базисі [1,2]. Проте унітарний базис практично не володіє завадостійкістю, зокрема в умовах завад імпульсного типу [3]. Одним із способів компенсації низької завадостійкості є зменшення ваги одиничного імпульсу. Такий підхід дозволяє не враховувати одиничні спотворення, проте чим менша вага імпульсу (більша кількість), тим вищою стає частота їх формування, що накладає додаткові обмеження на частотні характеристики задіяного інформаційного каналу приводить та зумовлює ускладнення апаратної частини пристрою опрацювання.

Формулювання мети дослідження

Сенсорні елементи типу геркона, давачі Холла, оптичні та магнітоіндуктивні перетворювачі представляють дані про фіксовані переміщення мірного елементу лічильників газу механічного типу. Інтенсивний розвиток нових технологій переважно спрямований на формування цифрових бінарних сигналів, які дозволяють, після відповідного опрацювання (реалізується безпосередньо на замірній ділянці) подати дані в зручній формі для цифрових обчислювальних систем та їх компонентів [4]. В інформаційно-вимірювальних каналах на базі первинних перетворювачів зі згаданим представленням сигналів в експлуатаційних умовах існує ряд задач, які необхідно вирішити, зокрема захист від завад та некоректних спрацювань. Найчастіше, для вирішення таких недоліків використовують блокувальні конденсатори, підключають вхідні виводи через резистори до плюсової шини джерела живлення тощо [5]. Також для зменшення впливу завад зменшують вагу імпульсу із залученням складних схмотехнічних рішень, зокрема на базі нелінійних елементів, таких як ємнісного та індуктивного типу, які додатково обмежують частотні характеристики сигналів та мають нижчу експлуатаційну надійність. Отже, актуальними залишаються задачі опрацювання вимірювальних імпульсних сигналів таким чином, щоб уникнути хибних детектувань, втрати вимірювальних сигналів чи появи нових через сторонні завади, а також вдосконалення існуючих і розробки нових, ефективних методів опрацювання.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для формування дискретних сигналів порівняно часто використовують перетворювачі з входом типу «сухий контакт» [6]. В такому випадку необхідно забезпечити стороннє джерело живлення, яке є обов'язковим елементом системи опрацювання. Таке рішення має перевагу в плані ремонтпридатності, простоти реалізації, застосування та забезпечує гальванічну розв'язку. Перевагами використання датчиків Холла є висока надійність і довговічність, малі габарити, а недоліками – постійне споживання енергії і порівняно висока вартість. При використанні оптопар характерним є поява шумів (рис. 1, а), пов'язаних, з однієї сторони, наявністю прохідної ємності між світлодіодом і базою транзистора, а з іншої – наявністю паразитної ємності між колектором і базою фототранзистора.

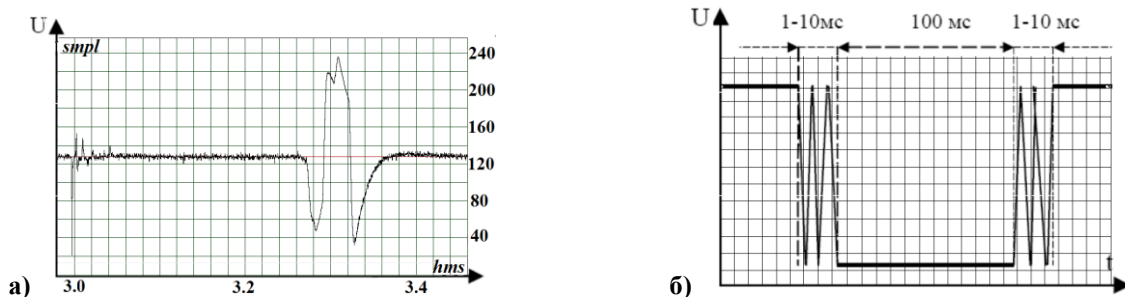


Рис. 1. Амплітудне представлення а) одиничного імпульсу і завади: hms – часова шкала перетворення мс, smpl – одиничні перетворення АЦП від 0 до 255; б) перехідного процесу замикання контактів «брязкоту»

У випадку використання механічних сенсорних елементів, зокрема герконів, при замиканні і розмиканні контактів у колі виникають імпульсні завади, які називають брязкотом (рис. 1, б), що викликає збої в роботі пристроїв, а також може призвести до псування електронних та електричних компонентів. Через це не завжди є допустимою безпосередня подача сигналів на входи логічних елементів, на яких реалізуються схмотехнічні рішення цифрового опрацювання сигналів. Фактично, формування дискретних рівнів сигналу на лічильні входи мікросхем вимагає погашення згаданих завад, які є причиною випадкового багаторазового спрацювання лічильників.

Одним з найпоширеніших способів боротьби зі згаданою імпульсною завадою є використання RC-ланок (рис. 2), які зокрема задіяні, як проміжні ланки інформаційно-вимірювального каналу з використанням турбінних лічильників СГ-16М і СГ-75М, ротаційних – RVG.



Рис.2. Схемотехнічні рішення формувачів імпульсних сигналів на основі RC-ланок

У схемі на рис. 2 час, необхідний для зарядження/розрядження конденсатора до порогової напруги, компенсує можливість виникнення згаданої завади на герконовому перетворювачі [6].

Іншим варіантом є формування довгого імпульсу за допомогою тригера, тут формування затримки також ґрунтується на використанні нелінійних елементів, типові реалізації яких, зокрема на базі тригера Шмітта, подано на рис.3.



Рис. 3. Схемотехнічні рішення формувачів імпульсних сигналів на основі тригерів

Ще одним із способів боротьби зі спотвореннями імпульсних сигналів зумовлених впливом адитивних завад та нерівномірністю (наявністю флуктуацій) руху мірних елементів перетворювачів витрати, особливо в області малих витрат є схеми затримки включення і виключення, типові реалізації яких подано на рис.4.



Рис. 4. Схемотехнічні рішення формувачів імпульсних сигналів на основі затримки включення/виключення

Недоліками розглянутих методів та реалізованих на їх основі засобів є використання елементів з нелінійними характеристиками, характеристики яких змінюються з часом та мають залежність від температурних режимів функціонування, а також обмежують частотний діапазон сигналів.

Іншими перетворювачами, які використовуються є оптопари, оскільки в них вже оптимально підібрані характеристики випромінювача і фотоприймача та їх взаємне розташування. Такі пристрої дозволяють спростувати вирішення завдань сполучення блоків, різномірних за функціональним призначенням. Оптопари використовуються для вимірювання витрати як імпульсний не вибухозахисний вихід в турбінних лічильниках газу СГ-16М і СГ-75 М, а також коректорах об'єму газу, зокрема Precistream, ультразвукових витратомірах, зокрема SITRANS F US. Крім того, згадані перетворювачі використовують для узгодження цифрових мікросхем з різними видами логіки: транзисторно-транзисторної логіки (ТТЛ), емітерно-зв'язаної логіки (ЕЗЛ) тощо [7]. Типові варіанти реалізації дискретного перетворювача переміщення мірного елементу лічильника газу із узгодженням елемента ТТЛ з МДП за допомогою транзисторної оптопари подано на рис. 5. У схемі (рис.5а) операційний підсилювач забезпечує необхідний рівень сигналів на вході цифрових пристроїв опрацювання сигналів.

Підсилені сигнали фотоприймача опрацьовують логічні елементи, що використовуються, зокрема, в цифрових схемах лічильників. Прикладами такої розв'язки можуть служити два варіанти найбільш поширених напівпровідникових реле, розімкнутих і замкнутих (рис. 5в). Реле комутує сигнали

постійного струму. Сигнал, що сприймається фототранзистором оптопар, відкриває транзистори VT1, VT2 і включає або відключає її.

На основі оптопар розроблено і випускаються модулі, які мають в своєму складі одну або кілька оптопар, підсилювачі та інші функціональні елементи, проте існування подвійного перетворення сигналу є причиною значної споживаної потужності, сильної залежності параметрів та температури, високого рівня власних шумів, конструктивно-технологічної недосконаlosti, пов'язаної з використанням гібридної технології. Перевагами використання схем з оптопарами є висока електрична ізоляція входу та виходу, односпрямованість передачі інформації, відсутність зворотної реакції фотоприймача на випромінювач, широка смуга пропускання.

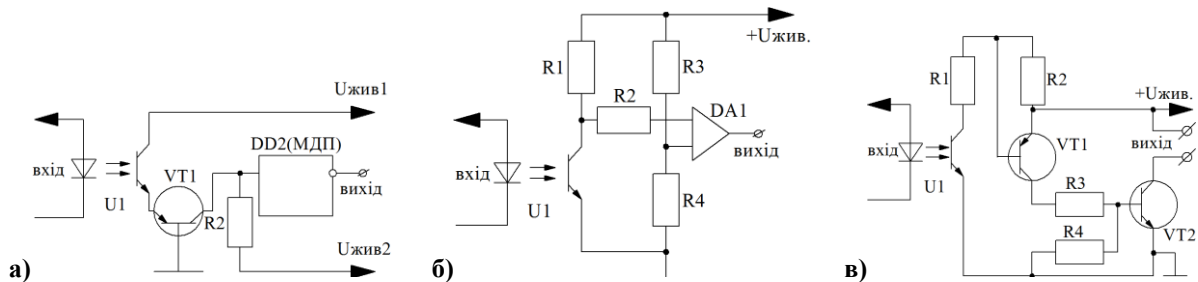


Рис. 5. Схемотехнічні рішення формувачів імпульсних сигналів на основі оптопар

Іншими доступними та надійними елементами є індуктивні датчики. Схеми на основі індуктивних датчиків також використовують в турбінних лічильниках, зокрема СГ-16М і СГ-75М, перетворювачі витрати «ТУРБОМИД-01», магніто-індукційних витратомірах SITRANS FM тощо. На рис. 6 подано типову схему індуктивного датчика наближення [8].

Перевага схеми, зображеної на рис. 6а – в здатності до стійкого функціонування в широкому діапазоні напруги живлення: 10-30В. При переміщенні мірного елемента (ротора), в якому можуть наводитися вихрові струми, здатність коливального контуру до коливань різко падає через взаємодію котушок і мішені. Тобто чутливість індуктивних датчиків до наближення металевого або магнітного матеріалу дуже висока, що є перевагою схеми.

Недоліком такої схеми індуктивного датчика наближення є різні відстані перемикачів датчика для різних матеріалів мішені – так званий коефіцієнт редукції.

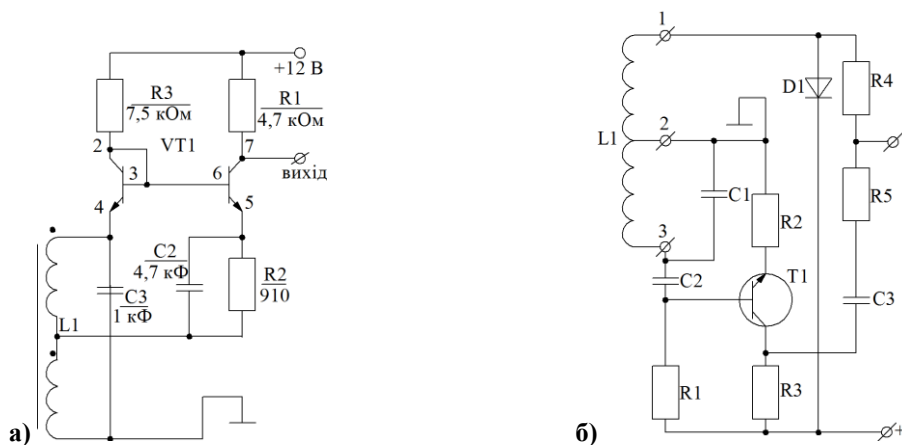


Рис. 6. Схемотехнічні рішення формувачів імпульсних сигналів на основі індуктивних датчиків

Широке застосування в схемах датчиків посіли мікроконтролери містять, які мають компаратори та АЦП. Для виявлення та опрацювання імпульсних сигналів застосовуються різні схемотехнічні рішення, зокрема ті що містять в своєму складі індуктивні елементи [10]. Реалізації схем з використанням таких чутливих елементів подані на рис. 7.

Слід зазначити, що використання індуктивних елементів має ряд переваг, серед яких висока довговічність, завдяки відсутності зіткнень і механічних впливів, не реагують на дотик рук, стійкі до механічних впливів. Проте в них порівняно мала чутливість, залежність індуктивного опору від частоти живлячої напруги, значний зворотний вплив на вимірювану величину (за рахунок тяжіння якоря до сердечника) тощо [11].

Описані схемотехнічні рішення, орієнтовані на порогову оцінку амплітуди імпульсного вимірювального сигналу, що за наявності завад потребує суттєвого зменшення ваги окремого імпульсу,

також спільним недоліком вище наведених рішень є використання елементів, які потребують адаптації під конкретні рішення.

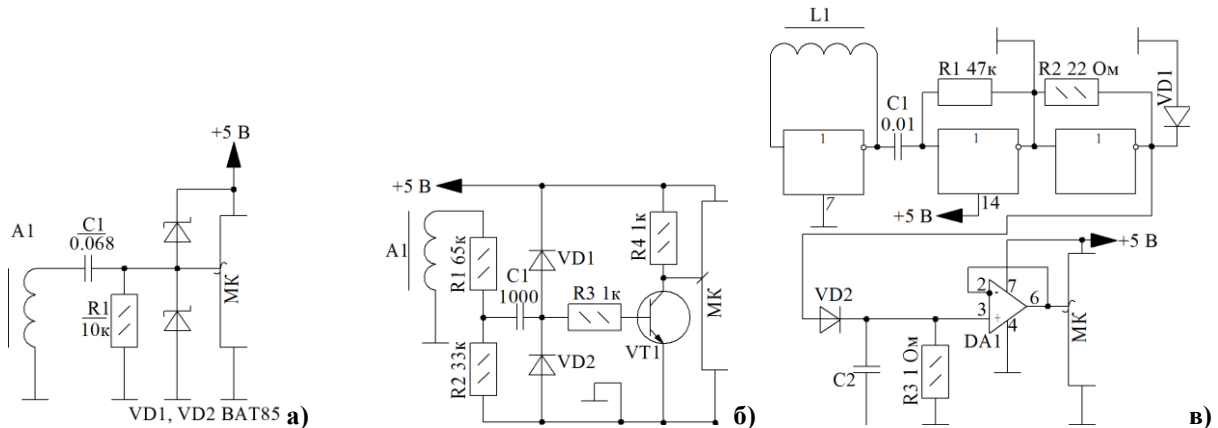


Рис. 7. Схематехнічні рішення формувачів імпульсних сигналів на основі індуктивних датчиків з мікроконтролерами

Одним з варіантів вирішення вище описаної задачі є залучення статистичного оцінювання. Інтенсивний розвиток цифрових компонентів та мікроконтролерів, які мають в своєму складі АЦП дозволяє проводити аналіз форми сигналу та оцінювати його статистичні характеристики [12]. Запропонований в [13] підхід дозволяє реалізувати ефективне цифрове опрацювання імпульсних сигналів представлених в унітарному базисі з подальшим переходом до традиційних базисів. Крім того, ще одним варіантом цифрового опрацювання імпульсних сигналів первинних перетворювачів витрати, представлених послідовними бінарними реалізаціями, є оцінювання інформаційної ентропії у інформаційно-вимірjuвальних каналах комп'ютерних систем. Такий підхід не потребує використання аналого-цифрових перетворювачів, що спрощує апаратні вимоги.

Варіант реалізації схематехнічного рішення цифрової системи первинного опрацювання вимірjuвальних імпульсних сигналів на основі типового мікроконтролера ATMEGA8QFP подано на рис.8.

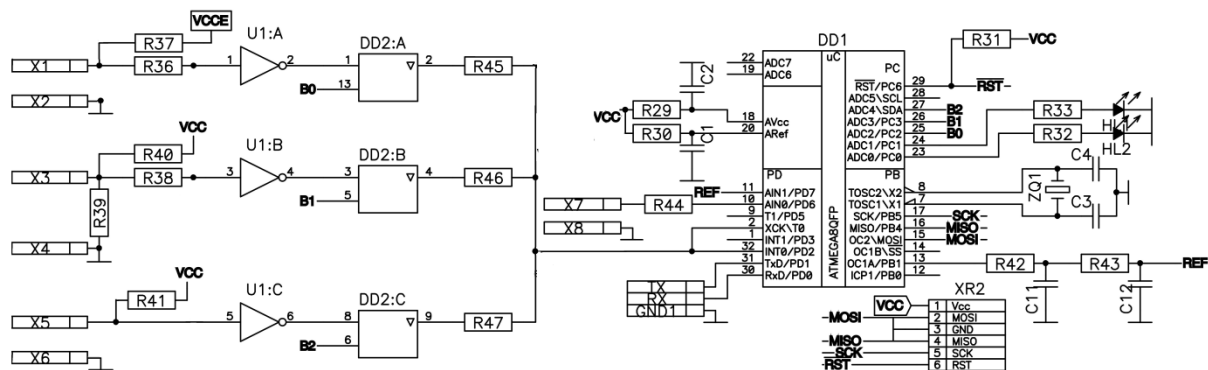


Рис. 8. Схема опрацювання сигналів на базі ATMEGA8QFP

Запропонована схема дозволяє реалізувати опрацювання сигналів сенсорів оптичного, магнітоіндуктивного та механічного типів. У випадку використання оцінок інформаційної ентропії достатньо опрацьовувати дворівневий сигнал, що дозволяє спростити апаратне забезпечення за рахунок використання компаратора.

Подальші дослідження в цьому напрямку дозволять зменшити необхідні обчислювальні ресурси для реалізації проміжних перетворювачів унітарного коду.

Висновки

В роботі проведено аналіз типових схематехнічних рішень, призначених для опрацювання вимірjuвальних імпульсних сигналів перетворювачів витрати механого типу, сотворених завадами. Запропоновано реалізацію схеми опрацювання сигналів на базі ATMEGA8QFP, яка складається з двох частин і дозволяє опрацьовувати імпульсні сигнали різних типів. Схематехнічне рішення є універсальним, оскільки дозволяє під'єднати розглянуті три типи сенсорів (герконові, оптичні та

магнітоіндуктивні), а за рахунок статичного опрацювання підвищити ефективність опрацювання імпульсних сигналів і, як наслідок, підвищити точність первинних перетворювачів витрати газу.

Важливою складовою частиною інформаційного простору є інформаційні та інформаційно-вимірювальні системи, які забезпечують формування об'єктивної інформації. Таким чином, залучення методів цифрового опрацювання та недорогих цифрових схемотехнічних рішень систем опрацювання вимірювальних сигналів дозволяють зменшити інформаційні втрати зумовлені впливом завад і, як наслідок, покращити точність первинних перетворювачів з механічним мірним елементом.

Список використаної літератури

1. Николайчук, Я.М. Теория джерел інформації. / Видання друге, виправлене / Я.М. Николайчук. – Тернопіль: ТзОВ “Терно граф”, 2010. – 536 с.
2. Волинський О. Систематизація характеристик теоретико-числових базисів та їх застосування для побудови високопродуктивних спецпроцесорів / О. Волинський, В. Пулюк // Вісник ХНТУ. — 2011. — Том 16. — № 3. — С.183-189. — (приладобудування та інформаційно-вимірювальні технології).
3. Питерсон У. Коды, исправляющие ошибки: пер. с англ. / У. Питерсон, Э. Уэлдон – М.: Мир, 1976. – 600 с.
4. Мельничук С.І. Методи та засоби формування інформаційно-вимірювальних сигналів в первинних перетворювачах витрати газу. / С.І. Мельничук, І.З. Мануляк/ XVI Міжнародна конференція по математичному моделюванню МКММ 2015. Вісник Херсонського національного технічного університету. - №3(54), 2015. с. 156-159.
5. Логические микросхемы. Часть 10. Как избавиться от дребезга контактов. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: <http://elektrik.info/main/praktika/328-logicheskie-mikroshemy-chast-10-kak-izbavitsya-ot-drebezga-kontaktov.html>.
6. 6. Схемы подавления дребезгов контактов. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: <http://esxema.ru/?p=4416>.
7. Электротехника. Частотные преобразователи. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: http://electrono.ru/6-2-primeneniye-optopar-kvant_opt.
8. Так что же это за «хитрость» - индуктивный датчик приближения? [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: <http://www.kipinfo.ru/info/stati/?id=160>.
9. Индукционный датчик. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: <http://klddetsad56.ru/bin/layfhaki/induktsionnyy-datchik-shema-skachat>.
10. Индуктивные датчики электромагнитного поля в схемах на МК. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: <http://nauchebe.net/2011/04/induktivnye-datchiki-elektromagnitnogo-polya-v-skhemaх-na-mk/>.
11. Индуктивные датчики. Бесконтактные индуктивные датчики в схемах на МК. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: <http://nauchebe.net/2011/03/induktivnye-datchiki%C2%A0-beskontaktnye-induktivnye-datchiki-v-sxemaх%C2%A0-na-mk/>.
12. Бабак В.П. Основы теории ймовірностей та математичної статистики / В. П. Бабак, А. Я. Білецький, О. П. Приставка. - К.: КВІЦ, 2003. - 432с.
13. Мануляк І.З. Застосування статистичних оцінок при опрацюванні вимірювальних сигналів спотворених імпульсними завадами. / І.З. Мануляк, С.І. Мельничук / Праці 4-ої міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки» (ПІКТ-2015). Чернівці. с.109-111.