

Корисна модель належить до антивібраційних пристроїв та демпферних систем, які призначені для гасіння низькочастотних вібрацій та ізоляції мікрофонів від ударних навантажень, зокрема з боку підлоги.

Для однозначного розуміння подальшого опису введено наступні терміни та аббревіатури:

"актуатор" - пристрій для перетворення послідовності електричних імпульсів в прямолінійне переміщення штока в прямому та зворотному напрямках;

"акселерометр" - датчик, який вимірює прискорення, тобто зміну швидкості об'єкта або дію сили (включно з гравітацією та вібраціями), перетворюючи ці дані в електричні сигнали;

"алгоритм" - послідовність дій, яка гарантує отримання конкретного результату за скінченне число операцій;

"блок-схема" - графічне зображення алгоритму за допомогою стандартизованих елементів і зв'язків між ними;

"ініціалізація" - початковий етап налаштування автоматизованої системи керування;

"п'єзостек" - виріб, який складається з набору (стосу) окремих п'єзоелементів, що дозволяє отримувати на виході такого п'єзоелектричного актуатора значні механічні зусилля, при цьому п'єзоелементи реалізують явище п'єзоелектричного ефекту, що полягає у взаємоперетворенні електричної та механічної енергій;

"сабвуфер" - акустична система, призначена для відтворення низьких частот;

"тюнінг" - точне налаштування технічної системи для максимально ефективного виконання відповідних функцій;

АЦП - аналого цифровий перетворювач;

RMS (Root Mean Square) - середньоквадратичне значення сигналу, яке показує його ефективну енергію;

SNR (Signal to Noise Ratio) - співвідношення корисного сигналу (голос співака) до шуму (вібрації, гул, сторонні звуки залу);

Wi-Fi - технологія бездротового зв'язку, що базується на стандартах IEEE 802.11, яка використовує радіохвилі для з'єднання пристроїв (смартфонів, ноутбуків, планшетів, тощо).

Відомі мікрофонні стійки, що дозволяють закріпити один мікрофон або використовувати подвійні тримачі, призначені для підтримки декількох студійних мікрофонів. Вони забезпечують незалежне та точне регулювання кожного мікрофона [1].

Недолік відомих конструкцій полягає в їх нестабільності за умов, коли два мікрофони розміщені асиметрично; відсутні також механізми захисту від вібрацій підлоги та механізми регулювання де кут, висота і відстань кожного мікрофона задаються окремо.

Відома також конструкція для підтримки двох мікрофонів за допомогою плаского тримача з двома отворами, який кріпиться до вертикальної трубчастій частини штатива [2].

Недолік відомої конструкції полягає в обмеженні їх функціональних можливостей, а саме - відсутності незалежного регулювання відносного положення мікрофонів та кута їх нахилу. Конструкція не має антивібраційного захисту.

З патентної літератури відомий штатив підтримки мікрофона для вимірювання його акустичних характеристик, в якому опорна стійка містить дві прямокутні трубчасті кріпильні частини, які з'єднані одна з одною в напрямку осі шляхом вставки однієї з кріпильних частин в іншу таким чином, що одна може ковзати всередині іншої в напрямку вертикальної осі. У кутовій частині однієї кріпильної частини утворено кілька прорізів для регулювання висоти. В іншій кріпильній частині утворено проріз для регулювання висоти завдяки ковзанню двох кріпильних частин у напрямку висоти стійки мікрофона. Шнур мікрофона для вимірювання акустичних характеристик, розміщеного на верхній частині стійки мікрофона, вставляється та закріплюється всередині двох прорізів, які були розташовані шляхом ковзання двох кріпильних частин [3].

Недолік відомої конструкції - відсутність можливості підтримки двох мікрофонів та відсутність демпферних засобів.

Найближчим аналогом, є система, що включає видовжену трубчасту частину та пласку масивну основу. Видовжена частина містить принаймні одну жорстку секцію та принаймні одну гнучку секцію. Крім цього, до нижнього кінця видовженої частини може бути прикріплена пласка масивна основа, а до верхнього кінця гнучкої секції видовженої частини може бути прикріплений мікрофон. Це дає змогу утримувати мікрофон у потрібному положенні, змінювати кут і висоту, зручно фіксувати його, а також приховувати кабель всередині трубчатого каналу [4].

Спільними ознаками з запропонованою корисною моделлю є наявність видовженої трубчастої частини і плоскої масивної основи.

Недолік відомої конструкції - неможливість підтримки двох мікрофонів та відсутність активних демпферних систем для гасіння низькочастотних вібрацій для ізоляції мікрофонів від ударних навантажень з боку підлоги.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити інтелектуальну антирезонансну підставку для мікрофонів з активною протидією вібраціям та спорадичним поштовхам.

Поставлена задача вирішується тим, що інтелектуальна антирезонансна підставка, що містить плоску основу, до якої закріплено центральну трубчасту частину (ЦТЧ), згідно з корисною моделлю, додатково містить два незалежно регульовані кронштейни для підтримки мікрофонів; механізми незалежного регулювання кута нахилу кожного мікрофона, висоти його розташування, віддалі від ЦТЧ та кута нахилу мікрофонів відносно вертикалі; при цьому плоска основа виконана з можливістю виявлення низькочастотних вібрацій за рахунок введення мікропроцесорної інтерактивної системи гасіння поштовхів та вібрацій (МІСГПВ).

Крім цього, МІСГПВ містить джерело живлення, мікропроцесор з вбудованим АЦП, оперативну пам'ять, групу датчиків для реєстрації коливань основи (ДРКО), групу датчиків для реєстрації коливань мікрофонів (ДРКМ), щонайменше три актуатори та Wi-Fi-модуль.

Крім цього, ЦТЧ виконана з можливістю компенсації мікрорухів співака, блокування передачі вібрацій на мікрофон та стабілізації кутів їх нахилу і містить кероване демпферне ядро (КДЯ) з актуаторами.

Крім цього, ЦТЧ виконана телескопічною.

Ці суттєві ознаки невідомі з патентної та технічної літератури. Використання нових наведених вище суттєвих ознак з відомими, властивими найближчому аналогу запропонованої корисної моделі, дає змогу багатократно реалізувати поставлену задачу.

Між новими суттєвими ознаками корисної моделі та вирішеним результатом існує безпосередній причинно-наслідковий зв'язок.

"Інтелектуальність" запропонованої антирезонансної підставки полягає в наступному:

- адаптивність до параметрів сцени: МІСГПВ автоматично налаштовує параметри під тип підлоги (дерево, бетон, подіум); враховує масу ЦТЧ з кронштейнами, тримачами та мікрофонами, розташування та присутність сусідніх джерел вібрації, що виключає необхідність постійного ручного тюнінгу.

- контекстна обізнаність: МІСГПВ розрізняє кроки, удари барабана, низькочастотний гул сабвуфера та вибирає відповідний режим (імпульсний гармонічний змішаний).

- прогнозування: МІСГПВ виконує короткострокове передбачення коливань за моделлю стану навколишнього середовища дозволяє діяти з упередженням, зменшуючи фазову затримку реакції на зовнішні збурення.

- МІСГПВ автоматично оцінює вторинну траєкторію взаємодії (вплив електроприводу на мікрофон) і періодично її оновлює для стабільної роботи у різних умовах.

- енергетична ощадність: МІСГПВ мінімізує енергію п'єзоелектричного електроприводу, балансує наявне пасивне демпфування й активну компенсацію, щоб уникати перегріву, що суттєво подовжує автономну роботу.

- діагностика та надійність: МІСГПВ виявляє деградацію датчиків, актуаторів, сигналізує про перевищення лімітів, пропонує безпечні профілі роботи шляхом повідомлення через модуль Wi-Fi.

Корисна модель пояснюється за допомогою креслень.

Де на фіг. 1 показано зовнішній вигляд підставки, на фіг. 2 - структурну схему МІСГПВ, на фіг. 3 - блок-схему алгоритму функціонування МІСГПВ.

На кресленнях використані наступні основні позначення:

1 - плоска основа підставки; 2 - ЦТЧ; 3 - кронштейн; 4 - мікрофон; 5 - тримач мікрофона; 6, 7 - механізми незалежного регулювання кута нахилу мікрофона та його положення відносно ЦТЧ; 8 - МІСГПВ; 9 - КДЯ; 10 - мікропроцесор з вбудованим АЦП; 11 - оперативна пам'ять; 12 - джерело живлення; 13 - група ДРКО; 14 - група ДРКМ; 15 - актуатори; 16 - Wi-Fi-модуль; 17 - виходи мікропроцесора; 18 - електричний ключ; 19 - вертикаль; 20,..., 26 - блоки алгоритму.

Інтелектуальна антирезонансна підставка на фіг. 1 включає плоску основу 1, до якої закріплено ЦТЧ 2, і додатково містить два незалежно регульовані кронштейни 3 для підтримки мікрофонів 4 за допомогою тримачів 5. Механізми 6, 7 призначені для незалежного регулювання кута нахилу кожного мікрофона 4, висоти його розташування та віддалі від ЦТЧ 2. При цьому плоска основа 1 виконана з можливістю поглинання вібрацій від підлоги та ізоляції мікрофонів 4 від впливу низькочастотних вібрацій за рахунок введення МІСГПВ 8, компоненти якої в основному розташовані в основі 1. Крім цього, ЦТЧ 2 виконана з можливістю компенсації мікрорухів співака, блокування передачі вібрацій на мікрофони 4 та стабілізації кутів нахилу мікрофонів і містить КДЯ 9 з актуаторами 15. МІСГПВ 8 на фіг. 2 складається з центрального мікропроцесора 10 з вбудованим АЦП, оперативної пам'яті 11, джерела живлення 12, групи ДРКО 13 групи ДРКМ 14, групи актуаторів 15 та Wi-Fi-модуля 16. На виходах 17 мікропроцесор 10 формує сигнали керування щонайменше трьома актуаторами 15, що розташовані в КДЯ 9. В переважному варіанті ЦТЧ виконана телескопічною.

Інтелектуальну антирезонансну підставку застосовують наступним чином.

Після фіксації мікрофонів 4 в тримачах 5 користувач регулює за допомогою механізмів 6 та 7 бажаний кут нахилу кожного мікрофона 4, комфортну висоту його розташування та віддаль мікрофонів 4 від ЦТЧ 2. Наступним кроком відбувається підключення користувачем процесора 10 з вбудованим АЦП та інших компонентів МІСГПВ 8 до джерела живлення 12 за допомогою електричного ключа 18

(див фіг. 2). Після подачі напруги до мікропроцесора 10 з вбудованим АЦП, останній виконує програму з тактовою частотою не менше 1 МГц відповідно до алгоритму, показаному на фіг. 3. де зображені наступні кроки алгоритму в реальному часі. В процесі ініціалізації (блок 20 алгоритму) відбувається калібрування, а саме - задаються нульові зміщення груп датчиків 13, 14, перевіряється шумова складова підлоги. Мікропроцесор 10 перевіряє функціонування актуаторів 15; зчитує з оперативної пам'яті 11 стартові коефіцієнти фільтрації та виконує попередню оцінку передавальної функції керування актуаторів 15.

Після цього відбувається зчитування цифрової інформації групи датчиків 13, 14 (блок 21 алгоритму). В переважному варіанті виконання, мікропроцесор 10 перетворює аналогові сигнали, наприклад мікрофонів 4 в цифрові дані, щоб виявити і оцінити шумову компоненту аудіосигналу. Мікропроцесор 10 наступним кроком формує величини цифрових параметрів:  $a_x(t)$ ,  $a_y(t)$ ,  $a_z(t)$  і за допомогою вбудованого АЦП (на фіг. 2 не показаний) перетворює аналогові аудіосигнали мікрофона 4 в цифрову форму у вигляді цифрового параметра  $a_s(t)$  і синхронізує потоки даних. Шляхом швидкого перетворення Фур'є формуються емуляційні смугові низькочастотні фільтри для виділення суббасових частот, що найчастіше "гуляють" сценою, і відбувається подальша фільтрація та нормалізація амплітуд для забезпечення стабільності обчислень. В процесі аналізу цифрових параметрів сигналів  $a_x(t)$ ,  $a_y(t)$ ,  $a_z(t)$  та  $a_s(t)$  виявляються небажані події: піки, імпульсні удари, стабільні гармоніки в заданому діапазоні частот (наприклад, 5-120 Гц).

Блок 22 алгоритму на фіг. 3 відображає роботу мікропроцесора 10 на стадії оцінки стабільності положення тримачів 5 у просторі та формування керуючих сигналів. Для цього мікропроцесор 10 проводить визначення домінантних частот, оцінку фазового зсуву коливань між підлогою та тримачами 5 і формує прогноз щодо величини наступних коливань на основі відповідної математичної моделі. При цьому вираховується поточна помилка компенсації:  $e(t) = d(t) - y(t)$  кожного актуатора 15, де  $d(t)$  - небажана вібрація тримачів 5,  $y(t)$  - внесок відповідного актуатора 15 в процес керування. В ідеальному випадку  $e(t) \rightarrow 0$ . У свою чергу, значення  $y(t)$  вираховується як добуток поточних коефіцієнтів  $w_k(t)$ , що періодично оновлюються в блоці 24 алгоритму:  $y(t) = w_k(t) * x(t-1)$ , де  $x(t-1)$  - виміряне збурення в попередньому циклі проходження алгоритму. Величини  $y(t)$  перетворюються мікропроцесором 10 в керуючі сигнали на виходах 17 для приведення в рух актуаторів 15, розташованих в КДЯ 9, які створюють протифазні мікроколивання.

В блоці 23 алгоритму величина залишкової вібрації  $e(t)$  порівнюється з заданою пороговою константою  $c_p$ . Якщо  $e(t) < c_p$ , то мікропроцесор 10 переходить до виконання операцій наступного циклу зчитування даних в боці 21. В протилежному випадку мікропроцесор 10 переходить до виконання функцій адаптації та прогнозування в блоці 24 алгоритму. В даному випадку проводиться оновлення коефіцієнтів  $w_k(t+1)$ , що будуть застосовуватися в наступному циклі виконання алгоритму:

$$w_k(t+1) = w_k(t) - \mu e(t) * x(t),$$

де  $\mu$  коефіцієнт швидкості навчання. Після оновлення коефіцієнтів  $w_k(t+1)$  мікропроцесор 10 переходить до виконання функцій моніторингу рівня напруги джерела живлення 12 та діагностики температурного режиму актуаторів 15 (блок 26 алгоритму). Якщо рівень напруги джерела живлення 12 відповідає заданій нормі, то мікропроцесор 10 переходить до виконання функцій комунікації та оповіщення шляхом передачі відповідних повідомлень користувачам за допомогою модуля Wi-Fi 16.

Практичні поради щодо реалізації корисної моделі.

- датчики 13, 14: ставити мінімум по три акселерометри (в основі 1 і на вершині ЦТЧ 2) для декореляції джерела збурення і відгуку системи;

- актуатори 15: являють собою щонайменше три п'єзоелектричні лінійні приводи або малі лінійні вібратори із жорстким монтажем в межах КДЯ; важливо добитися достатньої сили їх впливу на низьких частотах:

- поєднати пасивне демпфування (шари гуми/композитів) з активним контролем МІСГПВ, що знизить навантаження на алгоритм;

- мінімізувати затримки від групи датчиків 13, 14 до актуаторів 15, бо кожна мілісекунда затримки погіршує фазове вирівнювання сигналів;

- валідація: перевірити зменшення RMS у діапазоні 10–80 Гц, і покращення SNR у вокальному каналі; провести суб'єктивні тести "кроки на сцені".

Проведені випробування електронної моделі найближчого аналога показали, що величину RMS (Root Mean Square) можна зменшити на 80 %. Практично це означає, що мікрофон 4 менше "ловить" небажані низькі шуми, і звук стає чистішим. Величину SNR можна підвищити до 25 dB. Наприклад, SNR=20 dB означає, що аудіосигнал у 100 разів сильніший за шум. У вокальному каналі SNR визначає: чіткість мовлення і співу: високий SNR означає, що голос добре відокремлений від шуму, що важливо для розпізнавання мовлення, аудіо-запису та передачі. якість звуку: у студійному записі високий SNR забезпечує природне звучання без спотворень.

Джерела інформації:.

1. Короткий довідник фірми YAMAHA: YSP-2200 (YSP-CU2200+NS

SWP600) "Quick Reference Guide", [online], YAMAHA TECHNICAL FIELD CORPORATION, [Retrieved on Nov.4, 2013], <URL: <http://www2.yamaha.co.jp/manual/pdf/av/japan/ht/>.

2. Dual Microphone Holder фірми SAVY: URL: <http://savyus.com/product/dual-microphone-holder/-->

3. Патент США US9781498B2: "MICROPHONE STAND AND MICROPHONE STAND SET", дата публ. 03.10.2017.

4. Заявка на патент США US2009/0310801A1 "MICROPHONE, FLEXIBLE BOOM AND STAND", дата публ. 17.12.2009 – найближчий аналог.

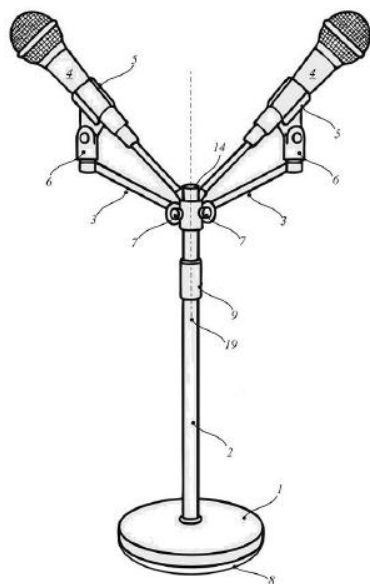


Fig. 1

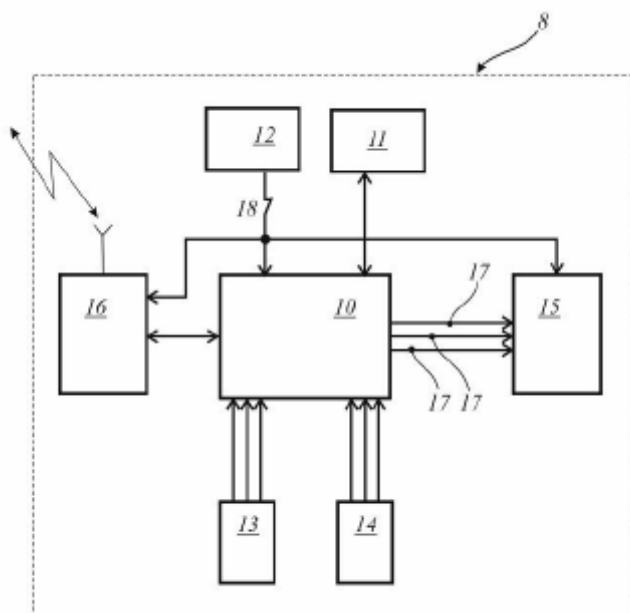
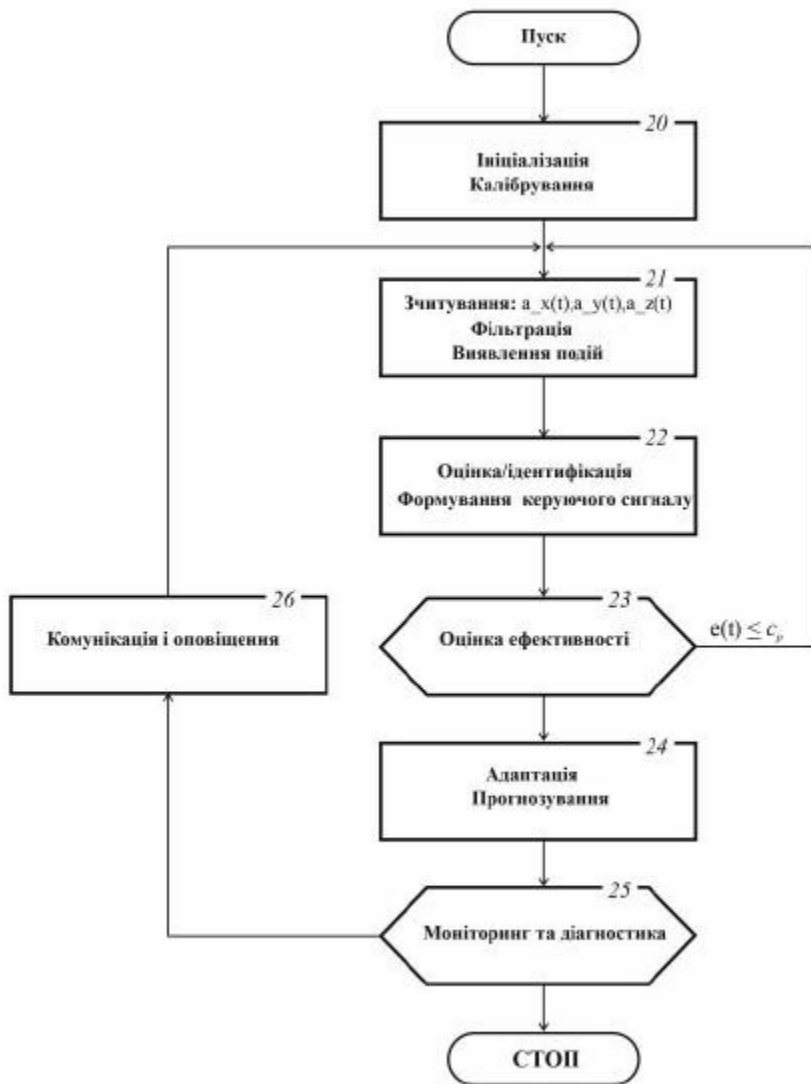


Fig. 2



Фіг. 3