



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 103787

(13) C2

(51) МПК

G01R 31/34 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2011 09002

(22) Дата подання заявки: 16.09.2009

(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.11.2013

(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 2008/10734

(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 19.12.2008

(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: ZA

(41) Публікація відомостей про заявку: 25.10.2011, Бюл.№ 20

(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.11.2013, Бюл.№ 22

(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/IB2009/054040, 16.09.2009

(72) Винахідник(и):

Хігінс Саймон (ZA)

(73) Власник(и):

ЕСКОМ ХОЛДІНГС СОК ЛІМІТЕД,
Megawatt Park, Maxwell Drive Sunninghill
Sandton, 2196 Johannesburg, South Africa
(ZA)

(74) Представник:

Петров Андрій Володимирович, реєстр.
№139

(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:

UA 50115 A; 15.10.2002;
US 7034706 B1; 25.04.2006;
GB 2324877 A; 04.11.1998;
US 2005/184751 A1; 25.08.2005;
Nippes P.I. "Early Warning of Developing Problems in Rotating Machinery as Provided by Monitoring Shaft Voltages and Grounding Currents" IEEE Transactions on energy conversion, IEEE Service center, Piscataway, NJ, US, vol.19, no.2, 01.06.2004, pages 340-345, ISSN: 0885-8969
WO 00/69062 A; 16.11.2000;
Dave Busse, Jay Erdman, Russ Kerkman, DaveSchlegel and Gary Skibinski:
"Characteristics of Shaft Voltage and Bearing Currents" IEEEIndustry Applications Magazine, 11-1997- 12-1997, pages 21-32;
Alberto Bellini et al: "Advances in Diagnostic Techniques for Induction Machines" IEEE Transactions on Industrial Electronics, IEEE service center, Piscataway, NJ, USA, vol. 55, no. 12, 01.12.2008, pages 4109-4126, ISSN: 0278-0046;
Bakhris et al. "Investigation and development of a real-time on-site condition monitoring system for induction motors" Universities Power Engineering Conference, 2007, AUPEC 2007. Australasian, IEEE, Piscataway, NJ, USA, 09.12.2007, pages 1-6, ISBN: 978-0-646-49488-3;

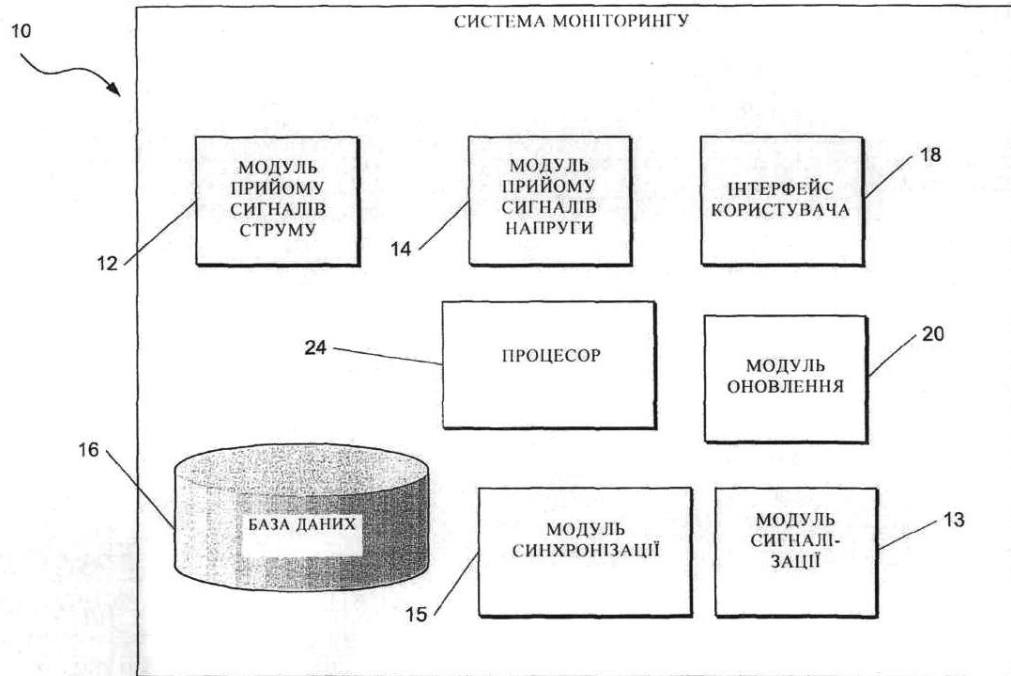
(54) СПОСІБ І СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СИГНАЛІВ ВІД ВАЛА ОБЕРТОВОЇ МАШИНИ

(57) Реферат:

У заявці описані спосіб і система моніторингу сигналів, що мають відношення до вала обертової машини. При здійсненні способу приймають сигнали напруги, що мають відношення до вала, приймають сигнали струму, що мають відношення до вала, обчислюють, виходячи з прийнятих

UA 103787 C2

сигналів струму й напруги, дані струму й напруги, що стосуються машини, представляють щонайменше деякі з певних даних струму й напруги користувачеві, аналізують тенденції щонайменше певних даних напруги з метою щонайменше визначення тенденцій даних напруги, що стосуються машини, і визначають, виходячи з даних струму й напруги, чи виник несправний стан, і генерують попереджувальний сигнал або стан тривоги у відповідь на нього.



ФІГ. 1

Галузь техніки

Даний винахід відноситься до способу і системи моніторингу сигналів, що мають відношення до вала обертової машини.

Рівень техніки

5 В обертових машинах, що мають вали, таких як великі генератори часто виникають різні фізичні явища, наприклад, напруженість магнітного поля у генераторі, статичне стирання паром лопатей турбін тощо. Ці фізичні явища часто приводять до виникнення електричних напруг на валу генератора, а також струмів, що протікають по ньому. Мається на увазі, що в інформації про цю напругу й струм містяться дані, що стосуються стану генератора, наприклад, дані, що

10 стосуються ротора, статора й корпусу генератора. Традиційно для вимірювання цих напруг і струмів використовують щітки, установлені поблизу вала генератора з можливістю контакту з валом генератора.

Способи оцінки стану обертових машин часто можуть застосовуватися тільки в автономному режимі, а оперативні способи вимагають дорогого, постійно встановленого встаткування й

15 дорожчої апаратури для інтерпретації, що дозволяє розглядати інформацію окремими порціями. Відповідно, в основу винаходу покладене завдання щонайменше більш ефективного й більш економічного аналізу сигналів, що мають відношення до (що виникають на) валу обертової машини, такої як генератор, щоб тим самим визначати стан обертової машини.

Розкриття винаходу

20 Відповідно до першої особливості винаходу запропонований спосіб моніторингу сигналів, що мають відношення до вала обертової машини, в якому:

приймають сигнали напруги, що мають відношення до вала,

приймають сигнали струму, що мають відношення до вала,

визначають (обчислюють), виходячи з прийнятих сигналів струму й напруги, дані струму й

25 напруги, що стосуються машини, представляють щонайменше деякі з певних (обчислених) даних струму й напруги користувачеві,

аналізують тенденцію щонайменше зазначених певних даних напруги з метою щонайменше визначення тенденцій даних напруги, що стосуються машини, і

30 визначають, виходячи з даних струму й напруги, чи виник несправний стан, і генерують попереджувальний сигнал або стан тривоги у відповідь на нього.

При здійсненні способу може прийматися сигнал синхронізації, що дозволяє синхронізувати прийняті дані струму й напруги з коливальним сигналом порушення.

35 При здійсненні способу може аналізуватися тенденція певних даних струму з метою щонайменше визначення тенденцій даних струму, що стосуються машини.

При здійсненні способу можуть:

прийматися сигнали напруги, що мають відношення до вала, щонайменше від щітки напруги й

прийматися сигнали струму, що мають відношення до вала, щонайменше від щітки струму.

40 В одному з кращих прикладів здійснення способу може бути реалізований в оперативному (он-лайн) режимі.

При обчисленні даних напруги, виходячи з прийнятого сигналу напруги, може обчислюватися середня напруга постійного струму й діюча (середньоквадратична) напруга прийнятого сигналу напруги.

45 При здійсненні способу може аналізуватися коефіцієнт гармонік прийнятого сигналу напруги.

При здійсненні способу може виконуватися швидке перетворення Фур'є (ШПФ) сигналу напруги.

При здійсненні способу може формуватися й аналізуватися відображення ШПФ, що відповідає прийнятому сигналу напруги, при цьому відображення ШПФ містить інформацію, що

50 відображає коефіцієнт гармонік прийнятого сигналу напруги.

При здійсненні способу може визначатися подання у частотній області сигналу напруги.

При обчисленні даних струму, виходячи з прийнятого сигналу струму, може обчислюватися

середній змінний струм і діючий струм прийнятого сигналу струму.

При обчисленні даних струму може формуватися або оновлюватися діаграма розкиду.

55 На діаграмі розкиду можуть відображатися дозволені за фазою максимальні значення сигналів, що мають відношення до вала.

При здійсненні способу можуть:

формуватися проміжні діаграми розкиду й

60 поєднуватися сформовані проміжні діаграми розкиду з метою одержання остаточної діаграми розкиду, що відображає одну реєстрацію у часовій області.

При здійсненні способу дані напруги й(або) струму можуть відображатися для користувача у формі одного або сполучення цифрових дисплеїв (індикації) реальних сигналів напруги й струму на валу, неопрацьованих сигналів напруги й струму на валу, інформації про коефіцієнт гармонік, що стосується сигналів напруги, прийнятих від щітки напруги, діаграм розкиду сигналів струму, прийнятих від щітки струму, і попереджувальних подій і супутньої інформації про діагностику несправностей.

При здійсненні способу може вироблятися розпізнавання низькочастотних імпульсів у часовій області й(або) аналіз низькочастотних гармонік прийнятих сигналів напруги й(або) струму.

При здійсненні способу може використовуватися аналіз високочастотних спектрів для виявлення проблем, пов'язаних із машиною.

При здійсненні способу можуть порівнюватися значення, що включають щонайменше одне з наступного або сполучення наступного: середня діюча напруга й(або) струм, середня напруга постійного струму й(або) струм, гармоніки сигналів і діаграму розкиду сигналу напруги й(або) струму, з відповідними значеннями попереджувальних сигналів, що зберігаються у базі даних, щоб тим самим визначати, чи виник несправний стан.

При порівнянні згаданих значень і значень попереджувальних сигналів значення можуть порівнюватися зі заданими рівнями або граничними значеннями попереджувальних сигналів.

При здійсненні способу може:

реєструватися кожний випадок виникнення несправного стану, якщо несправний стан не охарактеризований у базі даних, повідомляти або сигналізуватися про нього користувачеві,

при повторному виникненні конкретного несправного стану повідомлятися про несправний стан, якщо минув заданий час затримки після останнього виникнення даного конкретного несправного стану.

Відповідно до другої особливості винаходу запропонована система моніторингу сигналів, що мають відношення до вала обертової машини, в яку входить:

модуль прийому сигналів напруги для прийому виникаючих на валу сигналів напруги щонайменше від щітки напруги,

модуль прийому сигналів струму для прийому сигналів струму, що мають відношення до вала, щонайменше від щітки струму,

процесор для обчислення, виходячи з прийнятих сигналів струму й напруги, даних струму й напруги, що стосуються машини,

база даних для зберігання щонайменше певних даних струму й напруги й тим самим аналізу тенденцій щонайменше певних даних напруги з метою щонайменше визначення тенденцій даних напруги, що стосуються машини,

інтерфейс користувача для подання щонайменше деяких з певних даних струму й напруги користувачеві й

модуль сигналізації для визначення, виходячи з даних напруги й струму, чи виник несправний стан, при цьому модуль сигналізації додатково призначений для генерації попереджувального сигналу або стану тривоги у відповідь на виникнення несправності.

У систему може входити модуль синхронізації, що дозволяє синхронізувати прийняті дані струму й напруги з сигналом порушення.

У систему може входити модуль відновлення даних для відновлення даних у базі даних.

Процесор може бути призначений для обчислення середньої напруги постійного струму й діючої напруги прийнятого сигналу напруги, а також середнього змінного струму й діючого струму прийнятого сигналу струму.

Процесор може бути призначений для:

застосування до сигналу напруги аналізу методом швидкого перетворення Фур'є (ШПФ),

генерації відображення ШПФ і тенденції гармонік сигналу напруги, при цьому відображення ШПФ містить щонайменше відповідні гармоніки або спектр сигналу напруги, і

аналізу генерованого відображення ШПФ.

Процесор може бути додатково призначений для генерації або відновлення діаграми розкиду.

Процесор може бути призначений для використання випробування на вплив електромагнітних перешкод (ЕМП) з метою виявлення проблем, пов'язаних з машиною.

Короткий опис креслень

На фіг. 1 показана блок-схема системи відповідно до одного з прикладів здійснення,

на фіг. 2 - блок-схема способу відповідно до одного з прикладів здійснення,

на фіг. 3 - наочне подання одного з прикладів низькочастотної схеми у часовій області,

на фіг. 4 - наочне подання одного з прикладів низькочастотного гармонійного сигналу,
 на фіг. 5 - наочне подання одного з прикладів схеми аналізу високочастотних спектрів і
 на фіг. 6 - наочне подання одного з прикладів високочастотної схеми у часовій області
 залежно від напівхвильових сигналів порушення.

5 Опис варіантів здійснення винаходу

У наступному далі описі з метою пояснення наведена безліч конкретних подробиць, що забезпечують повне розуміння варіантів здійснення даного винаходу. Проте, для фахівців у даній галузі техніки ясно, що даний винахід може бути реалізований на практиці без цих конкретних подробиць.

10 Як показано на фіг. 1, система обчислення даних моніторинг стану обертової машини, виходячи з сигналів від її вала, у цілому позначена позицією 10. Система 10 забезпечує як моніторинг, так і реєстрацію нових даних, а також відтворення існуючих наборів даних за минулі періоди. В одному з прикладів здійснення обертовою машиною є генератор тощо.

15 В одному з прикладів здійснення система 10 звичайно забезпечує трирівневий аналіз тенденцій:

а) на рівні даних із високим розділенням (звичайно з інтервалом у 2 секунди), що зберігаються протягом 24 годин,

б) на рівні даних із середнім розділенням (установлювані інтервали звичайно 15 хвилин), що зберігаються невизначений час; в одному з прикладів здійснення система 10 здатна працювати з даними приблизно річної давнини, а будь-які більше старі дані повинні архівуватися вручну, і

в) на рівні даних із низьким розділенням (звичайно з інтервалом у 24 години).

Дані для трирівневого аналізу тенденцій зберігаються у трьох відповідних файлах у базі даних (описаної далі).

25 Система 10 звичайно містить безліч компонентів або модулів, які відповідають функціональним завданням, що виконуються системою 10. У зв'язку з цим мається на увазі, що "модуль" у контексті опису містить ідентифіковану частину коду, обчислювальних або виконуваних команд, даних або обчислювального об'єкта для виконання конкретної функції, операції, обробки або процедури. Отже, модуль необов'язково повинен бути реалізований програмними засобами; модуль може бути реалізований програмними засобами, апаратними засобами або шляхом сполучення програмних і апаратних засобів. Крім того, модулі необов'язково повинні бути об'єднані в один пристрій і можуть бути розподілені серед безлічі пристроїв. Зокрема, система 10 містить модуль 12 прийому сигналів струму, модуль 14 прийому сигналів напруги, модуль 15 синхронізації, модуль 13 сигналізації, інтерфейс 18 користувача, модуль 20 оновлення й базу 16 даних.

35 Модуль 12 прийому сигналів струму призначений для прийому сигналів струму від щітки струму, пов'язаної з валом машини (не показаний), а модуль 14 прийому сигналів напруги призначений для прийому сигналів напруги від щітки напруги, пов'язаної з валом машини.

40 Система 10 переважно містить процесор 24 для обчислення, виходячи з прийнятих сигналів струму й напруги, даних струму й напруги, що стосуються машини. Процесор 24 звичайно призначений для обчислення середньої напруги постійного струму й діючої напруги прийнятого сигналу напруги.

45 Процесор 24 також призначений для аналізу коефіцієнта гармонік прийнятого сигналу напруги. Процесор 24 призначений для здійснення або одержання швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) сигналу напруги. Отже, процесор 24 призначений для генерації відображення ШПФ і тенденції гармонік сигналу напруги, подання у частотній області сигналу напруги гармоніки й подання короточасних тенденцій, що містить найбільше важливі гармонійні складові й відображення поточних значень цих гармонік. Мається на увазі, що ці дані, на додаток до постійного струму й діючої напруги, звичайно утворюють дані напруги. Слід зазначити, що відображенням ШПФ звичайно є відповідні гармоніки або спектр сигналу напруги.

50 Обробку сигналу напруги здійснюють на частоті щонайменше до 1,50 кГц. Проте, верхня межа може перевищувати 1,50 кГц.

55 Процесор 24 додатково призначений для обчислення середнього змінного струму й діючого струму або середнього діючого струму прийнятого сигналу струму. Процесор 24 додатково призначений для генерації або відновлення діаграми розкиду (докладніше описаної далі). Діаграмою розкиду звичайно є дозволена за фазою діаграма розкиду. У зв'язку з цим слід зазначити, що на діаграмі розкиду представлені дозволені за фазою максимальні значення імпульсів, що виникають на валу. Крім певного (обчисленого) постійного струму й середнього діючого струму дані струму можуть містити відповідні їм діаграми розкиду або інформацію.

Система 10 виконана таким чином, що модуль 15 синхронізації надає процесору 24 відповідну інформацію, що дозволяє одержувати дані струму й напруги з належним дозволом за фазою й правильно формувати діаграму розкиду.

Для запиту сигналів напруги й струму, прийнятих від вала, процесор 24 переважно здійснює розпізнавання низькочастотних імпульсів у часовій області. Один із прикладів низькочастотної схеми у часовій області проілюстрований на фіг. 3. Процесор 24 призначений для аналізу схеми у часовій області та ідентифікації або визначення щонайменше відношення пікового значення до мінімального, відношення пікового значення до середнього, частоти повторення пікових значень і часу наростання й спаду пікових значень.

В одному з прикладів здійснення процесор 24 також призначений для аналізу низькочастотних гармонік прийнятих сигналів напруги й(або) струму. Один із прикладів низькочастотного гармонійного сигналу проілюстрований на фіг. 4. Аналіз низькочастотних гармонік переважно використовується для локалізації окремих несправностей шляхом ідентифікації схеми гармонік, що відповідає цій конкретній несправності. Варто врахувати, що схеми несправностей зберігаються у базі 16 даних, що розглянуто далі.

В одному з прикладів здійснення процесор 24 також призначений для використання аналізу високочастотних спектрів для виявлення проблем, пов'язаних із генератором. Зокрема, процесор 24 призначений для використання випробування на ЕМП із метою виявлення проблем, пов'язаних із генератором. Один із прикладів схеми аналізу високочастотних спектрів проілюстрований на фіг. 5.

Процесор 24 може бути додатково призначений для зіставлення розпізнаної високочастотної схеми з напівхвильовими сигналами порушення з метою щонайменше виявлення несправностей у генераторі. Відповідно, для цього процесор 24 може використовувати дозволені за фазою схеми. Для виконання цього завдання процесору 24 потрібен вихідний сигнал модуля 15 синхронізації. Один із прикладів зіставлення високочастотної схеми з напівхвильовими сигналами порушення проілюстрований на фіг. 6.

Слід зазначити, що база 16 даних призначена для зберігання обчислених даних струму й напруги з метою аналізу тенденцій щонайменше обчислених даних напруги й щонайменше визначення тенденцій даних напруги, що стосуються генератора. Ці тенденції звичайно зберігаються у формі записів у базі 16 даних. Слід зазначити, що у базі 16 даних також аналізуються тенденції постійного струму й діючого струму.

Модуль 12 прийому сигналів струму має реєструючий блок, що призначений для обробки імпульсів, які надходять від щітки струму. Реєструючий блок має частотну характеристику від 150 кГц до 250 МГц.

Інтерфейс 18 користувача звичайно містить графічний інтерфейс користувача з можливістю відображення для користувача за допомогою монітора персонального комп'ютера, портативного комп'ютера, PDA тощо. Відповідно, інтерфейс 18 користувача призначений для прийому даних від користувача, а також для подання користувачеві щонайменше деяких із обчислених даних струму й напруги. Отже, інтерфейс 18 користувача призначений для відображення даних напруги й(або) струму для користувача у формі цифрових дисплеїв реальних сигналів напруги й струму на валу, неопрацьованих сигналів напруги й струму на валу, інформації про коефіцієнт гармонік, що стосується сигналів напруги, прийнятих від щітки напруги, діаграм розкиду сигналів струму, прийнятих від щітки струму, і попереджувальних подій і супутньої інформації про діагностику несправностей (буде розглянуто далі). Варто врахувати, що більша частина інформації або даних, що стосуються генератора й відображаються інтерфейсом 18 користувача, генерується процесором 24.

Система 10 містить модуль 20 відновлення даних, призначений для відновлення даних у базі 16 даних. Цими даними можуть бути дані струму й напруги, дані про тенденції або запис тенденцій або будь-які згадані вище дані. Разом із тим, слід зазначити, що дані про тенденції можуть інтерпретуватися на підставі попередніх даних струму й напруги. В одному з прикладів здійснення модуль 20 оновлення даних призначений для оновлення конкретних конфігураційних файлів, що зберігаються у базі даних. В одному з прикладів здійснення інтерфейс 18 користувача призначений для того, щоб підказувати користувачеві інформацію, яку відображає генератор, щоб тим самим ідентифікувати генератор. Відповідно, інтерфейс 18 користувача може бути призначений для того, щоб підказувати користувачеві інформацію, яка містить назву генератора або генераторної станції, позначення пристрою, конфігурацію заземлення тощо.

Система 10 призначена для пошуку у базі 16 даних будь-яких існуючих тенденцій даних напруги й(або) струму за минулі періоди, що стосуються ідентифікованого генератора, моніторинг якого здійснюється. Відповідно, система 10 призначена для добування з бази 16 даних будь-яких виявлених тенденцій за минулі періоди та їхнє подання користувачеві за

допомогою інтерфейсу 18 користувача. У деяких прикладах здійснення інтерфейс 18 користувача представляє користувачеві інформацію у доступному тільки для читання форматі.

Система 10 призначена для одержання оцінки часу останнього збору даних.

Залежно від вхідних даних процесор 24 може бути призначений для застосування відповідних коефіцієнтів масштабування за амплітудою щонайменше до прийнятого сигналу напруги з метою компенсації коефіцієнтів передачі перетворювача. Після цього користувачеві за допомогою інтерфейсу 18 користувача може бути представлена відповідна форма сигналу напруги у часовій області.

Для простоти пояснення в одному з прикладів здійснення процесор 24 аналізує (і зберігає у базі 16 даних) тенденції наступних значень (у випадку машини, розрахованої на струм 50 Гц):

діючого струму щітки струму,
постійного струму щітки струму,
діючої напруги щітки напруги,
постійного струму щітки напруги,
струму 25 Гц на щітці напруги,
струму 50 Гц на щітці напруги,
струму 100 Гц на щітці напруги,
струму 150 Гц на щітці напруги,
струму 200 Гц на щітці напруги,
струму 250 Гц на щітці напруги,
струму 300 Гц на щітці напруги,
струму 350 Гц на щітці напруги,
струму 400 Гц на щітці напруги,
струму 450 Гц на щітці напруги,
струму 500 Гц на щітці напруги,
струму 550 Гц на щітці напруги,
струму 600 Гц на щітці напруги,
струму 650 Гц на щітці напруги,
струму 700 Гц на щітці напруги,
струму 750 Гц на щітці напруги,
струму 800 Гц на щітці напруги,
струму 850 Гц на щітці напруги,
струму 900 Гц на щітці напруги,
струму 950 Гц на щітці напруги,
струму 1000 Гц на щітці напруги.

Слід зазначити, що у випадку машини, розрахованої на частоту струму, що відрізняється від 50 Гц, ці значення відповідним чином масштабуються.

Перераховані щітка струму й щітка напруги забезпечують сигнали струму й напруги, прийняті від щіток струму й напруги, відповідно.

Як згадувалося раніше, процесор 24 призначений для аналізу сигналу струму, яким звичайно є форма коливаний у часовій області або сигнал. Потім процесор 24 застосовує масштабування до сигналу струму, щоб компенсувати коефіцієнти передачі перетворювача, генерує відповідну діаграму розкиду й за допомогою інтерфейсу 18 користувача відображає її для користувача. Модуль 20 оновлення призначений для оновлення запису діаграм розкиду у базі 16 даних.

Варто врахувати, що кожна діаграма розкиду являє собою графічне відображення результатів, отриманих у часовій області й накладених на певний період часу. Діаграми розкиду є тривимірними, при цьому по горизонтальній осі відображений 20-мілісекундний період сигналу електричної мережі. По вертикальній осі відображена амплітуда сигналу. По осі яскравості зображення відображені відліки подібних подій. Звичайно діаграма розкиду містить безліч точок, що відображають рівні амплітуди сигналу у часовій області. Кольором кожної точки позначене число таких подій.

Кожна реєстрація у часовій області, яка здійснюється системою 10, аналізується процесором 24, і передається модулю 15 синхронізації з метою одержання проміжної діаграми розкиду, що має, наприклад, яскравісне розділення в 1 біт. Потім певне число (звичайно 240) цих проміжних діаграм розкиду поєднують, щоб одержати остаточну діаграму розкиду, яка відображається інтерфейсом 18 користувача. Ця остаточна діаграма має яскравісне розділення у 8 біт. Оскільки проміжні діаграми розкиду зберігаються у локальній пам'яті зворотного магазинного типу (ФІФО), остаточна діаграма розкиду завжди містить останні за часом результати.

Кожний сигнал щітки струму у часовій області, який реєструється системою 10, у такий спосіб обробляється процесором 24 з метою одержання проміжної діаграми розкиду. Перше число мілісекунд, яке відображається для цього сигналу, відповідає тривалості одного виділеного циклу сигналу порушення. Ці дані мають більше високе розділення по горизонталі, ніж діаграма розкиду. Відповідно, одним квантом часу на діаграмі розкиду представлені декілька точок сигналу у часовій області.

Якщо розглянути один квант часу на діаграмі розкиду й відповідну йому підмножину точок на реєстрації у часовій області, квант часу на діаграмі розкиду містить декілька вертикальних розподілів. Кожному з цих розподілів процесором 24 привласнюється нульове значення, якщо цій амплітуді не відповідає жодна з підмножини точок сигналу у часовій області, і значення 1, якщо цій амплітуді відповідає одна або декілька з підмножини точок сигналу у часовій області.

Цю операцію повторюють відносно кожного кванта часу на проміжній діаграмі розкиду. У результаті, одержують діаграму розкиду, що відображає тільки одну реєстрацію у часовій області. У цьому місці розташування проміжна діаграма розкиду має мінімальне значення, рівне 0, і максимальне значення, рівне 1. В одному з прикладів здійснення система 10 відслідковує, чи не змінилася дата збору або прийому даних, і, якщо це так, створює нову файлову структуру для реєстрації даних у базі 16 даних. Звичайно це робиться кожні 24 години, щоб розмір наборів файлів залишався керованим. Отже, процесор 24 призначений для керування розміром файлів високороздільних даних про тенденції, що зберігаються у базі 16 даних.

Модуль 20 оновлення призначений для додавання у файли високороздільних даних про тенденції останніх за часом діючих значень, значень постійного струму й значень гармонік сигналів щітки напруги.

Слід зазначити, що кожного разу, коли вводять дані у файл даних про тенденції з середнім розділенням, у базі 16 даних реєструється повний набір даних (часова область і сліди гармонік щітки напруги плюс розкид щітки струму).

Така подія реєстрації може відбуватися, наприклад, коли:

- а) досягнутий інтервал реєстрації, встановлений для даних із середнім розділенням,
- б) відбулася несправність, яка підлягає реєстрації, як описано вище.

Якщо дата реєстрації даних переходить на наступний день, процесор 24 обчислює дельта-значення для діючих значень, значень постійного струму й значень гармонік сигналів щітки напруги.

Модуль 13 сигналізації звичайно призначений для того, щоб визначати, виходячи з даних напруги й струму, чи виник несправний стан, при цьому модуль 13 сигналізації додатково генерує попереджувальний сигнал або стани тривоги у відповідь на виникаючу несправність. В одному з прикладів здійснення модуль 13 сигналізації призначений для того, щоб порівнювати рівні діючих значень, значень постійного струму й значень гармонік сигналів щітки напруги з відповідними рівнями або граничними значеннями попереджувальних сигналів, що зберігаються, наприклад, у конфігураційному файлі попереджувальних сигналів у базі 16 даних. Слід зазначити, що недавні попереджувальні події разом із припущеннями про можливі причини несправностей відображаються для користувача за допомогою інтерфейсу 18 користувача.

В одному з кращих прикладів здійснення конфігураційний файл попереджувальних сигналів має форму довідкової таблиці або містить довідкову таблицю відомих несправних станів, які охарактеризовані з погляду їх коефіцієнта гармонік для того, щоб визначати, чи є конкретний стан несправним станом. Для розпізнавання несправностей у модулі 13 сигналізації необов'язково використовується розпізнавання схеми гармонік із використанням схем, що зберігаються у довідковій таблиці.

Нові несправні стани можуть переважно зберігатися у таблиці несправностей у базі 16 даних. Якщо це застосовно, процесор 24 також порівнює дельта-значення з відповідними рівнями або граничними значеннями попереджувальних сигналів.

У конфігураційному файлі або довідковій таблиці несправностей містяться "помаранчеві" і "червоні" граничні рівні для кожного ключового значення (звичайно щонайменше для деяких елементів обчислених даних струму й напруги) для порівняння. Кожне ключове значення порівнюють з ними й класифікують, наприклад, як зелене, помаранчеве або червоне. Помаранчеві або червоні ключові значення групують у перелік. Цей перелік порівнюють з переліками характеристик відомих несправностей, що зберігаються у базі 16 даних. Якщо цей перелік збігається з якими-небудь переліками характеристик несправностей або даними, що містилися у них, з бази 16 даних витягають і представляють користувачеві перелік можливих причин несправності. У випадку відсутності у базі 16 даних користувачеві повідомляють про "невідому несправність".

В одному з кращих прикладів здійснення передбачено, що кожний раз при виникненні несправності реєструють число випадків такої несправності. Якщо несправність є новою, про це повідомляється або сигналізується користувачеві. При повторному виникненні такої ж несправності про неї повідомляється лише при перевищенні заданого часу затримки, що

5 пройшов із моменту останнього випадку її виникнення. Кожний раз при виникненні однієї й тієї ж несправності динамічно коректують час затримки для такої несправності. Відповідно, не повідомляється про однакові несправності, що виникають протягом короткого проміжку часу. Якщо конкретна несправність є стійкою, для неї встановлюють граничний час затримки 24 години. Якщо потім ця несправність припиняється, час затримки поступово скорочують до

10 значення за замовчуванням.

У випадку зареєстрованого попереджувального сигналу модуль 20 оновлення вносить його у файл реєстрації попереджувальних сигналів, при цьому його також вносять в основний файл даних про тенденції з середнім розділенням. У базі 16 даних також реєструють повний набір даних (часову область і сліди гармонік щітки напруги плюс розкид щітки струму). Це є

15 додатковим введенням даних у файли реєстрації даних понад регулярну реєстрацію через задані інтервали.

У випадку попереджувального сигналу, який підлягає реєстрації, або досягнення запланованого інтервалу реєстрації, модуль 20 оновлення зберігає у базі 16 даних останні за часом дані, що містять останню за часом діаграму розкиду, сигнал напруги щітки у часовій

20 області й спектр.

Як зазначено вище, на підставі розпізнавання схеми гармонік може ідентифікуватися ряд несправностей. У випадку генератора цими несправностями можуть бути, наприклад, прогин ротора, магнітна асиметрія ротора, проблеми зі захисним устаткуванням ротора, проблеми з магнітним ланцюгом статора, будь-яке сильне іскріння всередині машини, використання

25 сегментних пазів, зчленувань у пластинах статора, ексцентриситет ротора, розщеплення сердечників статора, розщеплення сердечників ротора, прогин ротора, використання сегментів статора з різною проникністю, несиметричність пакета сердечника, нерівномірно розподілені осьові канали охолодження, проблеми з паром у турбіні, іскріння підшипників, незбалансованість потоків розсіювання, несправності при замиканні ротора на землю,

30 проблеми зі збудниками тощо.

Система 10 може бути призначена для того, щоб забезпечувати реєстрацію й відображення поточних даних у реальному часі або відтворення й відображення раніше зареєстрованих даних.

Далі буде описане застосування винаходу з посиланням на фіг. 2. Проілюстрована на фіг. 2 блок-схема одного з прикладів способу буде описана з посиланням на фіг. 1, хоча варто врахувати, що приклади способу також застосовні до інших (не проілюстрованих) систем.

35

На фіг. 2 показана блок-схема способу відповідно до одного з прикладів здійснення, що у цілому позначений позицією 30.

При здійсненні способу 30 на кроці 32 за допомогою модуля 14 прийому сигналів напруги

40 приймають від щітки напруги сигнали напруги, що мають відношення до вала.

Аналогічним чином при здійсненні способу на кроці 34 за допомогою модуля 12 прийому сигналів струму приймають від щітки струму сигнали струму, що мають відношення до вала. Варто врахувати, що кроки 32 і 34 способу можуть здійснюватися одночасно або паралельно.

Після прийому сигналів напруги й струму на кроці 36 за допомогою процесора 24,

45 обчислюють, виходячи з прийнятих сигналів струму й напруги, дані струму й напруги, що стосуються відслідковуваного генератора, як це описано вище. Отже, при здійсненні способу 30 також зіставляють ці дані з вихідними даними модуля 15 синхронізації. Для цього може прийматися сигнал синхронізації, що дозволяє синхронізувати прийняті дані струму й напруги з сигналом порушення.

При здійсненні способу 30 також обчислюють напругу постійного струму, діючу напругу, постійний струм і діючий струм, як це описано раніше. При здійсненні способу 30 також роблять ШПФ сигналу напруги й генерують або обробляють діаграму розкиду сигналу струму, як це описано раніше.

50

Потім при здійсненні способу 30 на кроці 38 представляють користувачеві за допомогою інтерфейсу 18 користувача щонайменше деякі з обчислених даних струму й напруги. Слід зазначити, що користувач здатний оцінювати стан машини (генератора), виходячи з даних, які представляє йому система 10.

55

При здійсненні способу 30 також на кроці 40 аналізують тенденції щонайменше обчислених даних напруги з метою щонайменше визначення тенденцій даних напруг, що стосуються машини. При здійсненні способу звичайно аналізують тенденції як обчислених даних струму,

60

так і напруги у базі 16 даних. Користувач може необов'язково витягати дані аналізу тенденцій з бази 16 даних за допомогою інтерфейсу 18 користувача.

В одному з кращих прикладів здійснення способу 30 на кроці 42 визначають, виходячи з даних струму й напруги, чи виник несправний стан, і за допомогою модуля 13 сигналізації генерують попереджувальний сигнал або стани тривоги у відповідь на нього, як це описано раніше. Відповідно, в одному з прикладів здійснення способу 30 порівнюють рівні діючих значень, значень постійного струму й значень гармонік сигналів щітки напруги з відповідними рівнями або граничними значеннями попереджувальних сигналів, що зберігаються у базі 16 даних. Якщо це застосовно, при здійсненні способу 30 порівнюють дельта-значення з відповідними рівнями або граничними значеннями попереджувальних сигналів. Якщо прийнятий попереджувальний сигнал або досягнутий запланований інтервал реєстрації, у базі 16 даних зберігають останні за часом обчислені дані струму й напруги, які у тому числі містять часову область і сліди гармонік щітки напруги плюс розкид щітки струму плюс запис у файлі даних про тенденції з середнім розділенням.

В одному з прикладів здійснення способу при знаходженні у режимі відтворення за допомогою інтерфейсу 18 користувача підказують користувачеві інформацію, яку відображає генератор, як це описано раніше, стосовно до режиму реєстрації.

Спосіб включає пошук у базі 16 даних будь-яких існуючих тенденцій за минулі періоди, як це описано раніше. Також за аналогією з режимом реєстрації з бази 16 даних витягають будь-які виявлені тенденції за минулі періоди й за допомогою інтерфейсу 18 користувача представляють їх користувачеві.

Спосіб включає подання користувачеві у доступному тільки для читання форматі відповідної інформації про конфігурацію.

Спосіб також включає подання користувачеві за допомогою інтерфейсу 18 користувача запису часової області щітки напруги, що відповідає поточній точці відтворення у наборі файлів.

При здійсненні способу користувачеві може представлятися запис гармонійного сигналу щітки напруги, що відповідає поточній точці відтворення у наборі файлів.

При здійсненні способу користувачеві може представлятися значення діючого струму й напруги й значення постійного струму й напруги, виходячи з точки у файлі даних про тенденції, що відповідає поточній точці відтворення у наборі файлів.

При здійсненні способу користувачеві може представлятися діаграма розкиду, що відповідає поточній точці відтворення у наборі файлів. Спосіб також може включати подання користувачеві новітніх попереджувальних подій (з файлу реєстрації попереджувальних сигналів), безпосередньо попередніх поточній точці відтворення у наборі файлів. Щонайменше деякі з кроків у режимі відтворення можуть повторюватися зі заданим або вибраним користувачем інтервалом.

При здійсненні способу можуть відображатися неопрацьовані сигнали у часовій області, які були скоректовані з урахуванням масштабування коефіцієнтів передачі перетворювача у момент реєстрації.

При здійсненні способу можуть оновлюватися поля відображення середніх і максимальних значень як діючих, так і постійних складових струму й напруги плюс зведення недавніх попереджувальних подій.

При здійсненні способу користувачеві може представлятися відображення, яке звичайно містить наступні складові:

- а) подання у часовій області сигналу щітки напруги,
- б) подання у частотній області гармонік сигналу напруги,
- в) діаграми розкиду сигналів щітки струму,
- г) вікно короточасних тенденцій з відображенням більше важливих гармонійних складових,
- д) відображення поточних кількісних значень складових г).

В описаному винаході запропонований спосіб більше зручного аналізу сигналів, що надходять від валів обертових машин, з метою одержання даних моніторингу стану обертової машини. Описана у винаході система здатна переважно відображати тенденцію індивідуальних гармонік на підставі сигналу щітки напруги.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб моніторингу сигналів, що мають відношення до вала обертової машини, в якому: приймають сигнали напруги, що мають відношення до вала; приймають сигнали струму, що мають відношення до вала;

- обчислюють і аналізують тенденцію максимального значення напруги і струму, що мають відношення до вала;
 обчислюють і аналізують тенденцію середніх значень напруги і струму, що мають відношення до вала;
- 5 обчислюють і аналізують тенденцію коефіцієнта гармонік напруги, що має відношення до вала; приймають сигнал синхронізації, що дозволяє синхронізувати прийняті сигнали струму з коливальним сигналом порушення; сигнали струму розрізняють за часом;
- 10 пов'язують групу сигналів струму, розрізнених за часом, з несправним станом; і визначають несправний стан, використовуючи максимальні значення напруги і струму, що мають відношення до вала, середні значення напруги і струму, що мають відношення до вала, коефіцієнт гармонік напруги, що має відношення до вала, і групу сигналів струму, розрізнених за часом;
- 15 якщо несправний стан має місце, то повідомляють користувачеві, що несправний стан має місце.
2. Спосіб за п. 1, у якому:
 приймають сигнали напруги, що мають відношення до вала, щонайменше від щітки напруги й приймають сигнали струму, що мають відношення до вала, щонайменше від щітки струму.
- 20 3. Спосіб за п. 1, у якому при визначенні даних напруги, виходячи з прийнятого сигналу напруги, визначають середню напругу постійного струму й діючу напругу прийнятого сигналу напруги.
4. Спосіб за п. 1, у якому виконують швидке перетворення Фур'є (ШПФ) сигналу напруги та формують і аналізують відображення ШПФ, що відповідає прийнятому сигналу напруги й містить інформацію, яка відображає коефіцієнт гармонік прийнятого сигналу напруги.
5. Спосіб за п. 1, у якому визначають подання у частотній області сигналу напруги.
- 25 6. Спосіб за п. 1, у якому при визначенні даних струму формують або оновлюють діаграму розкиду, де на діаграмі розкиду представлені розрізнені за фазою максимальні значення сигналів, що мають відношення до вала.
7. Спосіб за п. 6, у якому:
 формують проміжні діаграми розкиду й
- 30 поєднують сформовані проміжні діаграми розкиду для одержання остаточної діаграми розкиду, що відображає одну реєстрацію у часовій області.
8. Спосіб за п. 1, у якому використовують аналіз високочастотних спектрів для виявлення проблем, пов'язаних із машиною.
9. Спосіб за п. 1, у якому:
- 35 реєструють кожний випадок виникнення несправного стану;
 якщо несправний стан не охарактеризований у базі даних, повідомляють або сигналізують про нього користувачеві;
 при повторному виникненні конкретного несправного стану повідомляють про несправний стан, якщо минув заданий час затримки після останнього виникнення даного конкретного несправного стану.
- 40 10. Система моніторингу сигналів, що мають відношення до вала, обертової машини, що містить:
 модуль прийому сигналів напруги для прийому сигналів напруги, що має відношення до вала, щонайменше від щітки напруги;
- 45 модуль прийому сигналів струму для прийому сигналів струму, що мають відношення до вала, щонайменше від щітки струму;
 модуль синхронізації, який дозволяє синхронізувати прийняті сигнали струму з коливальним сигналом порушення;
 процесор для:
- 50 обчислення і аналізу тенденції максимальних значень напруги і струму, що мають відношення до вала;
 обчислення і аналізу тенденції середніх значень напруги і струму, що мають відношення до вала;
 обчислення і аналізу тенденції коефіцієнта гармонік напруги, що має відношення до вала;
- 55 розрізнення сигналів струму за часом;
 пов'язування групи сигналів струму, розрізнених за часом з несправним станом;
 базу даних для зберігання щонайменше даних струму й напруги;
 інтерфейс користувача для подання щонайменше деяких даних струму й напруги користувачеві;
 і

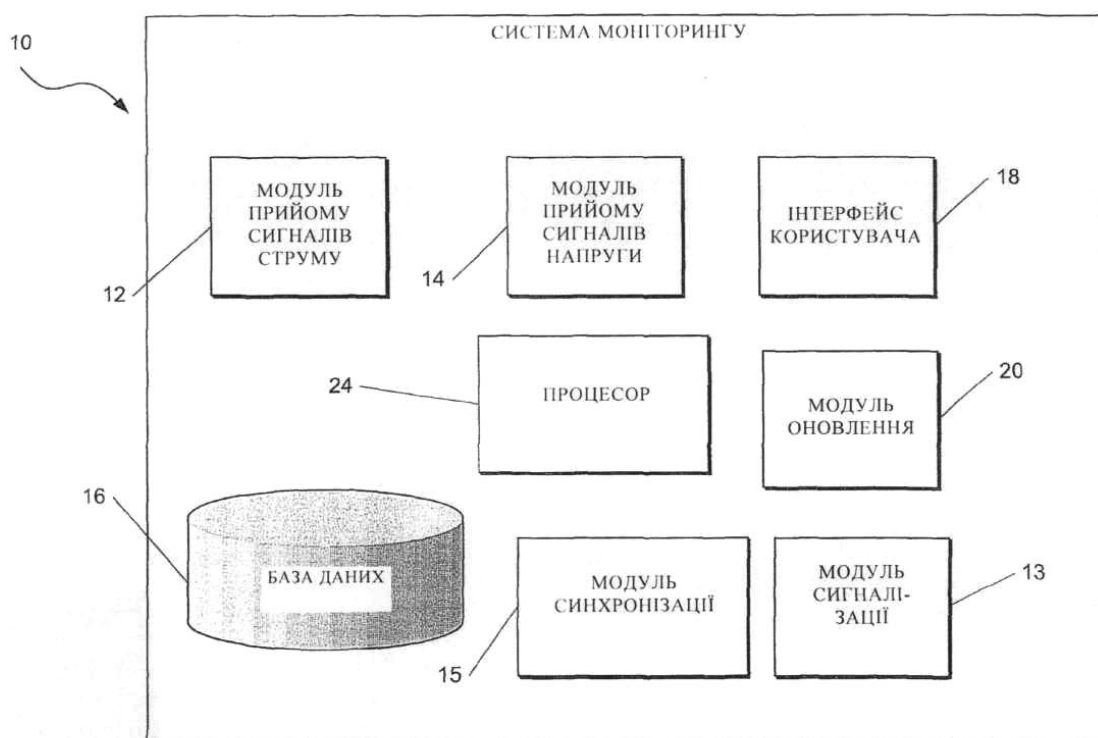
модуль сигналізації для визначення несправного стану, використовуючи максимальні значення напруги і струму, що мають відношення до вала, середні значення напруги і струму, що мають відношення до вала, коефіцієнт гармонік напруги, що має відношення до вала, і групи сигналів струму, розрізнених за часом, і для формування попереджувального сигналу або стану тривоги у відповідь на виникнення несправності.

11. Система за п. 10, в якій процесор виконаний з можливістю визначення середньої напруги постійного струму й діючої напруги прийнятого сигналу напруги, й середнього змінного струму й діючого струму прийнятого сигналу струму.

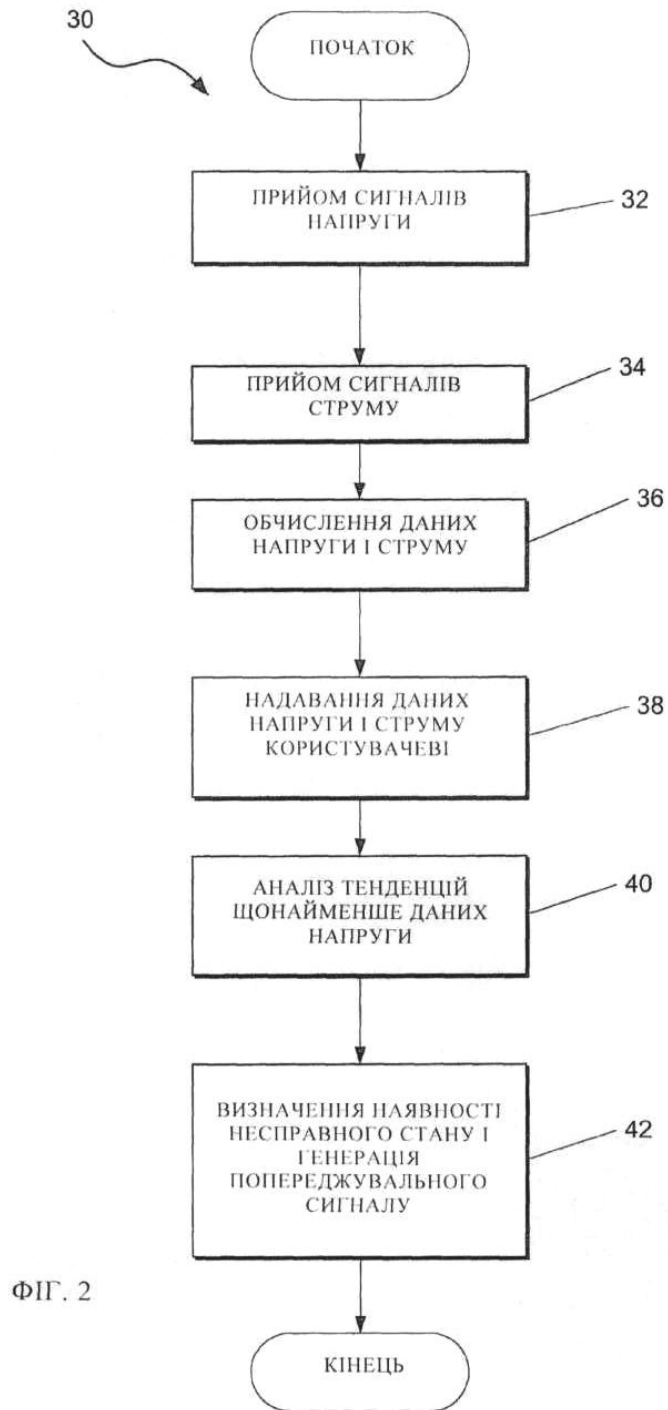
12. Система за п. 10, в якій процесор виконаний з можливістю:

застосування аналізу методом швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) до сигналу напруги; формування відображення ШПФ і тенденції гармонік сигналу напруги, при цьому відображення ШПФ містить щонайменше відповідні гармоніки або спектр сигналу напруги; й аналізу генерованого відображення ШПФ.

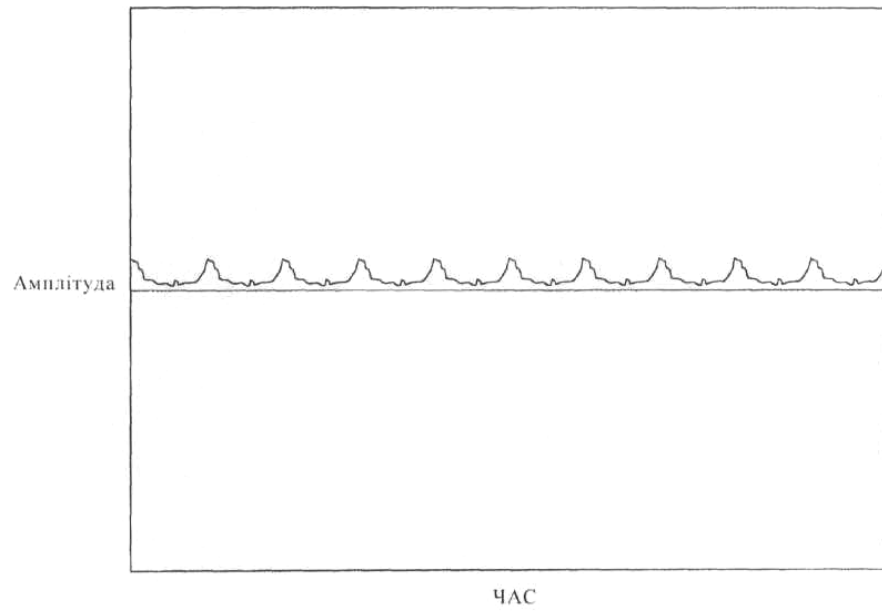
13. Система за п. 10, в якій процесор виконаний з можливістю формування або оновлення діаграми розкиду.



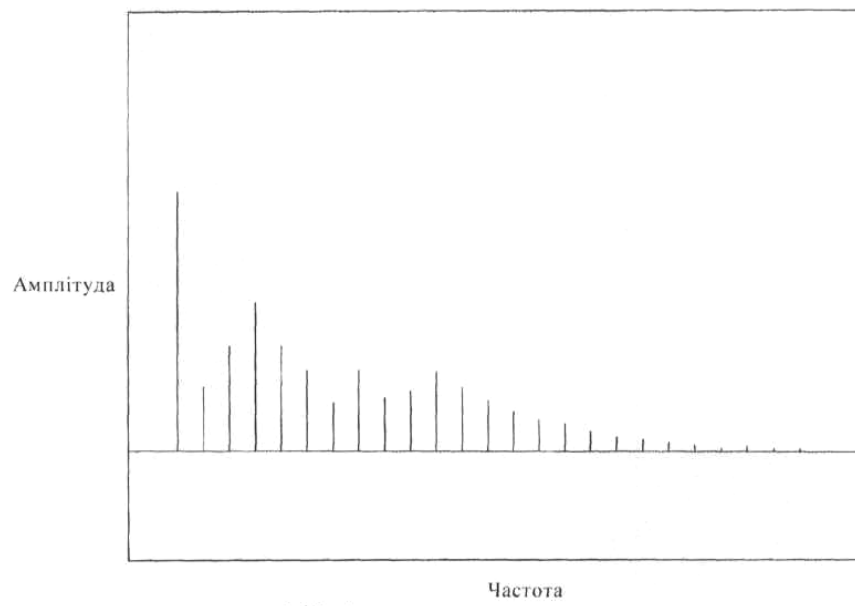
ФІГ. 1



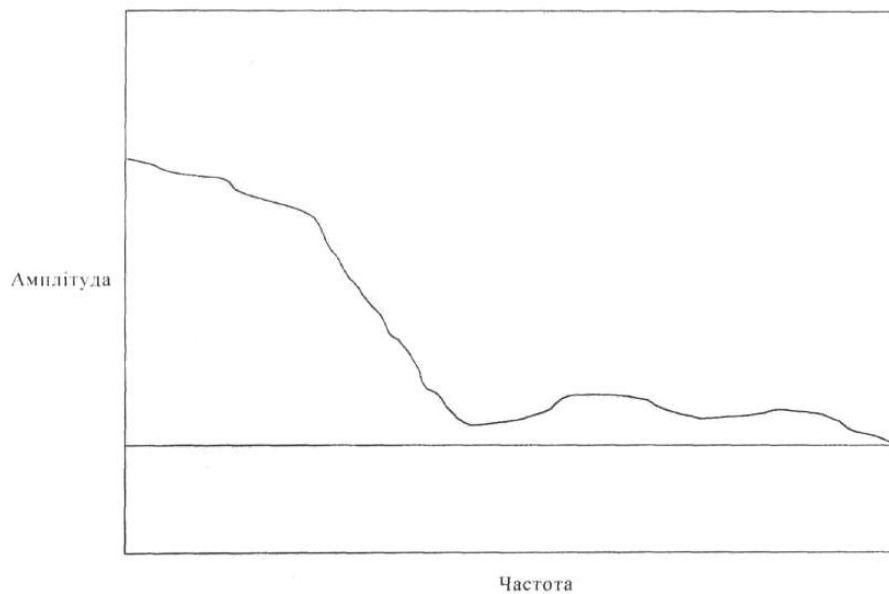
ФІГ. 2



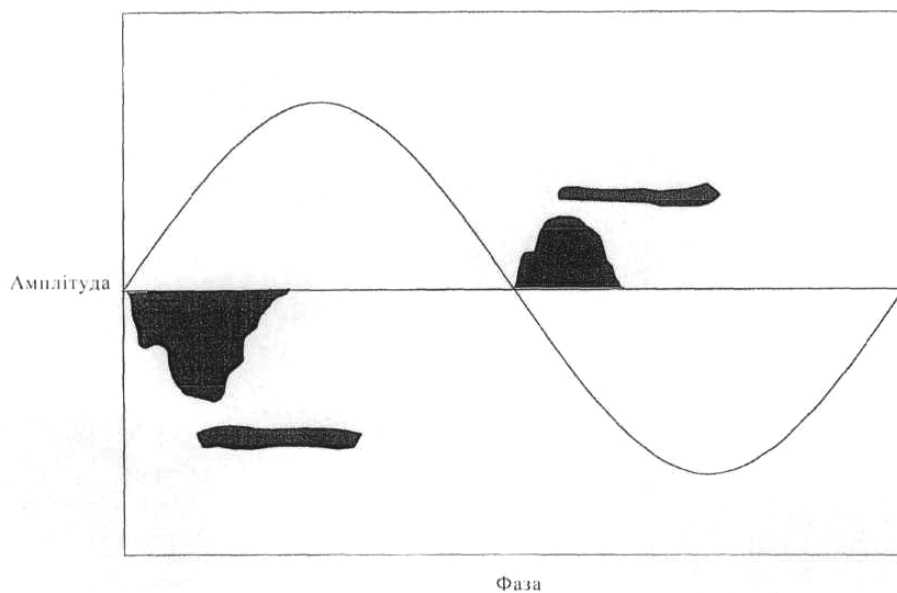
ФІГ. 3



ФІГ. 4



ФІГ. 5



ФІГ. 6

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601