

УДК621:179
КП 55.01.05
№ 0112U004179
Інв. №

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут» (НТУУ «КПІ»)
Приладобудівний факультет (ПБФ)
03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37; тел. (044) 454 95 47;
факс 406 85 01

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан приладобудівного
факультету НТУУ «КПІ»
д.т.н, проф.
Тимчик Г.С.
(підпис) (розшифровка підпису)

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
Розробка та дослідження мобільних ультразвукових дефектоскопів
(заключний)

Керівник НДР
доцент кафедри приладів і систем
неруйнівного контролю НТУУ «КПІ»
кандидат техн. наук

Петрик В.Ф
(підпис) (розшифровка підпису)

(дата)

2015

Рукопис закінчено 15 травня 2015 р.
Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою ПБФ НТУУ «КПІ»,
протокол від
25.05.15 № 5/15

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 33 с., 10 джерел.

Мета і завдання дослідження. Метою данної роботи є створення на базі сучасної системи на кристалі ARM ультразвукового дефектоскопа з використанням бездротової передачі даних для спрощення процесу отримання та передачі даних в системах неруйнівного контролю, збільшення вірогідності передачі даних за рахунок використання цифрової обробки і передачі безпосередньо цифрової інформації від первинного перетворювача до блоку обробки даних.

Об'єкт дослідження – бездротовий ультразвуковий дефектоскоп побудований з використанням системи на кристалі ARM.

Предмет дослідження – створення дефектоскопу з більшим функціоналом та кращими характеристиками.

Методи дослідження базуються на розробці та експериментальному дослідженні бездротових інтерфейсів передачі інформації, сучасного програмного забезпечення, цифрової обробки сигналів бездротових ультразвукових дефектоскопів.

Результати проведених досліджень та детальний їх аналіз дали змогу вдосконалити методику, надійність та точність неруйнівного контролю об'єктів та речовин. Застосування БПД для проведення НК в наш час безумовно дозволяє досягти кращого ефекту і економічної привабливості. Мобільність, зручність, надійність та легкість у створенні приладів та систем для НК з БПД відкриває новий напрямок в дефектоскопії. Відсутність з'єднувальних кабелів при передачі даних НК від і до об'єктів дає змогу проводити контроль в будь-якому просторовому положенні та в місцях з обмеженим доступом. Відсутність перешкод зменшує спотворення даних, які виникають при проходженні аналогового електричного сигналу кабелем, оскільки при використанні БПД передається лише цифрова інформація. Підключення і застосування ПК в системі НК дозволяє використовувати різноманітні методи обробки даних та здійснювати автоматичну реєстрацію та зберігання результатів діагностики.

Результати НДР в вигляді макету приладу були представлені на 18 міжнародній конференції та виставці «Сучасні методи та засоби неруйнівного контролю та технічної діагностики», м.Ялта, 4-8 жовтня 2010р.; міжнародній промисловій виставці «ПАТОН-ЕКСПО2011 – неруйнівний контроль», м.Київ, 12-14 квітня 2011р.;

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – розробка технічної документації для впровадження в серійне виробництво.

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ ДЕФЕКТОСКОП, СИСТЕМИ НА КРИСТАЛІ ARM, БЕЗДРОВОТА ПЕРЕДАЧА ДАНИХ, НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ, ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА.

Умови одержання звіту: за договором. 252171, Київ-171, вул. Горького, 180, УкрІНТЕІ.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	4
Вступ.....	5
Розділ 1. Ультразвукові методи контролю і діагностики.....	9
Розділ 2. Огляд технологій БПД.....	12
2.1. Технологія бездротової передачі даних WiFi.....	12
2.2. Бездротова технологія Bluetooth	13
2.3. Бездротова технологія ZigBee	14
2.4. Технологія GSM.....	17
Розділ 3. Поняття ARM-ядра (Системи на кристалі).....	19
Розділ 4. Мобільний ультразвуковий дефектоскоп.....	24
4.1. Постановка задачі.....	24
4.2. Структурна схема.....	25
4.3. Функціональна схема.....	26
4.4. Повірка розробленого ультразвукового дефектоскопу.....	28
ВИСНОВКИ.....	29
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	32

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

НК – неруйнівний контроль

ТД – технічна діагностика

БПД - бездротова передача даних

ПК - персональні комп'ютери

ОЗП - оперативний запам'ятовувальний пристрій **ОК** – об'єкт контролю

ПЗП - постійний запам'ятовувальний пристрій

ПП - первинний перетворювач

МП - мікропроцесор

МНК – метод неруйнівного контролю

НДР – науково-дослідна робота

ВСТУП

Одним з найбільш актуальних напрямків приладобудування ХХІ століття є створення ефективних приладів і систем неруйнівного контролю для визначення та прогнозування стану об'єктів, оцінки якості продукції та пошуку можливих дефектів. Цьому напрямку належить до 25 відсотків вартості робіт у сучасному авіабудуванні, не набагато менше у залізничному та інших видах транспорту, енергетиці, будівництві та фактично у будь-якій іншій галузі. Таким чином, розвиток сучасної промисловості неможливий без розвитку та впровадження методів і засобів неруйнівного контролю та технічної діагностики.

Поява сучасних великомасштабних промислових об'єктів – атомних станцій, терміналів зі зрідженим газом, морських свердловин, великих хімічних комбінатів та авіалайнерів, дало людству не тільки економічну користь, але й негативні наслідки у разі виходу їх з ладу. Сьогодні людство не може відмовитись від таких споруд, але воно може попередити катастрофи чи зменшити їх наслідки.

Відомо, що розвинуті країни втрачають до 10 % свого національного доходу через низьку якість продукції, яка виготовляється. У всьому світі кожного року збільшується кількість значних аварій та катастроф. Збитки тільки від дефектів втомленості металу в США складають більш ніж 100 млрд. дол. на рік, від корозії – більш ніж 200 млрд. дол. на рік [1]. В Україні збитки від низької якості матеріалів і виробів значно вищі. Надійність та якість промислової продукції або промислових об'єктів у різноманітних галузях народного господарства можуть бути забезпечені за умови використання ефективної системи контролю якості. Контроль якості має виконуватись методами, після впровадження яких продукція або об'єкти можуть бути використані за прямим призначенням, тобто методами неруйнівного контролю.

Відповідно до чинних стандартів і залежно від фізичних явищ, покладених в основу неруйнівного контролю, його поділяють на дев'ять основних видів: акустичний, радіаційний, магнітний, електромагнітний (вихрострумний), електричний, радіохвильовий, тепловий, оптичний та контроль проникаючими речовинами. Неруйнівний контроль – це частина більш широкої галузі науки – інтроскопії (внутрішнє бачення), яка охоплює також технічну і медичну діагностику, вивчення підземних структур, пошук прихованих предметів тощо.

Сьогодні в Україні є багато об'єктів та споруд, що були побудовані

десятки років тому. Такі об'єкти, як дамби гідроелектростанції, агрегати теплових електричних станцій, мости, сховища нафти і газу потребують оцінки їх стану та безпеки. Від їх надійної експлуатації залежить стан навколишнього середовища, життя тисяч людей, а також функціонування цілих галузей економіки. Ось чому сьогодні в Україні особливо гостро постає проблема впровадження новітніх технологій неруйнівного контролю.

Актуальність проблеми дослідження

Виявлення технічного стану великих та важкодоступних конструкцій є актуальною задачею, вирішенням якої займаються у всьому світі. Крім великих розмірів зазначенні конструкції можуть мати значну протяжність. До такого типу конструкцій відносять нафто- і газопроводи, тепло- і водомагістралі, цистерни, канати вантових мостів, тощо. Важливим аспектом неруйнівного контролю (НК) є гарантування безпеки у міжконтрольний період через моніторинг технічного стану об'єктів. Для цього потрібно обов'язково виявляти дефекти і за шкалою їхньої критичності проводити відповідні заходи для їхнього усунення або усунення їхнього можливого впливу. З досвіду проведення контролю, для пошуку дефектів трубопроводів, а також інших габаритних чи великих за своєю протяжністю об'єктів, варто зазначити необхідність досить великого об'єму допоміжних робіт. Такі допоміжні роботи можуть значно впливати на вартість проведення НК. Часто труби знаходяться під землею, під залізничними та іншими переходами, деякі ділянки можуть занурюватися у води. Усі названі фактори значно ускладнюють інженерну задачу забезпечення та проведення НК. Одним з актуальних питань є організація каналу передачі даних від об'єкту контролю (ОК) до блоку обробки даних. На цьому ми зупинимося детальніше.

Темп життя і роботи людей в останнє сторіччя неймовірно прискорився. Зайвим буде знову відзначати важливість та велику кількість відкриттів у всіх сферах життя в останні декілька десятиріч. Інформація, як ніколи, охопила кожну людину нашого суспільства та не дає жодних шансів в успіху тим хто ігнорує її нові хвилі. Організація, зручність, швидкість та надійність обміну інформації між такими пристроями, як LapTop, PDA, мобільні телефони, планшетні персональні комп'ютери (ПК), посідає значуще місце в сьогоднішніх розробках інженерів.

Організація каналів передачі інформації у НК, як вже зазначалося, має високу актуальність, зокрема при створенні автоматизованих систем збору та передачі даних. Бездротова передача даних (БПД), як один з нових способів, дозволяє скоротити витрати часу на здійснення контролю об'єкту, зменшити кількість обслуговуючого персоналу за значно віддаленими об'єктами, які

можуть мати як велику протяжність у випадку трубопроводів, так і просто віддаленими від оператора контролю. Останні досягнення в мініатюризації електронних пристроїв й інтеграції датчиків дають можливість одержати чутливі елементи, оснащені бездротовими засобами зв'язку й пам'яттю для зберігання і обробки даних. На базі таких елементів може бути створене «інтелектуальне» устаткування, у якому робота розрізаних датчиків може координуватися для створення мережі передачі даних.[1]

Бездротові технології – інформаційні технології, призначені для бездротової передачі інформації на відстань між двома й більше об'єктами. Для передачі інформації може використовуватися інфрачервоне випромінювання, радіохвилі, оптичне або лазерне випромінювання. На сьогодні існує безліч бездротових технологій, відомих користувачам по їхніх маркетингових назвах, таким як Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth та інші. Кожна технологія має певні характеристики, які визначають її область застосування.

WPAN (Wireless Personal Area Networks) сьогодні є одним із стандартів для організації безпроводних мереж передачі даних. Мережа типу WPAN представляє собою систему обміну даними з обмеженим радіусом дії для порівняно невеликих відстаней (3–60 м), регламентується стандартом IEEE 802.15.4. Вона використовується, як для об'єднання окремих пристроїв між собою, так і для їхнього зв'язку з мережами більш високого рівня, в тому числі з глобальною мережею Інтернет. Ці пристрої створюють канали передачі даних і діапазоні частот від 400 МГц до 2,4 ГГц.

Завдяки відсутності вимоги ліцензування широкої розповсюдженості набула частота 2,4 ГГц. Канали передачі даних на базовій частоті 2,4 ГГц стали популярними для промислової, наукової, медичної апаратури, а також для економічних бездротових рішень мереж WPAN. Згадані канали не потребують оплати за використання радіо ефіру і сертифіковані в якості локальних комунікацій. Варто відзначити підвищену зацікавленість у додатках, що використовують багатонаправлену передачу даних. Бездротові системи позбавлені багатьох незручностей, притаманних дротовим комунікаціям.

Системи БПД для організації передачі даних на великих відстанях представлені у вигляді пристроїв, які використовують GSM/GPRS(EDGE), UMTS(3G, 4G) канали. Цінова привабливість на ці технології робить можливим їхнє активне використання для галузі віддаленого промислового моніторингу, для систем отримання інформації та керування процесами.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

НДР виконане відповідно до постанови Верховної Ради України від 16 жовтня 1992 р. №2705-XI „Пріоритетні напрями розвитку науки і техніки”;

плану науково-дослідної роботи Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», теми „Розробка та дослідження мобільних ультразвукових дефектоскопів”, державний реєстраційний номер 0112U004179.

РОЗДІЛ 1

Ультразвукові методи контролю і діагностики

Можна виділити чотири події, які стали основою розвитку ультразвукового напрямку контролю. Перша подія сталася у 1826 році, коли французький фізик Ж. Колладон експериментально визначив швидкість звуку у воді Женевського озера, щоб підтвердити дані про стиснуватість рідини. Експеримент полягав в ударі у підводний дзвін та одночасному підпалі пороху. На відстані 10 миль Ж. Колладон спостерігав спалах від пороху і чув звук дзвона за допомогою підводної слухової трубки. Вимірявши часовий інтервал між цими обома процесами він вирахував швидкість звуку у Женевському озері, яка становила 1435м/сек і відрізнялась від сучасних даних всього на 3 м/сек. Цей експеримент вважають народженням сучасної гідроакустики.

Другою віхою в еволюції ультразвуку, становленні і розвитку сучасної теорії була розробка англійцем Дж. Уильямом Струттом (відомим як лорд Релей) теорії розповсюдження звуку у твердих тілах, яка стала фундаментом для науки про ультразвук. Вклад лорда Релея у науку вважався настільки суттєвим, що у 1877 році його було обрано до Палати винаходів та досліджень Великобританії.

Третя, доленосна подія в історії становлення ультразвукового контролю відбулась у 1880 році. Французькі вчені П'єр та Жак Кюрі зробили важливе відкриття, яке пізніше привело до створення сучасного ультразвукового перетворювача. Брати Кюрі помітили, що при натисканні на кристал кварцу генерується електричний заряд, який прямо пропорційний до сили, прикладеної до кристалу. Це явище було названо "п'єзоелектрикою" від грецького слова "натискати". Крім того, вчені продемонстрували зворотній п'єзоелектричний ефект, який полягав у вібрації кристалу кварцу під впливом електричного потенціалу, що змінювався. Зворотній п'єзоелектричний ефект дав можливість використовувати кварц для перетворення електричних коливань у звукові. Таким чином, п'єзоелектричні кристали стали основою сучасних ультразвукових перетворювачів, які при розширенні і стисканні перетворюють електричну енергію у механічну і навпаки [7].

Четверта подія відбулась у 1929 році, коли член.-кор. АН СРСР С.Я. Соколов першим запропонував для виявлення дефектів у матеріалі тіньовий акустичний метод з неперервним випромінюванням. Цю дату ввійшла в історію як день народження ультразвукової дефектоскопії. Метод полягав у

вимірюванні ультразвукової енергії, яка пройшла крізь зразок і не була поглинена ним. За наявності у зразку дефекту ультразвукова хвиля розсіюється і за дефектом виникає звукова тінь. Приймач ультразвукових хвиль був розташований на протилежному боці від випромінювача.

І вже у 1931 році О. Мюльхойзер отримав перший патент на прилад для ультразвукового контролю тінновим методом, а перші серійні прилади з'явилися у другій половині 40-х років ХХ століття.

До розвитку ультразвукових технологій цілісність металевих корпусів суден перевірялась за допомогою рентгенівського випромінювання. Цей процес займав багато часу та був громіздким, тому було запропоновано використати для таких цілей ультразвук. У 1940 році вчений із університету Мичигана (США) Ф. Фаєрстоун першим запропонував використовувати для контролю цілісності матеріалів луна-імпульсний метод, основи якого були розроблені ще у 1917 році французом М. Ланжевенном. Луна-імпульсний метод відрізнявся від тіннового високою чутливістю. При цьому методі реєструвалась кількість відбитих ультразвукових хвиль, а приймач і випромінювач були розташовані на одному боці зразка, що перевірявся.

Ефективність та перспективність ультразвукової діагностики та її переваги над рентгенодіагностикою, яка на той час мала широке застосування, були настільки незаперечними та очевидними, що вже у 30-ті роки лікарі почали експерименти в медицині. З'явилася ідея застосування ультразвуку у медицині для діагностування стану внутрішніх органів хворих людей.

У 1937 році німецький психіатр та невропатолог Карл Теодор Дуссик та його брат фізик Фридрих використали ультразвуковий передавач з частотою у 1,5 мГц для сканування людського мозку. Вони реєстрували згасання амплітуди ультразвукової хвилі у біологічній тканині, а отримані зображення назвали "гіперфонограмами". Беручи до уваги різницю у хвильовій передачі між пухлиною та нормальною тканиною, вчені припускали, що ультразвук може виявляти пухлини мозку. Нажаль, як було визнано пізніше, ці зображення відображали лише різницю у товщині кісток черепа людини.

У 50-і роки у медицині вперше було застосовано ефект Допплера, завдяки якому стало можливим вимірювати швидкість кровотоку у судинах. Цей ефект відкритий австрійським математиком і фізиком Христіаном Андреасом Допплером. У своєму трактаті у 1841 році він припустив, що зміна кольору зірок, яка спостерігається, відбувається за рахунок їх руху відносно Землі. Для того, щоб обґрунтувати свою теорію, Х. Допплер використав аналогію з розповсюдженням звуку. Його теорія про зміну

частоти звукової хвилі виявилась правильною. Після цього ефект Доплера став широко відомим у всьому світі і відіграв дуже важливу роль у створенні багатьох медичних приладів для діагностування серця і судин. Він використовувався у багатьох наукових аспектах від медицини до енергетики, транспорту та астрономії. Ідея ефекту Доплера полягає в тому, що якщо є відносне переміщення між джерелом звукової хвилі та спостерігачем, то спостерігач відчуває зміну частоти цієї хвилі.

Перше використання Доплер-ефекту в медицині включало вимірювання різниці у часі пробігу між двома приймачами ультразвукових хвиль, які переміщувались вгору та вниз по кровотоку. На такому принципі працював електронний витратомір Калмуса, створений у 1954 р. Піонером використання принципу Доплера для ультразвуку був також Шигео Сатомура, японський фізик з університету м. Осака. У 1956 р. він опублікував результати своїх досліджень роботи серцевого клапану. Завдяки сигналам Доплера, що генерувались рухом клапана, Ш. Сатомура проводив діагностику захворювань серцевого клапану.

Слід зазначити, що 50-ті роки ХХ століття були дуже важливими для розвитку ультразвуку. Багато із досягнень тих років знайшли нове застосування у 60-х та 70-х роках.

Отже, історичний процес зародження і розвитку знань, які лягли в основу ультразвукового контролю та становлення безпосередньо самих методів контролю можна розділити на чотири основних етапи. Перший етап був експериментальним, він почався з примітивних експериментів, які дозволили виміряти швидкість звуку та встановити природу його розповсюдження. На другому етапі – теоретичному, була запропонована теорія взаємодії акустичних полів з твердими тілами, що фактично стало основою для ультразвукових методів контролю. На третьому етапі було теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено механізм перетворення механічних ультразвукових коливань у електричний сигнал, що дозволило інженерам створювати прилади. Четвертий етап можна вважати визначальним у розробці методів контролю і створенні сучасного парку приладів і систем для їх реалізації. Важливо відзначити, що на протязі усіх чотирьох етапів знання про можливості ультразвукового контролю паралельно розвивались у двох напрямках – промисловості і медицини. Нові теорії отримані в процесі розвитку промислових галузей дуже часто використовувались для медичних досліджень і навпаки.

РОЗДІЛ 2

Огляд технологій БПД

У найбільш розповсюдженому діапазоні 2,4 ГГц широкого поширення здобули технології WiFi, Bluetooth і ZigBee. Кожна з цих технологій має власні унікальні характеристики, які і обумовлюють їх певні області використання, а також практично знищують фактор конкуренції між ними.

Таблиця 1 – Порівняння стандартів сімейства 802.15 й 802.11n

Технологія (стандарт)	<i>Wi-Fi (IEEE 802.11n)</i>	<i>Bluetooth (IEEE 802.15.3)</i>	<i>ZigBee (IEEE 802.15.4)</i>
Частотний діапазон, ГГц	2.4-2.483 5.15-5.25 5.67-5.85	2,4 – 2,483	2,4 – 2,483
Пропускна здатність	300 Мбіт/с	3 Мбіт/с	250Кбіт/с
Розмір стеку протоколу, Кбайт	Більше 1000	Більше 250	32 – 64
Час роботи від батареї, год.	12 – 120	24 – 240	2400 – 24000
Максим. кількість елементів мережі	100	7	65536
Дальність дії, м	20 - 50	10 – 100	10 – 100

У діапазоні 2,4ГГц на сьогоднішній день широке поширення одержали такі технології бездротової передачі даних, як WiFi, Bluetooth і ZigBee. Інколи ці технології можуть розглядатися як конкурентні, проте насправді кожна з них має власні унікальні характеристики, що обумовлюють їх області застосування.

2.1. Технологія бездротової передачі даних WiFi

Технологія бездротової передачі даних WiFi заснована на стандарті IEEE 802.11. Стандарт IEEE 802.11 визначає протоколи, необхідні для організації локальних бездротових мереж (WLAN). Основні з них - протокол керування доступом до середовища MAC (Medium Access Control) і протокол передачі сигналів у фізичному середовищі PHY.

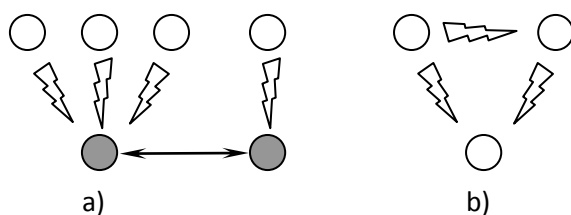


Рис .Організація WiFi мережі: а) із точок доступу; б) без точок доступу.

Як основний метод доступу до середовища, стандартом 802.11 визначений механізм CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) - множинний доступ з виявленням несучої й запобіганням колізій. В основу стандарту 802.11 покладена стільникова архітектура, причому мережа може складатися як з однієї, так і декількох осередків. Кожен стільник управляється базовою станцією, що разом з робочими станціями, які перебувають у межах радіуса його дії і робочими станціями користувачів утворює базову зону обслуговування. Точки доступу багатостільникової мережі взаємодіють між собою через розподільну систему, яка являє собою еквівалент магістрального сегмента кабельних ЛВС. Оскільки встаткування, що працює на максимальній швидкості 11 Мб/с має менший радіус дії, чим на більше низьких швидкостях, то стандартом 802.11b передбачене автоматичне зниження швидкості при погіршенні якості сигналу. WiFi орієнтований на передачу щодо більших обсягів інформації. Це може бути потокове відео, HiFi аудио, голос, ЛВС.

2.2. Бездротова технологія Bluetooth

Бездротова технологія Bluetooth заснована на стандарті IEEE 802.15.1 та є стандартом, що визначає функціонування компактних систем зв'язку на невеликих відстанях між мобільними персональними комп'ютерами, мобільними телефонами й іншими портативними пристроями.

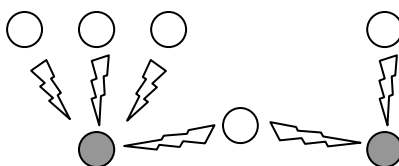


Рис. Організація Bluetooth мережі

Bluetooth являє собою недорогий радіо інтерфейс із низьким енергоспоживанням (потужність передавача всього порядку 1 мВт) для організації персональних мереж, що забезпечує передачу в режимі реального часу як цифрових даних, так і звукових сигналів. Споконвічно дальність дії радіо інтерфейсу зоставався рівним 10 метрам, однак зараз специфікаціями Bluetooth уже визначена й друга зона близько 100 м. Для роботи радіо інтерфейсу Bluetooth використовується так званий нижній (2,45 ГГц) діапазон ISM (industrial, scientific, medical), призначений для роботи промислових, наукових і медичних приладів. Радіоканал має повну пропускну здатність в 1 Мб/с, що забезпечує створення асиметричного каналу передачі даних на швидкостях 723,3/57,6 Кб/с або повнодуплексного каналу на швидкості 433,9 Кб/с. Якщо дані не передаються, то через Bluetooth-з'єднання можна передавати до 3-х дуплексних аудіоканалів по 64 Кб/с у кожному напрямку. Можлива також і комбінована передача даних і звуку. У частині організації обміну даними Bluetooth відповідає специфікації стандарту локальних мереж IEEE 802 і використовує сигнали з розширенням спектра шляхом стрибкоподібної перебудови частоти (FHSS) за псевдовипадковим законом зі швидкістю 1600 перемикань у секунду в смузі 2400-2483,5 МГц. Bluetooth працює як багато- точковий радіоканал, керований аналогічно стільниковому зв'язку GSM багаторівневим протоколом.

2.3.Бездротова технологія ZigBee

ZigBee (IEEE, 802.15.4) - це стандарт для низькошвидкісних персональних мереж бездротового зв'язку – (Low Rate Wireless Personal Area Network) (LR-WPAN). Усього за ним закріплено 27 каналів у трьох ефірних діапазонах. Загальний для всього світу на частоті 2,4 ГГц (16 каналів), додатковий для США на 915 МГц (10 каналів) і такий же на 868 МГц для Європи (один канал). Швидкість передачі даних між пристроями залежить від числа зайнятих каналів і коливається від 256 кб/с, до скромних 20. Доступ до середовища здійснюється в частотних діапазонах ISM (Industrial, Scientific

and Medical), фізичний рівень використовує двійкову фазову модуляцію (BPSK) на частотах 868/915 Мгц і квадратичну фазову модуляцію зі зсувом (O-QPSK) на частоті 2,4 Ггц. Для доступу до каналу використовується механізм множинного доступу до середовища з контролем несучої й запобіганням колізій (CSMA-CA). Даний механізм заснований на визначенні стану каналу зв'язку перед початком

Передачі і дозволяє істотно скоротити зіткнення, викликані передачею даних одночасно декількома пристроями. Стандарт 802.15.4 ґрунтується на напівдуплексній передачі даних, що дозволяє використати метод CSMA-CA тільки для запобігання колізій, а не для їхнього виявлення.

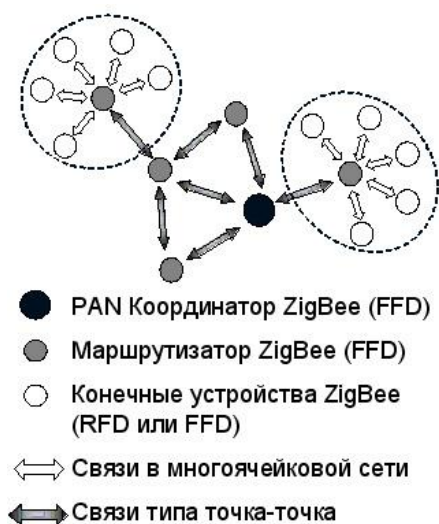


Рис . Варіант ZigBee мережі

Стандарт ZigBee визначає три типи пристроїв: координатори ZigBee, маршрутизатори ZigBee і кінцеві пристрою ZigBee. Кожна мережа повинна містити тільки один координатор ZigBee. Основне завдання координатора полягає в тому, щоб установити параметри для створення мережі й запустити процес налаштування, що припускає вибір радіочастотного каналу, унікального мережного ідентифікатора й набору операційних параметрів.

Маршрутизатори ZigBee можуть використовуватися для розширення радіуса дії мережі, оскільки вони здатні виконувати функції й ретрансляторів між пристроями, розташованими занадто далеко один від одного, щоб взаємодіяти напряму. Кінцеві пристрою ZigBee не беруть участь у маршрутизації.

Безліч ZigBee-пристроїв здатні працювати спільно у загальній радіомережі як у стандартній ієрархії типу "зірка", коли один маршрутизатор управляє всіма потоками даних, так й у змішаній топології без єдиного координатора.

Як тільки маршрутизатори й інші пристрої підключаються до мережі, вони одержують інформацію про неї від координатора або від будь-якого маршрутизатора уже задіяного в мережі і на основі цієї інформації встановлюють свої операційні параметри відповідно до параметрів мережі.

Маршрутизатор ZigBee одержує блок мережних адрес, які він розподіляє між підімкнутимися до мережі бездротовими або іншими кінцевими пристроями.

Маршрутизатор ZigBee застосовує деревоподібну маршрутизацію, що використовує деревоподібну адресацію при прийнятті рішень про маршрутизацію. Щоб зробити маршрутизацію більше ефективною, алгоритм ZigBee також дозволяє маршрутизаторам використати скорочення. Кожен маршрутизатор, на якому передбачається використати скорочення, повинен підтримувати таблицю, що містить пари виду D,N , де D — це адреса цілі, а N — адреса наступного пристрою на шляху до цієї цілі. Правило маршрутизації просто: «Якщо є скорочення — використай його, інакше використай дерево». ZigBee визначає характер роботи мереж датчиків. Пристрої утворюють ієрархічну мережу, коренем якої є координатор ZigBee. Маршрути можуть урахувати ієрархію, можлива також оптимізація інформаційних потоків.

Мережі ZigBee прості в установці, оскільки вони формуються автономно. Більше того, сполучення маршрутизації по дереву й маршрутизації на основі таблиці забезпечує гнучкість роботи й дозволяє запропонувати розробникам широкий спектр співвідношень ціна/продуктивність, тим самим сприяючи формуванню недорогої масштабованої мережної інфраструктури.

Стандарт IEEE 802.15.4 (ZigBee) орієнтований головним чином на використання як засіб зв'язку між автономними приладами й устаткуванням. У корпоративному секторі це можуть бути, наприклад, складські системи, системи автоматизації виробництва, різні датчики, сенсори, сервоприводи, електронні мітки, а в домашніх умовах - ПК, ігрові приставки, системи

безпеки, висвітлення, кондиціонування, радіофіковані іграшки й пульти дистанційного керування.

2.4. Технологія GSM

GSM (від назви групи Groupe Special Mobile, пізніше перейменований в Global System for Mobile Communications) (русск. УПС-900) - глобальний цифровий стандарт для мобільного стільникового зв'язку, з поділом каналу за принципом TDMA і високим ступенем безпеки завдяки шифруванню з відкритим ключем. Розроблений під егідою Європейського інституту стандартизації електровз'язку (ETSI) наприкінці 80-х років.

GSM-900.Цифровий стандарт мобільного зв'язку в діапазоні частот від 890 до 915 МГц (від телефону до базової станції) і від 935 до 960 МГц (від базової станції до телефону).

У деяких країнах діапазон частот GSM-900 був розширений до 880-915 МГц (MS -> BTS) і 925-960 МГц (MS <- BTS), завдяки чому максимальна кількість каналів зв'язку збільшилося на 50. Така модифікація була названа E-GSM (extended GSM).

GSM-1800 Модифікація стандарту GSM-900, цифровий стандарт мобільного зв'язку в діапазоні частот від 1710 до 1880 МГц.

Максимальна випромінювана потужність мобільних телефонів стандарту GSM-1800 - 1Вт, для порівняння в GSM-900 - 2Вт. Більший час безперервної роботи без підзарядки акумулятора й зниження рівня радіовипромінювання, однак вплив випромінювання більше високої частоти менш передбачуване й більш небезпечно для людини. Висока ємність мережі, що важливо для великих міст. Можливість використання телефонних апаратів, що працюють у стандартах GSM-900 й GSM-1800 одночасно. Такий апарат функціонує в мережі GSM-900, але, потрапляючи в зону GSM-1800, перемикається - вручну або автоматично. Це дозволяє операторові раціональніше використати частотний ресурс, а клієнтам - заощаджувати гроші за рахунок низьких тарифів. В обох мережах абонент користується одним номером. Але використання апарата у двох мережах можливо тільки в

тих випадках, коли ці мережі належать одній компанії, або між компаніями, що працюють у різних діапазонах, укладена угода про роумінг.

Проблема полягає в тому, що зона обсягу для кожної базової станції значно менше, ніж у стандартах GSM-900, AMPS/DAMPS-800, NMT-450. Необхідно більше число базових станцій. Чим вище частота випромінювання, тим більше проникаюча здатність (характеризується т.зв. глибиною скін-шару) радіохвиль і тем менше здатність відбиватися й обгинати перешкоди.

Найпростішим та найнадійнішим способом передачі даних по мережі GSM є формат DTMF. Тональний сигнал (Dual-Tone Multi-Frequency, DTMF) – двотональний багато частотний аналоговий сигнал, що використовується для набору телефонного номеру, а також для різних інтерактивних систем, наприклад, голосового автовідповідача. А половою частот, що використовуються, сигнал відповідає телефонії.

Для кодування символів у DTMF в сигнал необхідно скласти два синусоїдальних сигнали. Частоти синусоїд беруться по відповідній таблиці з рядків та стрчок, що відповідають символу, який передається.

Ще одним вдалим прикладом способу БПД на великі відстані може стати CSD (Circuit Switched Data) – технологія передачі даних, розроблена для мобільних телефонів стандарту GSM. CSD використовує один часовий інтервал для передачі даних на швидкості 9,6 кбіт/с у підсистему мережі та комутації (Network and Switching Subsystem), де вони можуть бути передані через еквівалент звичайного модемного зв'язку у телефонну мережу.

Прикладом способу пакетної передачі даних є GPRS (General Packet Radio Service) – надбудова над технологією мобільного зв'язку GSM, що здійснює пакетну передачу даних. GPRS дозволяє користувачу мобільного телефону здійснювати обмін даними з іншими пристроями в мережі GSM та з зовнішніми мережами, в тому числі Інтернет.

Зв'язок GPRS відносно до CSD і тим паче радіопередачі – надійніше та швидше. Швидкість досягається завдяки миттєвим з'єднанням в мережі

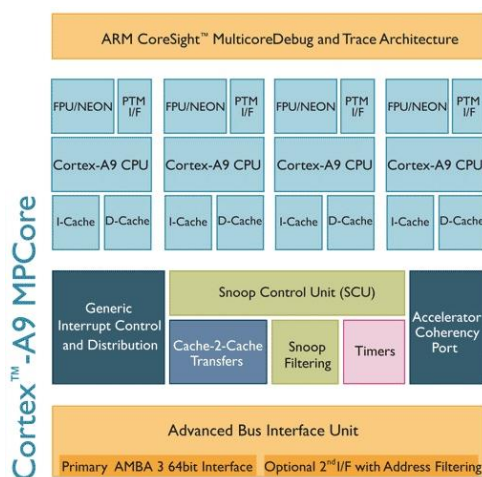
Інтернет (крім цього не потребує дозвону). Крім цього, слід відзначити значну економічність системи (в десятки раз економічніше), завдяки тарифікації за обсяг закачаної інформації, а не за час з'єднання.

РОЗДІЛ 3

Поняття ARM-ядра (Системи на кристалі)

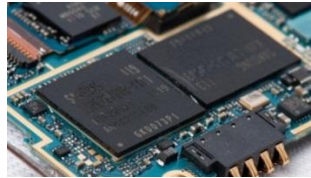
Зазвичай ми уявляємо собі процесор у вигляді головної мікросхеми на системній платі, а ядра, яких може бути кілька, - як його складові частини, які безпосередньо відповідають за виконання інструкцій.

У світі ARM терміни "процесор" і "ядро" мають дещо інше значення. Процесором називається конструкція, що складається з одного або декількох ядер, кеш-пам'яті, системної шини і інших елементів, яку виробник може негайно перетворити на мікросхему. Так, процесори ARM Cortex-A9 на сьогоднішній день випускає декілька компаній, серед яких NEC, Texas Instruments і Toshiba.



Ядро - це центральний елемент мікропроцесора, який виробник може використовувати для створення мікросхем власної конструкції. Така система на чіпі (SoC) може являти собою набагато більш складний виріб, ніж процесор, і мати більший функціонал, ніж той чи інший пристрій в цілому. Подібні мікросхеми дозволяють звести до мінімуму число компонентів для

створення кінцевого продукту, зменшити габарити друкованої плати і знизити собівартість, що особливо важливо для багатосерійного виробництва.



Типовий приклад сучасної "системи на чіпі" - мікросхема Samsung Exynos 4210, призначена для збірки смартфонів, планшетів і нетбуків. До складу цього чіпа входять два ядра ARM Cortex-A9, що працюють на частоті 1,2 ГГц, графічний 3D-прискорювач, кодек відео високої чіткості 1080p, звуковий адаптер, флеш-пам'ять, інтерфейси для підключення екрану, камери і клавіатури, шини USB, PCI Express, SATA. Крім того, передбачена можливість роботи з різними чіпами бездротового зв'язку 3G/4G, HSPA +, Wi-Fi і GPS. Іншими словами, в одній такій мікросхемі уміщається практично все, що представлено окремими модулями на материнській платі звичайного настільного ПК.

Всім відомо, що процесори ARM і "системи на кристалі" на базі архітектури ARM використовуються в смартфонах, планшетах, нетбуках і інших портативних пристроях, але це лише вершина айсберга.

Гуляючи по будь-якого сучасного торговому центру, ви проходите повз величезну кількість процесорів ARM, навіть не підозрюючи про це. Такі чіпи встановлені в найрізноманітнішій електроніці: у телевізійних та ігрових приставках, медіаплеєрах та інтернет-радіоприймачах, телевізорах і музичних центрах, програвачах DVD і Blu-ray, приймачах GPS і електронних книгах, цифрових фото і відеокамерах і в домашніх медіацентрах. Процесори ARM використовуються в різноманітному медичному обладнанні - від сканерів до систем віддаленого моніторингу.

Мікросхеми ARM застосовуються в якості "мозку" жорстких дисків і твердотілих накопичувачів, принтерів і маршрутизаторів, точок доступу і

бездротових клавіатур. Дешеві та прості чіпи на ядрах ARM можна знайти в кавоварках, бездротових телефонах і навіть в іграшках. Якщо у вас більш-менш сучасний автомобіль, то в ньому напевно знайдеться декілька пристроїв з мікросхемами ARM - чи то інформаційно-навігаційні системи, і модулі управління подушками безпеки, чи блоки управління двигуном.

Заслуговує окремої згадки проект Mont-Blanc, який об'єднав європейських розробників апаратного і програмного забезпечення в роботі над гібридним суперкомп'ютером на базі чіпів ARM NVIDIA Tegra. Мета проекту - створити на майданчику Барселонського суперобчислювального центру машину, що не поступається по продуктивності кращим сучасним суперкомп'ютерам, але щоб при цьому вона споживала в 15-30 разів менше електроенергії. До 2014 року планується досягти приблизно десятиразової енергоефективності в порівнянні з машинами на чіпах x86 при порівняній продуктивності.

Перші чіпи ARM з'явилися ще три десятиліття тому завдяки старанням британської компанії Acorn Computers (нині ARM Limited), але довгий час перебували в тіні своїх більш іменитих побратимів - процесорів архітектури x86. Все перевернулося з ніг на голову з переходом ІТ-індустрії в пост-комп'ютерну епоху, коли актуальними стали вже не ПК, а мобільні гаджети.

Почати варто, мабуть, з того, що в процесорній архітектурі x86, яку зараз використовують компанії Intel і AMD, застосовується набір команд CISC (Complex Instruction Set Computer), хоч і не в чистому вигляді. Так, велика кількість складних за своєю структурою команд, що довгий час було відмінністю CISC, спочатку декодуються в прості, і тільки потім обробляються. Звичайно, на весь цей ланцюжок дій йде чимало енергії.



В якості енергоефективної альтернативи виступають чіпи архітектури ARM з набором команд RISC (Reduced Instruction Set Computer). Його перевага в спочатку невеликому наборі простих команд, які обробляються з мінімальними витратами. Як результат, зараз на ринку споживчої електроніки мирно співіснують дві процесорні архітектури - x86 і ARM, кожна з яких має свої переваги і недоліки.

Архітектура x86 позиціонується як більш універсальна з точки зору потужних її завдань, включаючи навіть настільки ресурсомісткі, як редагування фотографій, музики і відео, а також шифрування і стиснення даних. У свою чергу архітектура ARM «виїжджає» за рахунок вкрай низького енергоспоживання і в цілому в достатній продуктивності для найважливіших на сьогодні цілей: відображення веб-сторінок і відтворення медіаконтенту.



Зараз компанія ARM Limited займається лише розробкою референсних процесорних архітектур та їх ліцензуванням. Створення ж конкретних моделей чіпів і їх подальше масове виробництво - це вже справа ліцензіатів ARM, яких налічується безліч. Є серед них як відомі лише у вузьких колах компанії на зразок STMicroelectronics, HiSilicon і Atmel, так і IT-гіганти, імена яких у всіх на слуху - Samsung, NVIDIA і Qualcomm. З повним списком компаній-ліцензіатів можна ознайомитися на відповідній сторінці офіційного сайту ARM Limited.

Така велика кількість ліцензіатів викликана в першу чергу великою кількістю сфер застосування ARM-процесорів, причому мобільні гаджети - це лише вершина айсберга. Недорогі і енергоефективні чіпи

використовуються у вбудованих системах, мережевому устаткуванні і вимірювальних приладах. Платіжні термінали, зовнішні 3G-модеми та спортивні пульсометри - всі ці пристрої побудовані на процесорній архітектурі ARM.

Російська компанія «ПКК Міландр» зі штаб-квартирою в Зеленограді, що цікаво, теж отримала ліцензію на виробництво чіпів архітектури ARM. За підрахунками аналітиків, сама ARM Limited заробляє на кожному виробленому чіпі \$ 0,067 у вигляді роялті. Але це сильно усереднена сума, адже за собівартістю новітні багатоядерні процесори значно перевершують одноядерні чіпи застарілої архітектури.

З технічної точки зору називати чіпи архітектури ARM процесорами не зовсім вірно, адже крім одного або декількох обчислювальних ядер вони включають цілий ряд супутніх компонентів. Більш доречними в даному випадку є терміни однокристальна система і система на чіпі (від англ. System on a chip).

Архітектура ARM зародилася в чіпах для настільних персональних комп'ютерів, потім протягом двох десятиліть вона ховалася в мікросхемах для побутової техніки та промислового обладнання, а сьогодні знову вийшла на комп'ютерний ринок в планшетах і нетбуках. Але чи зможуть процесори ARM повернутися в корпуси звичайних ПК і потіснити чіпи CISC?

На сьогодні, ринок стрімко рухається до відмови від десктопів в бік все більш мобільних пристроїв - ноутбуків, нетбуків, планшетів. Для такої техніки, розрахованої на роботу від акумуляторів, критично важливим стає низьке енергоспоживання, а саме це - одна з найсильніших сторін архітектури ARM. Крім того, "системи на кристалах" дозволяють зробити максимально компактний апарат, що не менш важливо для мобільного гаджета.

До обмежень сучасних процесорів ARM часто відносять їх 32-розрядну архітектуру, що обмежує обсяг адресної пам'яті, проте вже в найближчому майбутньому очікується поява нового покоління 64-бітних чіпів ARMv8, які

зможуть знайти застосування там, де потрібна робота з великими обсягами даних, наприклад в серверах. Нові процесори особливо добре підходять для серверів, що розміщуються в дата-центрах, одними з ключових вимог до яких є енергоефективність і коефіцієнт продуктивності MIPS на одиницю займаної площі.

Зокрема, компанія HP працює над проектом Redstone Server Development Platform, в рамках якого розроблено серверне шасі висотою 4м. У це шасі можуть завантажуватися 72 плати, на кожній з яких встановлено по чотири процесори Calxeda EnergyCore на базі ARM Cortex-A9 с тактовою частотою 1,3 ГГц, 4 Гб ОЗУ і 4 Мбайта кеша другого рівня.

Мета іншого проекту HP під назвою Moonshot - створення максимально енергоефективних серверів, здатних споживати на 89 % менше енергії і займати на 94 % менше місця в порівнянні з серверами класичної конструкції.

Нарешті, ARM поступово закріплюється на ринку мобільних графічних прискорювачів, які, як і "звичайні" обчислювальні процесори, можуть похвалитися винятковою продуктивністю при значній енергоефективності. Серед таких новинок варто відзначити чіп Mali-T658, розрахований на роботу спільно з ARM Cortex-A15 і Cortex-A7, а також з ядрами наступного покоління ARMv8. Як стверджують розробники, новинка в десятки разів швидше прискорювача Mali 400 MP, який вбудований, наприклад, в "систему на чіпі Samsung Exynos.

РОЗДІЛ 4

Мобільний ультразвуковий дефектоскоп

4.1. Постановка задачі

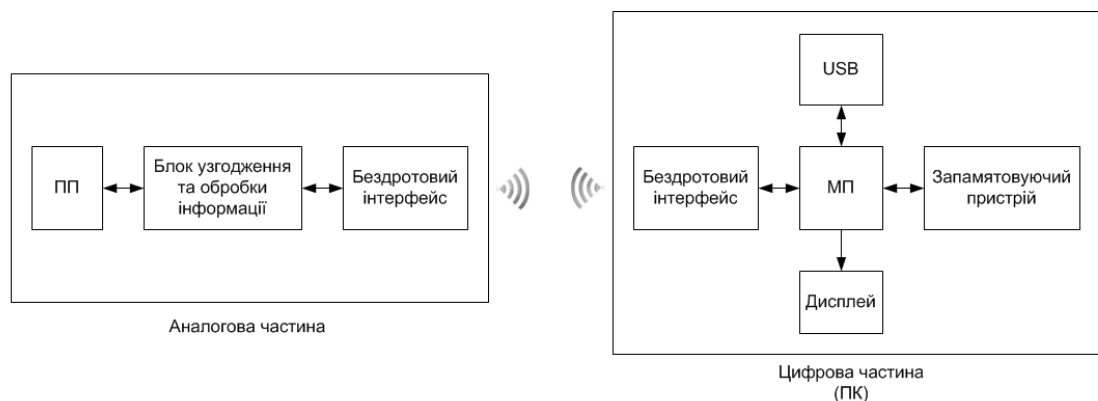
Відомі дефектоскопи, що містять послідовно з'єднані синхронізатор, генератор коливань, перетворювач, підсилювач, автоматичний сигналізатор дефектів, індикатор, блоки управління підсилювачем, блок формування стробу автоматичного сигналізатора дефекту і т.д.

Недолік згаданих дефектоскопів полягає у неможливості їх застосування у місцях з обмеженим доступом, а також відсутність у них пристроїв для автоматизованого зберігання даних вимірювань.

Під час проведення патентно-інформаційних досліджень при підготовці не було виявлено конструкцій безпроводних дефектоскопів, які б надавали можливість їх застосування у місцях з обмеженим доступом, а також мали б пристрої для автоматизованого зберігання даних вимірювань.

Зважаючи на сказане, була поставлена задача створити бездротовий дефектоскоп, який би надав можливість його застосування у місцях з обмеженим доступом, а також мав би пристрій для автоматизованого зберігання даних вимірювань.

4.2. Структурна схема

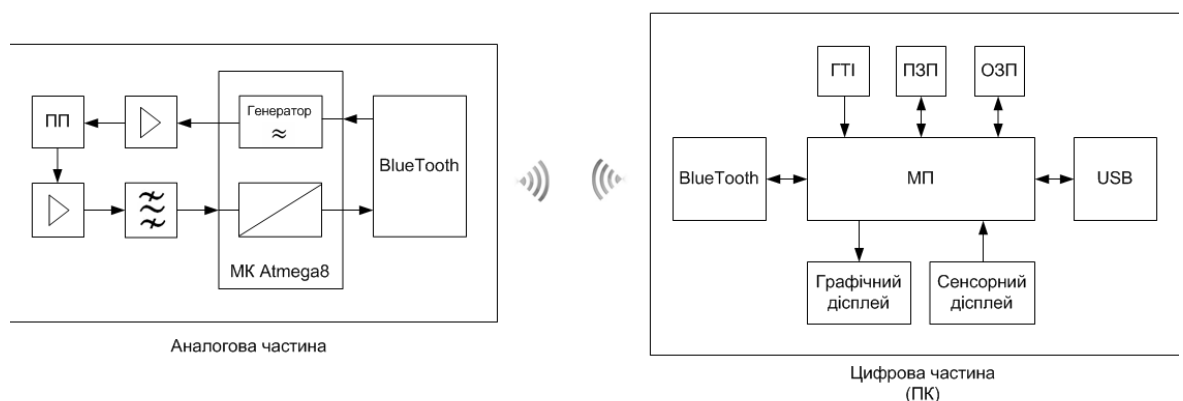


Мобільний ультразвуковий дефектоскоп складається з двох частин, а саме аналогової та цифрової. Аналогова частина використовує стандартний 5-ти мегагерцовий первинний перетворювач (ПП), блок узгодження та обробки інформації та бездротовий інтерфейс. Цифрова частина виступає у ролі персонального комп'ютера, який працює на безкоштовній та зручній для програмування операційній системі Linux. Вона складається з бездротового інтерфейсу, мікропроцесорної системи на кристалі ARM (МП), графічного дисплею з сенсорним інтерфейсом, оперативного запам'ятовувального

пристрою (ОЗП) та постійного запам'ятовувального пристрою (ПЗП), та інтерфейсу USB для обміну з іншими ПК.

В першу чергу цифрова частина керує аналоговою, що дозволяє використовувати первинні перетворювачі різної частоти. По друге, використання різноманітного програмного забезпечення, створеного на операційній системі Linux, дозволяє застосовувати різні підходи обробки сигналу. Вся інформація записується на зручній та універсальний носій і виводиться на дисплей як у графічному так і в цифровому вигляді. Інтерфейс USB дозволить швидко та зручно передавати записану інформацію на інший ПК для подальшої обробки, якщо це необхідно. Система на кристалі ARM дозволяє зекономити не лише кошторис розробки, але й енергозатрати, що для автономної системи є важливою характеристикою. Також ця система дозволяє отримати необхідну потужність, що дозволить якісно оцифровувати корисний сигнал. Бездротовий інтерфейс дозволить відмовитися від «зав'язаності» первинного перетворювача з дефектоскопом. Використання бездротового інтерфейсу дозволить передавати інформацію у цифровому вигляді, що, в свою чергу, не змінить якість вимірювального сигналу. Також використання такої системи дозволить використовувати аналогову частину з первинним перетворювачем у важкодоступних місцях, що призведе до полегшення та спрощення процесу сканування.

4.3. Функціональна схема



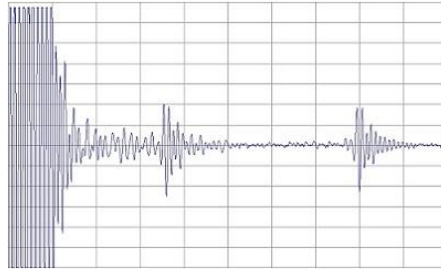
Оператор використовуючи можливості сенсорного дисплею вибирає робочу частоту первинного перетворювача, форму вихідного сигналу та необхідну кількість періодів. Мікропроцесор iMX233 на програмованих виходах формує сигнал, що потрапляє на вхід BlueTooth. Він в свою чергу передає необхідну інформацію в аналогову частину дефектоскопу. Керуючись цією інформацією мікроконтроллер Atmega8 генерує сигнал необхідної звукової частоти та необхідної кількості періодів. Підсилювач підсилює сигнал до необхідної амплітуди акустичної хвилі. Отриманий корисний сигнал про стан об'єкту контролю також підсилюється та відфільтровується смуговим фільтром. За допомогою мікроконтроллера Atmega8 сигнал оцифровується за допомогою десятирозрядного АЦП, який вбудований в даний мікроконтроллер. Далі цей сигнал по бездротовій системі передачі інформації відправляється на обробку до мікропроцесора iMX233.

Мікропроцесора iMX233 працює на операційній системі Linux, на базі якої створена необхідне програмне забезпечення. Для формування робочої частоти процесора в цифровій частині мобільного ультразвукового дефектоскопу використовується генератор тактових імпульсів. Необхідною умовою роботи мікропроцесора необхідна наявність ОЗП та ПЗП. В якості ОЗП використовується стандартна мікросхема оперативної пам'яті Hynix HY5DU121622DTP-2 32Mx16 DDR. ПЗП в свою чергу реалізовано в якості флеш-карти microSD об'ємом 1 Гб, на якій зберігається операційна система та можуть записуватися оброблені дані.

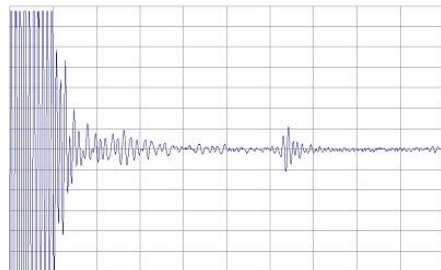
Інтерфейс USB, який використовується у цифровій частині, створено для передачі інформації для остаточної обробки на ПК. Також дану інформацію можна скопіювати, використовуючи BlueTooth або microSD. Графічний дисплей дозволяє отримати інформацію про об'єкт контролю не тільки у кількісному вигляді, наприклад товщину ОК в мм чи координати знаходження дефектів, а і в графічному вигляді, що дозволить досвідченому дефектоскопісту робити певні висновки про стан ОК.

4.4. Повірка розробленого ультразвукового дефектоскопу

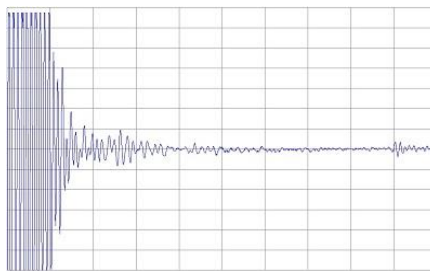
Представлені результати порівняльного аналізу розробленого дефектоскопу з його найближчим по ціні аналогом Einstein-II



Відстань до дефекту 15 мм



Відстань до дефекту 35 мм



Відстань до дефекту 50 мм

Прилад	Einstein II		Мобільний безпроводний УЗ дефектоскоп	
	Результати вимірів мм	Відносна похибка %	Результати вимірів мм	Відносна похибка %
Відстань мм				
10,00	9,40	6	9,80	2,00
15,00	13,80	8	14,20	5,33
20,00	18,40	8	20,10	0,50
25,00	24,60	1,6	24,90	0,40

30,00	30,20	0,67	30,10	0,33
35,00	34,80	0,57	34,80	0,57
40,00	40,00	0	40,10	0,25
45,00	45,60	1,33	45,10	0,22
50,00	50,40	0,8	50,20	0,40
55,00	55,30	0,55	55,20	0,36
60,00	61,00	1,67	60,50	0,83

Аналіз характеристик показує що розроблений дефектоскоп не поступається параметрам зарубіжного аналога.

ВИСНОВКИ

1.Проведено патентно-інформаційний пошук по темі «Мобільний ультразвуковий дефектоскоп» в результаті чого поставлені задачі дослідження.

2.Одержані патенти:

Патент №50968 Україна. Спосіб неруйнівного контролю об'єктів та речовин / О.Л.Кустовський, В.Ф.Петрик: заявл.15.01.2010; опубл. 25.06.2010.

Патент №50632 Україна. Ультразвуковий безпроводний дефектоскоп / О.Л.Кустовський, В.Ф.Петрик: заявл.29.04.2010; опубл.10.06.2010.

3.Розроблені структурна, функціональна та принципова електрична схема мобільного ультразвукового дефектоскопа.

4.Виготовлено дослідний зразок мобільного ультразвукового дефектоскопа, який демонструвався на двох міжнародних виставках.

ІНТТ Украинский Информационный Центр
«НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИЯ»

Создан при содействии Проекта УКР\98\006 «Обмен технологической информацией в Украине для поддержки экономических преобразований» Программы Развития ООН

02094, г. Киев, ул. Минина, 3, к. 47. Тел./факс: (+38 044) 5733040

E-mail: office@conference.kiev.ua;

✉: 02094, г. Киев, а/я 41

www.conference.kiev.ua

СВИДЕТЕЛЬСТВО

г. Ялта

4–8 октября 2010 г.

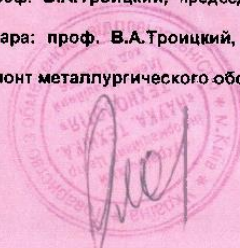
Это свидетельство выдано господину:

ПЕТРИКУ ВАЛЕНТИНУ ФЕДОРОВИЧУ

в том, что он участвовал в работе выставки на 18 международной конференции на тему «Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики», проведенной в г. Ялта, где представлял разработанный на кафедре ПСНК НТУУ «КПИ» мобильный ультразвуковой дефектоскоп.

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ:

- Общие вопросы неразрушающего контроля (НК) и технической диагностики (ТД) • Теоретические вопросы взаимодействия физических полей с веществом контролируемых объектов • Техническая диагностика и мониторинг состояния производственных объектов • Контроль напряженного состояния конструкций, изделий и сварных соединений • Опыт и перспективы НК на предприятиях горно-металлургического комплекса • НК и ТД в нефтегазовой отрасли и энергетике • Контроль и диагностика строительных конструкций • Вибрационные методы диагностики • Вопросы обучения, аттестации и сертификации специалистов, подразделений НК и ТД • Разработка и гармонизация стандартов в области НК и ТД • Метрологическое обеспечение средств НК • Состояние и развитие НК и ТД в Украине • Заседание Правления УО НКТД
- В рамках конференции состоялись семинары: 1. Презентация фирмы General Electric (Дженерал Электрик) – многопрофильная компания, работающая в сфере высоких технологий, производственных, информационных и финансовых услуг для решения сложнейших проблем сегодняшнего дня. GE Sensing & Inspection Technologies – подразделение компании GE, специализирующееся в области неразрушающего контроля. На сегодняшний день в компанию GE Sensing & Inspection Technologies входят такие известные в прошлом компании, как Krautkrampf, Nuket, Seifert, Agfa NDT и многие другие. Презентация будет посвящена в целом оборудованию неразрушающего контроля производства GE Sensing & Inspection Technologies (УЗК, рентген, вихреток, визуальный контроль), так и, в частности, установкам автоматизированного неразрушающего контроля труб и другой продукции: ж/д колеса, рельсы и т.д.
- 2. «Об опыте сертификации специалистов НК в соответствии с требованиями международных и национальных стандартов» с участием Украины, России, Белоруссии, Германии, Словакии, Чехии, Болгарии. Руководители семинара: Г.А. Бигус, Волкова Н.Н., Муллин А. В., (Россия), Н.Г. Белый, А.Г. Юнацкий (Украина), Н.Г. Медведевских (Беларусь), А.Алексиев (Болгария).
- 3. «Неразрушающий контроль и техническая диагностика оборудования АЭС, находящихся в эксплуатации» Руководители: Бажуков А.В., Насонов Г.Г., Ожигов Л.С. (Украина), Разыграев Н.П. (Россия), В. Ничев (Болгария).
- 4. «Ультразвуковой контроль ответственных объектов с использованием современных технологий ультразвукового контроля TOFD (дифракционно-временной метод), LRUT (дальнодействующий ультразвуковой контроль направленными волнами), УТРА (ультразвуковой контроль с применением систем основанных на фазированных решетках)». Руководитель семинара – д.т.н., проф. В.А.Троицкий, председатель УО НКТД, руководитель отдела неразрушающего контроля ИЭС им.Е.О.Патона. Руководители семинара: проф. В.А.Троицкий, ИЭС им.Е.О.Патона, Peter Mudge, Phil Catton, Британский институт сварки TWI
- 5. «Диагностика и ремонт металлургического оборудования», ДП «Диамех-Украина»



З. Ю. Главацкая

ген. директор УкрІЦ «НАУКА. ТЕХНИКА.
ТЕХНОЛОГИЯ»



УКРАЇНСЬКЕ ТОВАРИСТВО
НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ТА ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

СЕРТИФІКАТ

м. Київ,
Виставковий центр «КиївЕкспоПлаза»

12-14 квітня 2011р.

Цей сертифікат видано

КУСТОВСЬКОМУ ОЛЕКСАНДРУ ЛЕОНІДОВИЧУ
та
ПЕТРКУ ВАЛЕНТИНУ ФЕДОРОВИЧУ

за участь в Міжнародній промисловій виставці
«ПАТОН.ЕКСПО 2011 – Неруйнівний контроль»

з експонатом:

«Мобільний ультразвуковий дефектоскоп»

Голова УТ НКТД



проф. Троїцький В.О.

УТ НКТД – 2011

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Петрик В.Ф. Бездротова передача даних у неруйнівному контролі / Кустовський О.Л., Петрик В.Ф. // Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання: матеріали 5-ї міжнародної науково-технічної конференції і виставки, 2-5 грудня 2008р., м.Івано-Франківськ, ІФНТУНГ - 2008. - С.120.

2.Petryk V. Wireless communication of data in nondestructive testing / Kustovskyi O., Petryk V., Krepak D. // Second International Scientific Conference "Intelligence,Integration,Reliability", 22-23 april 2009, NTUU (KPI), Kiev, 2009.

3. Петрик В.Ф. Бездротовий акустичний дефектоскоп / Кустовський О.Л., Петрик В.Ф., Лігоміна С.М. // Современные методы и средства неразрушающего контроля и технической диагностики: материалы шестнадцатой ежегодной конференции и выставки, 5–9 октября 2009 г., Ялта-Киев: УИЦ “Наука. Техника. Технология” - 2009.

4.Петрик В.Ф. Бездротовий акустичний дефектоскоп / О.Л. Кустовський, В.Ф. Петрик, Р.С. Савченко // МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ: матеріали науково-практичної конференції, 25-26 листопада 2009 р., м. Івано-Франківськ, ІФНТУНГ - 2009 р. – С.79.

5. Петрик В.Ф. Мобільний комп'ютерний дефектоскоп / О.Л. Кустовський, В.Ф.Петрик, Р.С. Савченко // Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки: матеріали науково-практичної конференції, 17 червня 2010 р., м. Київ, Національний Авіаційний Університет, Державний науково-дослідний інститут авіації – 2010.

6. Спосіб неруйнівного контролю об'єктів та речовин: Патент №50968 Україна: G01N 29/24 / О.Л.Кустовський, В.Ф.Петрик: заявл.15.01.2010; опубл. 25.06.2010, бюл.№12.

7. Ультразвуковий безпроводний дефектоскоп: Патент №50632 Україна: G01N 29/00 / О.Л.Кустовський, В.Ф.Петрик: заявл.29.04.2010;

опубл.10.06.2010, бюл.№11.

8. Петрик В.Ф. Аналіз похибок мобільного ультразвукового дефектоскопу / О.Л. Кустовський, В.Ф.Петрик, А.Г.Протасов, Р.С. Савченко, О.Л. Дугін // Електромагнітні та акустичні методи неруйнівного контролю матеріалів та виробів ЛЕОТЕСТ – 2011: матеріали 16 міжнародної науково-технічної конференції, 21-26 лютого 2011 р., смт Славське, Львівської обл., УТНКТД та ін. – 2011. – С.20-22.

9. Петрик В.Ф. Використання безпроводних технологій передачі даних для вирішення задач у неруйнівному контролі / О.Л.Кустовський, В.Ф.Петрик, К.М.Серий, Д.О.Мельник // Вісник НТУ «ХПІ», серія Електроенергетика і перетворююча техніка: Зб. наук. праць НТУ «ХПІ». Харків. – 2012. – №40. – С.71-77.

10. Петрик В.Ф. Мобільний ультразвуковий дефектоскоп / Петрик В.Ф., Топіха Д.М. // Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання: матеріали IV Науково-практичної конференції , 26-27 листопада 2013 р., Івано-Франківськ, ІФНТУНГ - 2013. – С.71-77.

11.Петрик В.Ф. Использование беспроводных технологий в дефектоскопии / Петрик В.Ф., Ковтун Г.М., Топиха Д.М. // Ж-л «Научни Известия НТСМ»: материалы междун. конф. «Дни НК 2014», 2014р, – Созополь, 2014. – № 150 – С.486 – 488.