



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94761 (13) C2  
(51) МПК (2011.01)  
H02H 5/00  
H02H 7/08 (2006.01)  
H02P 7/00  
H02P 1/18 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ПЕРЕВАНТАЖЕННЮ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

1

2

(21) а200901626  
(22) 31.05.2007  
(24) 10.06.2011  
(86) PCT/US2007/070097, 31.05.2007  
(31) 11/461,170  
(32) 31.07.2006  
(33) US  
(46) 10.06.2011, Бюл.№ 11, 2011 р.  
(72) ПЛАНКЕТ ЛАРРІ, US, КОЛАСІНСКІ ГРЕГ, US  
(73) ДАНАХЕР МОУШН, ЛЛС, US  
(56) US RE.33379 ; 09.10.1990  
US 6215262 A; 10.04.2001  
US 5627710 A; 06.05.1997  
US 6026926 A; 22.02.2000  
US 6026926 A; 22.02.2000  
(57) 1. Спосіб для запобігання стану перевантаження на двигуні, що включає наступні стадії: стадію, на якій контролюють частоту обертання електричного двигуна; стадію, на якій виявляють стан навантаження електричного двигуна, виходячи зі контрольованої частоти обертання для визначення положення ходу електричного двигуна, причому стадія, на якій виявляють, включає порівняння частоти обертання, яку контролюють, з першим порогом частоти обертання, та в залежності від порівняння обчислюють середню частоту обертання за часом або за кількістю вимірів частоти обертання, та визначають чи існує стан навантаження, виходячи з порівняння обчисленої середньої частоти обертання з порогом середньої частоти обертання; та стадію, на якій керують роботою електричного двигуна відповідно до виявленого стану навантаження.  
2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що на стадії виявлення виявляють присутність стану навантаження, якщо обчислена середня частота обертання менша за поріг середньої частоти обертання, яким відображують мінімальну робочу частоту обертання.  
3. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що перший поріг або поріг середньої частоти обертання коригують відповідно до вхідної напруги та/або оточуючої температури.

4. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що на стадії контролю видають імпульс шириною, яка відображує частоту обертання електричного двигуна, а на стадії порівняння порівнюють ширину імпульсу, який видають, із першим порогом.  
5. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що на стадії контролю видають імпульси із значеннями ширини, які відображують частоту обертання електричного двигуна, а на стадії порівняння порівнюють середню ширину кількох виданих імпульсів упродовж заданого періоду часу або для заданого числа вимірювань з порогом середньої частоти обертання, щоб визначити існування або неіснування стану навантаження.  
6. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що на стадії контролю контролюють частоту обертання електричного двигуна за допомогою датчика безконтактного конструктивного виконання.  
7. Спосіб за п. 6, який відрізняється тим, що датчик безконтактного конструктивного виконання містить пристрій на ефекті Холла, який встановлюють для зчитування магнітного поля, яке створюють магнітом, який приєднують до вала електричного двигуна.  
8. Спосіб за п. 6, який відрізняється тим, що датчик безконтактного конструктивного виконання містить оптичний датчик.  
9. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що на стадії керування переривають роботу електричного двигуна, якщо стан навантаження зберігається.  
10. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що стан навантаження включає кінець ходу електричного двигуна.  
11. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що стан навантаження включає втрату швидкості або перевантаження в середині ходу.  
12. Пристрій для запобігання стану перевантаження на двигуні, який містить: датчик для контролю частоти обертання електричного двигуна; блок детектора для виявлення стану навантаження електричного двигуна, виходячи з контрольованої частоти обертання для визначення положення ходу електричного двигуна, причому блок детек-

(19) UA (11) 94761 (13) C2

тора порівнює контрольовану частоту обертання з першим порогом частоти обертання та в залежності від порівняння обчислює середню частоту обертання за часом або за кількістю вимірів частоти обертання, та визначає чи існує стан навантаження, виходячи з порівняння обчисленої середньої частоти обертання з порогом середньої частоти обертання; блок керування для керування роботою електричного двигуна відповідно виявленого стану навантаження.

13. Пристрій за п. 12, який **відрізняється** тим, що блок детектора виявляє стан навантаження, якщо розрахована середня частота обертання менша за поріг середньої частоти обертання, який відображує мінімальну робочу частоту обертання.

14. Пристрій за п. 12, який **відрізняється** тим, що перший поріг або поріг середньої частоти обертання коригується відповідно до вхідної напруги та/або оточуючої температури.

15. Пристрій за п. 12, який **відрізняється** тим, що датчик видає імпульс, який має ширину, що відображує частоту обертання електричного двигуна, а блок детектора порівнює ширину виданого імпульсу з першим порогом.

16. Пристрій за п. 12, який **відрізняється** тим, що датчик видає імпульси із значеннями ширини, які відображують частоту обертання електричного двигуна, а блок детектора порівнює середню ширину кількох виданих імпульсів упродовж заданого періоду часу або для заданого числа вимірювань з порогом середньої частоти обертання, щоб визначити, існує чи не існує стан навантаження.

17. Пристрій за п. 12, який **відрізняється** тим, що датчик, що контролює частоту обертання електричного двигуна, має безконтактне конструктивне виконання.

18. Пристрій за п. 17, який **відрізняється** тим, що датчик безконтактного конструктивного виконання містить пристрій на ефекті Холла, який зчитує магнітне поле магніту, приєднаного до вала електричного двигуна.

19. Пристрій за п. 17, який **відрізняється** тим, що датчик безконтактного конструктивного виконання містить оптичний датчик.

20. Пристрій за п. 12, який **відрізняється** тим, що блок регулятора перериває роботу електричного двигуна, якщо стан навантаження зберігається.

21. Пристрій за п. 20, який **відрізняється** тим, що містить також реле для вимкнення електричного двигуна, якщо стан навантаження виявлений за командою з блока регулятора.

22. Пристрій за п. 12, який **відрізняється** тим, що містить також друковану плату, яка містить блоки детектора та регулятора.

23. Матеріальний комп'ютерний носій інформації, який має виконуваний комп'ютером код, який при його виконанні процесором здійснює спосіб, що включає наступні стадії: стадію, на якій контролюють частоту обертання електричного двигуна; стадію, на якій виявляють стан навантаження електричного двигуна, виходячи з контрольованої частоти обертання для визначення положення ходу двигуна, причому стадія, на якій виявляють, містить порівняння частоти обертання, яку контролюють, з першим порогом частоти обертання, та в залежності від порівняння обчислюють середню частоту обертання за часом або за кількістю вимірів частоти обертання, та визначають чи існує стан навантаження, виходячи з порівняння обчисленої середньої частоти обертання з порогом середньої частоти обертання; та стадію, на якій керують роботою електричного двигуна відповідно виявленого стану навантаження.

Ця міжнародна заявка ґрунтується на, заявці Сполучених Штатів №11/461 170, поданій 31 липня 2006 року під назвою «Пристрій для запобігання перевантаженню електричних двигунів постійного струму з постійними магнітами» та має пріоритет за нею, вміст якої повністю включений до цієї заявки через посилання.

[0001] Винахід відноситься до способу, системи і пристрою для запобігання станам перевантаження на електричні двигуни, зокрема, на електричні двигуни постійного струму з постійними магнітами, що використовуються у лінійних або обертових виконавчих механізмах.

[0002] Традиційно, в електричних двигунах струм певним чином контролюють, щоб запобігти перевантаженням. Це можуть здійснювати за допомогою вимикача, що спрацьовує від тепла, який зазвичай зветься пристроєм теплового захисту. Цей пристрій потребує, щоб стан перевантаження тривав упродовж певного часу для нагрівання термоелемента - від кількох секунд до кількох хвилин - залежно від інтенсивності перевантаження. Тому він потребує певний час для охолодження після усунення несправності перш, ніж робота може відновитися. У другому способі використовують

резистивний елемент, включений послідовно з електричним двигуном. Напруга на цьому резисторі пропорційна струму, й електричне коло можна розробити таким, щоб відключати живлення електричного двигуна, коли потік струму перевищує задане значення. Недолік цього способу полягає у тому, що на цьому резистивному елементі розсіюється енергія, що знижує загальний ККД системи.

[0003] Відповідно до одного варіанту здійснення, через спосіб, пристрій або комп'ютерну програму реалізують підхід до запобігання перевантаженню, який включає стадію, на якій контролюють швидкість електричного двигуна, стадію, на якій виявляють стан перевантаження електричного двигуна, виходячи зі швидкості, яку контролюють, і стадію, на якій керують роботою електричного двигуна відповідно виявленого стану перевантаження.

[0004] Фіг. 1 ілюструє загальний вигляд примірного пристрою для запобігання перевантаженню відповідно до одного варіанту здійснення.

[0005] Фіг. 2 ілюструє загальний вигляд примірного пристрою для запобігання перевантаженню відповідно до ще одного варіанту здійснення;

[0006] Фіг. 3 ілюструє принципову схему примірної компоновки схеми пристрою для запобігання перевантаженню на фіг. 2 відповідно до одного варіанту здійснення.

[0007] Фіг. 4 ілюструє блок-схему примірної процесу, яким запобігають перевантаженню електричного двигуна відповідно до одного варіанту здійснення.

[0008] Фіг. 5 ілюструє блок-схему примірної процесу, яким запобігають перевантаженню електричного двигуна відповідно до одного варіанту здійснення.

[0009] Фіг. 6 ілюструє блок-схему примірної процесу, яким запобігають перевантаженню електричного двигуна відповідно до одного варіанту здійснення.

[0010] Фіг. 7-9 ілюструють вихідну програму для примірних способу й процесу запобігання стану перевантаження при роботі електричного двигуна.

[0011] Відповідно до різних аспектів, пропонуються пристрій, система, спосіб, комп'ютерний продукт, комп'ютерна програма тощо для запобігання стану перевантаження при роботі електричного двигуна, наприклад, електричного двигуна постійного струму з постійними магнітами, що використовується у лінійних або обертових виконавчих механізмах. Основні параметри електричних двигунів постійного струму з постійними магнітами мають лінійне співвідношення, тобто, збільшення крутного моменту навантаження призводить до пропорційного зниження частоти обертання електричного двигуна й пропорційного підвищення вхідного струму електричного двигуна. Будь-яку з цих трьох характеристик можна вимірювати для прогнозування стану інших двох. Оскільки частота обертання електричного двигуна постійного струму з постійними магнітами є зворотно пропорційною струму електричного двигуна, частота обертання є точним предиктором струму. Тому як показник навантаження замість струму можна використовувати частоту обертання електричного двигуна (наприклад, число обертів на хвилину тощо). Відповідно, стан перевантаження електричного двигуна можна виявляти, і запобіжні заходи можна вживати, виходячи з частоти обертання електричного двигуна і її контролю.

[0012] Відповідно до одного примірної варіанту здійснення, спосіб запобігання перевантаженню може включати стадію, на якій контролюють частоту обертання електричного двигуна, стадію, на якій виявляють стан перевантаження електричного двигуна, виходячи зі швидкості, яку контролюють, і стадію, на якій керують роботою електричного двигуна відповідно виявленого стану перевантаження. Наприклад, при порозі частоти обертання або нижче його (наприклад, при конкретній частоті обертання тощо) живлення до електричного двигуна вимикають. Цей поріг (пороги) можуть задавати (або визначати) або коригувати, змінювати або визначати у динамічному режимі, виходячи з поточних робочих умов (або оточення) електричного двигуна, таких, як навантаження температура, вхідна напруга, струм і так далі. Таким чином, поріг можуть вибирати як функцію робочих

характеристик або оточення (наприклад, граничне значення = мінімальна частота обертання (вхідна напруга, температура)). Цей поріг (пороги) можуть перевіряти за бажанням при включенні електричного двигуна або перед цим або упродовж роботи електричного двигуна, і можуть розраховувати або вибирати з таблиці або можуть використовувати будь-яку комбінацію цих підходів. Нижче докладніше розглядаються різні варіанти запобігання перевантаженню.

[0013] Використання частоти обертання при запобіганні перевантаженню може забезпечити серед іншого різні примірні вигоди та/або переваги.

Наприклад, частоту обертання електричного двигуна можна контролювати за допомогою засобів, що не спричиняють зниження ККД, на відміну від традиційних способів. Примірні безконтактні конструктивні виконання можуть обумовлювати використання електромагнітного датчика (датчиків), такого, як пристрій на ефекті Холла, у сполученні з багатополюсним магнітом на валу електричного двигуна, використання оптичного датчика (датчиків) і світлові способи тощо. Це може, наприклад, усунути зниження ККД, про що вже йшлося вище. Роботу електричного двигуна і його частоту обертання можна повернути до нормальних відразу після усунення або вирішення несправності або стану, завдяки чому затримка з відновленням, така, як притаманна пристрою теплового захисту, не виникає або зменшена. Крім того, частоту обертання електричного двигуна можна контролювати безперервно з таким розрахунком, щоб час реагування на несправний стан можна було значно скоротити.

[0014] Крім того, як приклад, конструктивні виконання або варіанти здійснення запобігання перевантаженню, описані у цій заявці, можна використовувати для вирішення проблем, пов'язаних серед іншого, з (1) механічним перевантаженням (наприклад, зупинка або перевантаження посередині ходу), (2) електричним перевантаженням (наприклад, перевищення номінального робочого циклу), (3) відключенням у кінці ходу (наприклад, внутрішнє відносно до виконавчого механізму або зовнішньо до пристрою, що приводиться до дії) тощо.

[0015] Фіг. 1 ілюструє загальний вигляд примірної пристрою або системи (далі - «пристрій») 100 для запобігання перевантаженню електричного двигуна 110 відповідно до одного варіанту здійснення. Як показано, пристрій 100 для запобігання перевантаженню містить датчик 120, призначений для контролю частоти обертання електричного двигуна 110; детектор 130, призначений для виявлення стану перевантаження електричного двигуна 110, виходячи з контрольованої частоти обертання; регулятор 140, призначений для керування роботою електричного двигуна 110, і реле (одне або кілька) 150 (наприклад, вимикач (вимикачі), схеми збудження тощо), за допомогою яких можна контролювати стан (стани) роботи електричного двигуна (наприклад, призупинений, відновлений, виключений або включений, загальмований тощо).

[0016] Датчик частоти обертання 120 може бути типу, який не потребує й не використовує фізичний контакт як частину операцій визначення або контролю частоти обертання електричного двигуна. Наприклад, датчиком частоти обертання 120 може бути тахометр, який може мати конструктивне виконання для електромагнітного визначення, оптичного визначення тощо для контролю частоти обертання електричного двигуна 110. Одним із прикладів конструктивного виконання для електромагнітного визначення може бути пристрій на ефекті Холла, розміщений або розташований для зчитування багатополісного магніту, встановленого, наприклад, на валу електричного двигуна 110. У цьому прикладі, про який далі йтиметься докладніше, коли електричний двигун працює, і вал електричного двигуна і магніт на ньому обертаються, пристрій на ефекті Холла (або його вимикач (вимикачі)) видає імпульси, ширина яких відображає частоту обертання електричного двигуна.

Замість ширини імпульсів можуть використовуватися інші види вимірювання, такі, як частота імпульсів. Частоту імпульсів можна визначати по ширині імпульсів за період часу для відображення частоти обертання електричного двигуна. Це просто один приклад конструктивного виконання зчитування або датчика частоти обертання, і для реалізації спроможності забезпечити запобігання перевантаженню можуть використовуватися й інші конструктивні виконання або датчики, як описано у цьому документі.

[0017] Інший тип конструктивного виконання зчитування частоти обертання може включати використання оптичних датчиків і світла. Наприклад, датчик частоти обертання 120 може містити оптичний детектор або оптичний кодувальний пристрій або схожий пристрій для зчитування світла, яке представляє частоту обертання електричного двигуна, і видачі сигналу або інформації, що відображає частоту обертання. Оптичний детектор може зчитувати (1) світло, відбите від компонента на електричному двигуні при роботі останнього, або (2) зчитувати світло, проєкційоване через прорізи або отвори, виконані відносно електричного двигуна, при роботі останнього. У першому прикладі може використовуватися відбивальний оптичний кодувальний пристрій або схожий пристрій, у якому світловипромінювальний діод або інше джерело світла світить на електричний двигун або його компонент (наприклад, на вал), і світло відбивається назад на фотодетектор, наприклад, фотодіод (фотодіоди) або фототранзистор (фототранзистори), щоб одержати характеристику частоти обертання електричного двигуна. В іншому прикладі світловипромінювальний діод або інше джерело світла світить у прорізи або отвори (виконані, наприклад, на електричному двигуні або його компоненті або відносно їх) і виявляється фотодетектором, наприклад, фотодіодом (фотодіодами) або фототранзистором (фототранзисторами), щоб одержати характеристику частоти обертання електричного двигуна.

[0018] Як ще один приклад, датчик частоти обертання 120 може включати використання герметизованого магнітокерованого контакту (контак-

тів) (геркону/герконів) у сполученні з магнітом (магнітами) для виявлення частоти обертання електричного двигуна при його роботі. Приклад геркону може використовуватися у конструктивних виконаннях електричного двигуна з нижчою частотою обертання. Далі наводяться просто приклади різних конструктивних виконань зчитування частоти обертання, і для реалізації спроможності забезпечити запобігання перевантаженню можуть використовуватися й інші конструктивні виконання зчитування частоти обертання, як описано у цьому документі.

[0019] Різні компоненти й процеси пристрою 100 для запобігання перевантаженню, описані вище, можуть реалізовуватися й за допомогою одного або кількох процесорів, що виконує або виконують зчитуваний комп'ютером код (наприклад, програму, програмне забезпечення або вбудовані програми тощо), дрових або інтегральних або логічних схем або їх сполучення. Зчитуваний комп'ютером код може зберігатися у матеріальному запам'ятовувальному середовищі й зчитуватися й виконуватися для реалізації спроможності забезпечити запобігання перевантаженню, як описано у цьому документі.

[0020] Фіг. 2 ілюструє загальний вигляд примірного пристрою 200 для запобігання перевантаженню електричного двигуна (або вузла електричного двигуна) 210 відповідно до ще одного варіанту здійснення. Як показано, пристрій 200 для запобігання перевантаженню може містити датчики на ефекті Холла 220 (наприклад, перемикачі на ефекті Холла), регулятор 230 для реалізації різних функцій і спроможностей забезпечити запобігання перевантаженню, як описано у цьому документі, і реле 250 для динамічного гальмування електричного двигуна 210. У цьому прикладі ці компоненти пристрою 200 розміщені на друкованій платі 202.

[0021] Датчики на ефекті Холла 220 призначені для зчитування магнітного поля з багатополісного магніту 222, розміщеного або підключеного на валу електричного двигуна 210 для обертання з частотою обертання електричного двигуна. Магніт 222 може мати конструкцію з 12 або 6 парами полюсів, прикріплену до вала електричного двигуна 210. При роботі магніт 222 збуджує перемикач (перемикачі) на ефекті Холла кожного разу, коли південний полюс проходить бік перемикача (перемикачів) на ефекті Холла датчиків 220. Результуюча ширина імпульсу або ширина імпульсу, що видається датчиками 220, відображає частоту обертання (наприклад, число обертів на хвилину) електричного двигуна 210.

[0022] Регулятор 230 може містити мікропроцесор (мікропроцесори) або мікроконтролер (мікроконтролери), який одержує контрольовану частоту обертання, виявляє стан перевантаження електричного двигуна, виходячи з контрольованої частоти обертання, і керує роботою електричного двигуна відповідно до виявленого стану перевантаження. Наприклад, при порозі частоти обертання або нижче його (наприклад, при конкретній частоті обертання тощо) живлення до електричного двигуна відключають, наприклад, за допомогою

реле 250 або інших реле або схем або компонентів збудження електричного двигуна.

[0023] На фіг. 2 показаний ще й пристрій ручного керування 260, який можна використовувати для ручного обертання або керування або переміщення вала або компонентів, з'єднаних із ним, наприклад, у випадку перевантаження або відмови або поломки або порушення енергопостачання тощо.

[0024] Хоча на фіг. 2 наведений один приклад із використанням конкретних компонентів і конструктивного виконання цих компонентів, для контролю стану перевантаження залежно від частоти обертання електричного двигуна можуть використовуватися ці та/або інші компоненти й схеми розміщення. Наприклад, як відмічалось вище, може використовуватися датчик, інший, ніж перемикачі пристрою Холла, скажімо, оптичні датчики тощо. Тип датчика може вибиратися, наприклад, залежно від застосування електричного двигуна й робочих умов електричного двигуна.

[0025] Фіг. 3 ілюструє принципову схему примірної компоновки схеми пристрою 200 для запобігання перевантаженню на фіг. 2 відповідно до одного варіанту здійснення. Як показано, пристрій 200 для запобігання перевантаженню містить виводи W1-W4, конденсатори C1-C4 і C5, резистори R1-R5, діоди D1 і D2 і D4, двопівперіодний міст (або випрямляч) D3, реле RLY1, регулятор напруги U1, мікропроцесор U2, датчик температури U3, транзистор Q1 і пристрій або вимикач на ефекті Холла HE1.

[0026] Виводи W1 і W2 призначені для живлення схеми. Вивід W1 є позитивним для одного напрямку обертання електричного двигуна і негативним для зворотного напрямку. Ця напруга подається на вхід двопівперіодного моста D3, а також на контакти однополюсного перекидного реле RLY1. Двопівперіодний міст D3 подає напругу правильної полярності до схеми керування пристрою 200 незалежно від вхідної полярності.

[0027] Резистори R2 і R3 утворюють подільник напруги. Опори цих резисторів можна вибирати таким чином, щоб забезпечити на резисторі R3 потрібну напругу, наприклад, напругу 5 вольтів або менше. Діод Зенера D2 використовується для забезпечення того, щоб напруга не перевищувала вхідну напругу мікропроцесора U2. Напруга на резисторі R3 пропорційна вхідній напрузі, що подається на виконавчий механізм, і використовується для контролю вхідної напруги. Як докладніше описується нижче, для зміни або коригування або визначення значення порогу (або границі) частоти обертання, використовованого для виявлення стану перевантаження можна одержувати або зчитувати вхідну напругу.

[0028] Конденсатори C1 і C2 використовуються для стабілізації подачі напруги на вхід регулятора напруги U1.

[0029] Діод D1 запобігає надмірній напрузі, спричиненій індуктивністю котушки реле RLY1 при її вимиканні. Транзистор Q1 використовується для вмикання й вимикання котушки реле RLY1 залежно від сигналів, що подаються на базу транзистора через резистор R4.

[0030] Вихідний сигнал регулятора напруги U1 фільтрується конденсаторами C3 і C4. Це забезпечує стабільну подачу напруги на мікропроцесор U2 і перемикач на ефекті Холла HE1. Перемикач на ефекті Холла HE1 видає вихідний імпульс кожного разу, коли полюс магніту проходить його. Ширина імпульсу пропорційна швидкості обертання електричного двигуна.

[0031] Резистор R5 обмежує потік струму у світловипромінювальний діод D4. Діод D4 горить, коли схема керування мікропроцесора вимикає електричний двигун, наприклад, у випадку стану перевантаження.

[0032] Датчик температури U3 використовується для контролю оточуючої температури (наприклад, значення оточуючої температури). Оскільки виконавчий механізм може працювати в умовах температур, що міняються у широких межах, реалізація запобігання перевантаженню може враховувати оточуючу температуру. Як докладніше описується нижче, для зміни або коригування або визначення значення порогу (або границі) частоти обертання, використовованого для виявлення стану перевантаження можна одержувати або зчитувати оточуючу температуру.

[0033] Примірні функції й відмітні ознаки, що керуються мікропроцесором U2, далі описуються з посиланнями на роздрук (лістинг) вихідного тексту програми на фіг. 7-9, які описують примірний процес (процеси) або програму (програми), що можуть реалізовуватися за допомогою одного або кількох процесорів для забезпечення запобігання перевантаженню.

[0034] Наприклад, коли живлення спочатку подається на мікропроцесор U2, вихідний сигнал GP5 стає HIGH (ВИСОКИМ). Він вмикає транзистор Q1, який живить котушку реле RLY1. Контакти реле RLY1 замикаються, тим самим подаючи живлення в електричний двигун виконавчого механізму, наприклад, через виводи W3 і W4 (що можуть підключатися до електричного двигуна), які мають конденсатор C6, підключений паралельно для заглушення перешкод. Цей стан підтримується упродовж заданого часу, скажімо, 0,5 секунд. Цей заданий час можна вибирати так, щоб, наприклад, електричний двигун міг набрати частоту обертання, і вхідна напруга могла відновитися, якщо впала через пусковий струм електричного двигуна.

[0035] У цей момент вхідна напруга зчитується аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) у мікропроцесорі U2. Значення вихідного сигналу аналого-цифрового перетворювача (АЦП) перетворюється математично у мінімальну допустиму ширину імпульсу.

[0036] Ширина кожного вихідного імпульсу із пристрою на ефекті Холла вимірюється. Якщо ніякої зміни в імпульсі немає, можна припустити, що електричний двигун не обертається, і живлення електричного двигуна вимкнене. Ширина імпульсу порівнюється з порогом частоти обертання, який може встановлюватися базовим значенням числа обертів на хвилину і, за бажанням, ще й коригуватися або компенсуватися на вхідну напругу й оточуючу температуру. Якщо ширина імпульсу менше порогового значення (наприклад, частота обер-

тання електричного двигуна перевищує порогову частоту обертання або дорівнює їй), то робота електричного двигуна продовжується. Якщо ширина імпульсу більше порогового значення (наприклад, частота обертання електричного двигуна менша за порогову частоту обертання), мікропроцесор U2 усереднює ширину наступних дванадцяти імпульсів. Якщо середня ширина імпульсу більше порогу (наприклад, середня частота обертання електричного двигуна менша за порогову частоту обертання), електричний двигун вимикається. Робота електричного двигуна продовжується доти, поки не вимкнеться живлення або частота обертання електричного двигуна не впаде нижче мінімального значення. Електричний двигун можна вимкнути, вимкнувши транзистор Q1, при цьому контакти реле RLY1 розімкнуться, вимикаючи живлення електричного двигуна.

[0037] Фіг. 4 ілюструє блок-схему примірного процесу 400, яким запобігають перевантаженню електричного двигуна відповідно до одного варіанту здійснення. Цей процес можна реалізувати за допомогою пристрою для запобігання перевантаженню, такого, як пристрої 100 або 200, або його компонентів.

[0038] У процесі 400 на стадії 410 контролюють частоту обертання електричного двигуна. На стадії 420 пристроєм для запобігання перевантаженню виявляють, чи існує (або не існує) стан перевантаження, виходячи з контрольованої частоти обертання. При цьому можуть, наприклад, порівнювати контрольовану частоту обертання або середнє значення контрольованої частоти обертання (упродовж певного періоду часу або для кількох вимірювань) з порогом (або границею). Наприклад, якщо контрольована частота обертання менша порогу частоти обертання, то стан перевантаження існує. Значення порогу й порядок порівняння (наприклад, менша, дорівнює та (або) більша) може залежати й від того, що використовують для контролю й порівняння частоти обертання - ширину імпульсу, частоту імпульсів або іншу характеристику. Крім того, поріг можуть змінювати, коригувати або визначати залежно від умов роботи електричного двигуна, наприклад, залежно від оточуючої температури, вхідної напруги, струму або інших характеристик електричного двигуна або чинників оточення, що можуть справляти вплив на роботу електричного двигуна, або їх сполучення.

[0039] При виявленні стану перевантаження пристроєм для запобігання перевантаженню відповідно керують роботою електричного двигуна, скажімо, вимикають електричний двигун, призупиняють його тощо. Після вирішення або усунення причин стану перевантаження електричний двигун можуть вмикати або операції електричного двигуна можуть відновлювати разом із спроможністю забезпечити запобігання перевантаженню. Якщо стан перевантаження не виявляють, у процесі 400 повертаються до стадії 410, щоб продовжувати контролювати частоту обертання.

[0040] Фіг. 5 ілюструє блок-схему примірного процесу 500, яким запобігають перевантаженню електричного двигуна відповідно до одного варіан-

ту здійснення. Цей процес можна реалізувати за допомогою пристрою для запобігання перевантаженню, такого, як пристрої 100 або 200, або його компонентів.

[0041] У процесі 500 на стадії 510 контролюють частоту обертання електричного двигуна. Після цього пристроєм для запобігання перевантаженню виявляють, чи існує (або не існує) стан перевантаження, виходячи з контрольованої частоти обертання. Наприклад, на стадії 520 пристроєм для запобігання перевантаженню порівнюють контрольовану частоту обертання з першим порогом частоти обертання. Якщо контрольована частота обертання не менша за перший поріг частоти обертання або не дорівнює йому, то у процесі 500 повертаються до стадії 510. Інакше, якщо контрольована частота обертання менша за перший поріг частоти обертання або дорівнює йому, то після цього на стадії 530 пристроєм для запобігання перевантаженню контролюють частоту обертання електричного двигуна упродовж заданого періоду або для заданого числа вимірювань. Пристроєм для запобігання перевантаженню запам'ятовують контрольовану частоту обертання (включаючи або не включаючи початкове вимірювання частоти обертання на стадії 510) і розраховують середню частоту обертання упродовж періоду часу або для кількох вимірювань. На стадії 540 пристроєм для запобігання перевантаженню визначають, чи менша середня частота обертання за другий поріг частоти обертання або дорівнює йому. Перший і другий поріги частоти обертання можуть брати однаковими або різними. Якщо середня частота обертання не менша за другий поріг частоти обертання й не дорівнює йому, то у процесі 500 повертаються до стадії 510.

[0042] Інакше, якщо середня частота обертання менша за другий поріг частоти обертання або дорівнює йому, то пристроєм для запобігання перевантаженню виявили стан перевантаження і на стадії 550 відповідно керують вимкненням електричного двигуна. Після вирішення або усунення причин стану перевантаження електричний двигун можуть вмикати або операції електричного двигуна можуть відновлювати разом із спроможністю забезпечити запобігання перевантаженню.

[0043] Значення першого й другого порогів і порядок порівняння (наприклад, менша, дорівнює та/або більша) може залежати від того, що використовують для контролю й порівняння частоти обертання - ширину імпульсу, частоту імпульсів або іншу характеристику. Крім того, поріги можуть змінювати, коригувати або визначати залежно від умов роботи електричного двигуна, наприклад, залежно від оточуючої температури, вхідної напруги, струму або інших характеристик електричного двигуна або чинників оточення, що можуть справляти вплив на роботу електричного двигуна, або їх сполучення.

[0044] Фіг. 6 ілюструє блок-схему примірного процесу 600, яким запобігають перевантаженню електричного двигуна відповідно до одного варіанту здійснення. Цей процес можна реалізувати за допомогою пристрою для запобігання переванта-

женню, такого, як пристрої 100 або 200, або його компонентів.

[0045] У процесі 600 на стадії 610 зчитують вхідну напругу, а на стадії 612 зчитують температуру. На стадії 614 визначають поріг (пороги) частоти обертання або коригують його (їх) залежно від робочих умов, таких, як вхідна напруга та/або температура. Поріг (пороги) частоти обертання можуть розраховувати або одержувати з довідкової таблиці або схожого джерела або їх сполучення.

[0046] На стадії 616 контролюють частоту обертання електричного двигуна.

На стадії 618 пристроєм для запобігання перевантаженню визначають, виходячи з частоти обертання, чи увімкнений або чи працює електричний двигун.

Наприклад, якщо для вимірювання частоти обертання електричного двигуна використовують вихідний сигнал ширини імпульсу датчика на ефекті Холла, пристроєм для запобігання перевантаженню можуть визначити, що електричний двигун вимкнений або не працює, якщо немає ніякої зміни (наприклад, жодного імпульсу). Якщо електричний двигун вимкнений, то процес 600 припиняють.

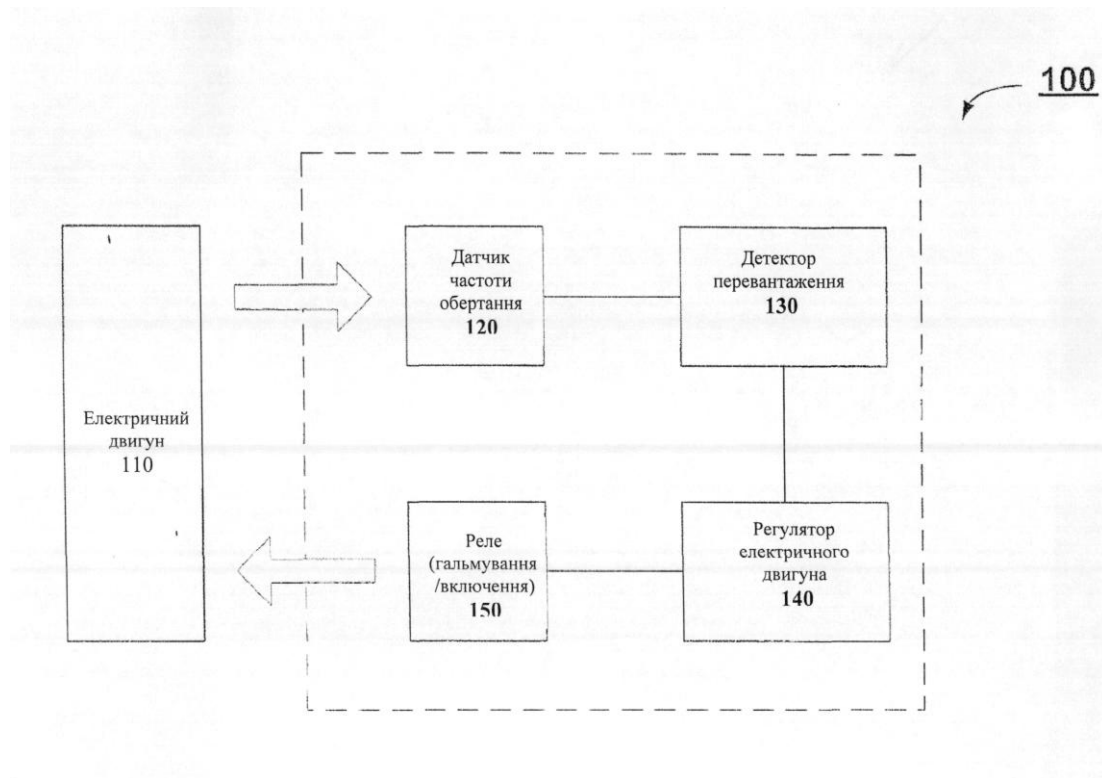
Інакше, якщо електричний двигун увімкнений, на стадії 620 пристроєм для запобігання перевантаженню порівнюють контрольовану частоту обертання з порогом частоти обертання. Якщо контрольована частота обертання не менша за поріг частоти обертання або не дорівнює йому, то у процесі 600 повертаються до стадії 616. Інакше, якщо контрольована частота обертання менша за поріг частоти обертання або дорівнює йому, то пристроєм для запобігання перевантаженню контролюють частоту обертання електричного двигуна упродовж заданого періоду або для заданого числа вимірювань після цього на стадії 622. Пристроєм для запобігання перевантаженню запам'ятовують контрольовану частоту обертання (включаючи або не включаючи початкове вимірювання частоти обертання на стадії 616) і розраховують середню частоту обертання упродовж періоду часу або для кількох вимірювань. На стадії 624 пристроєм для запобігання перевантаженню визначають, чи менша середня частота обертання за поріг частоти обертання або дорівнює йому. У цьому прикладі на стадіях 620 і 624 використовують однаковий поріг частоти обертання, втім за бажанням їх можуть брати різними. Якщо середня частота обертання не менша за другий поріг частоти обертання й не дорівнює йому, то у процесі 600 повертаються до стадії 616.

[0047] Інакше, якщо середня частота обертання менша за другий поріг частоти обертання або дорівнює йому, то пристроєм для запобігання перевантаженню виявили стан перевантаження і на стадії 626 відповідно керують вимкненням електричного двигуна. Після вирішення або усунення причин стану перевантаження електричний двигун можуть вмикати або операції електричного двигуна можуть відновлювати разом із спроможністю забезпечити запобігання перевантаженню.

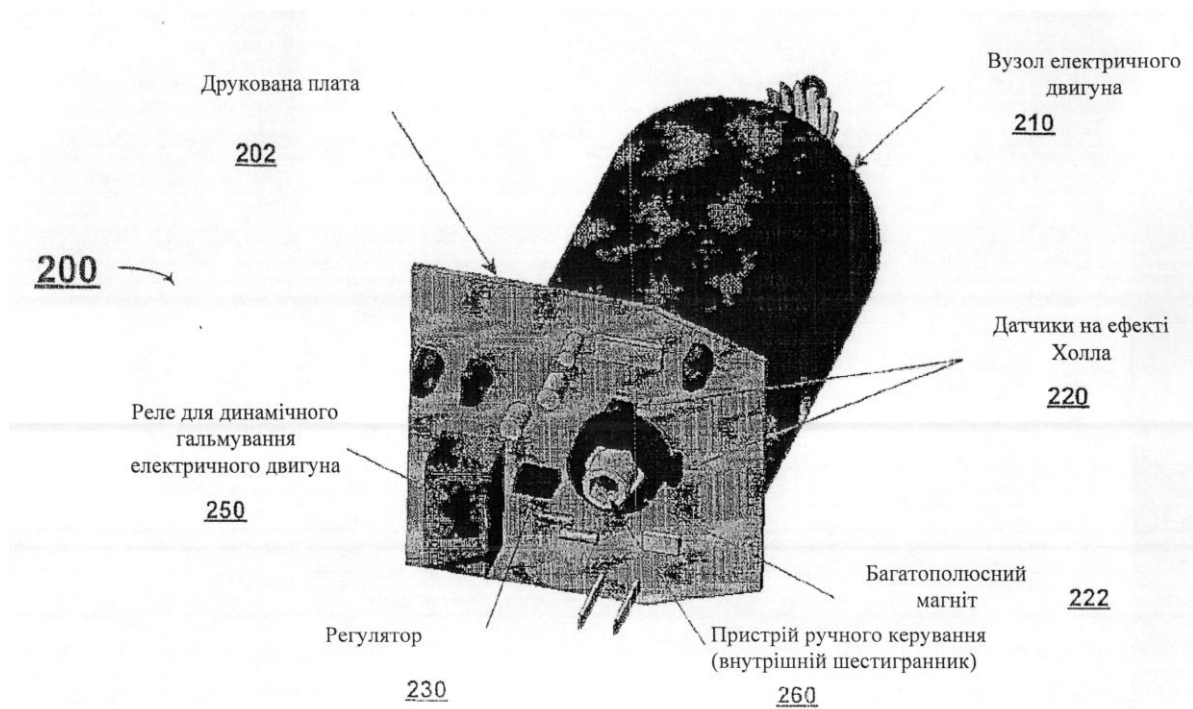
[0048] Значення першого й другого порогів і порядок порівняння (наприклад, менше, дорівнює та/або більше) може залежати від того, що використовують для контролю й порівняння частоти обертання - ширину імпульсу, частоту імпульсів або іншу характеристику. Крім того, порogi можуть змінювати, коригувати або визначати залежно від умов роботи електричного двигуна, наприклад, залежно від оточуючої температури, вхідної напруги, струму або інших характеристик електричного двигуна або чинників оточення, що можуть справляти вплив на роботу електричного двигуна, або їх сполучення.

[0049] Хоча фіг. 4-6 описують примірні процеси запобігання перевантаженню електричного двигуна, спроможність забезпечити запобігання перевантаженню не обмежується конкретними стадіями, порядком стадій або реалізацією, описаними у цих прикладах. Різні аспекти, такі, як описані на цих фіг. 4-6 і взагалі у цьому документі, включаючи серед іншого конкретний тип вимірювання частоти обертання, поріг частоти обертання, число порівнянь з порогом тощо, можна вибирати за бажанням. Різні процеси можуть реалізовуватися й за допомогою одного або кількох процесорів, що виконує або виконують зчитуваний комп'ютером код (наприклад, програму, програмне забезпечення або вбудовані програми тощо), дрових або інтегральних або логічних схем або їх сполучення.

[0050] Хоча вище описані різні варіанти здійснення цього винаходу, слід розуміти, що вони представлені лише для прикладу, а не для обмеження об'єму винаходу. Відповідно, фахівцям у цій галузі зрозуміло, що у межах сутності й об'єму цього винаходу можливі різні зміни у формі й деталях. Таким чином, об'єм цього винаходу не повинен обмежуватися будь-яким із вищеописаних примірних варіантів здійснення, а має визначатися лише відповідно до доданої формули винаходу або її еквівалентів. Так, в межах об'єму цього винаходу й інші типи електричних двигунів.



Фіг. 1



Фіг. 2

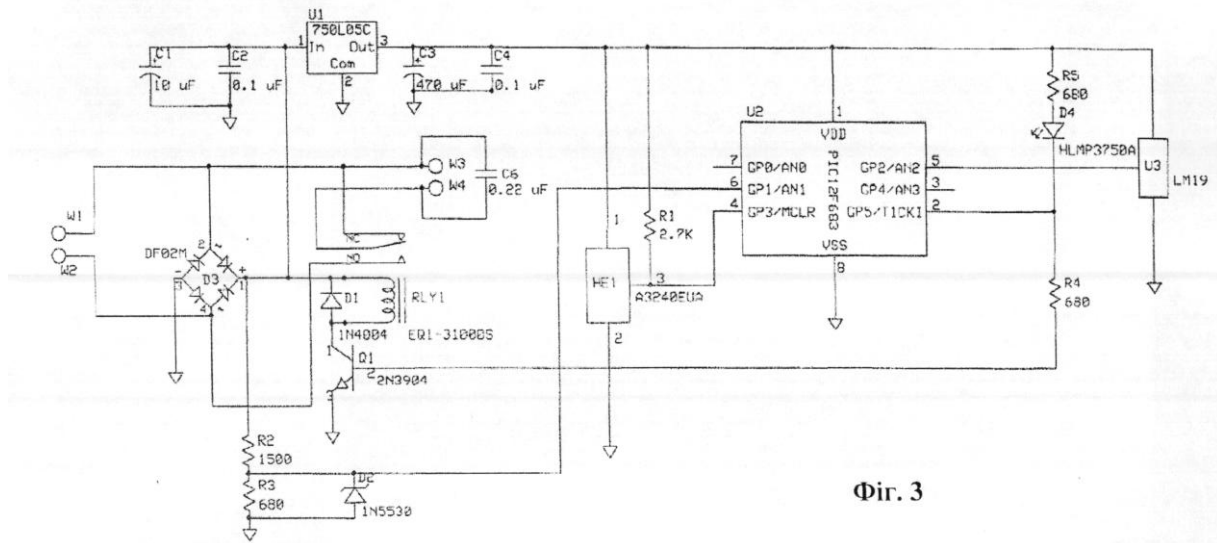
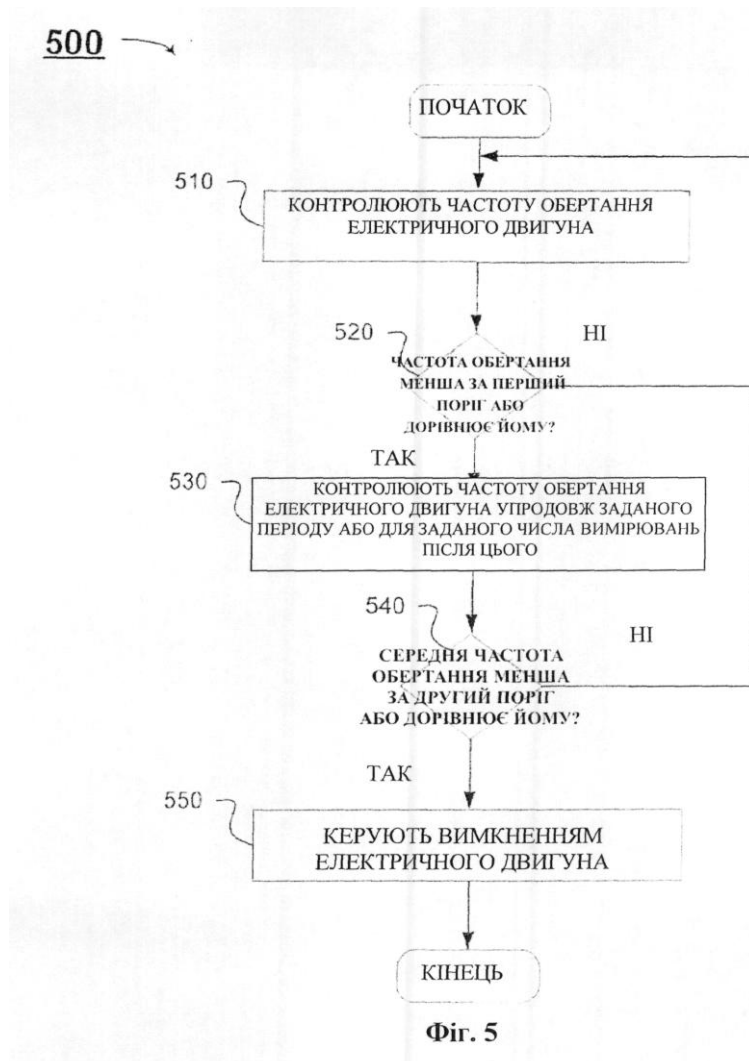


Fig. 3

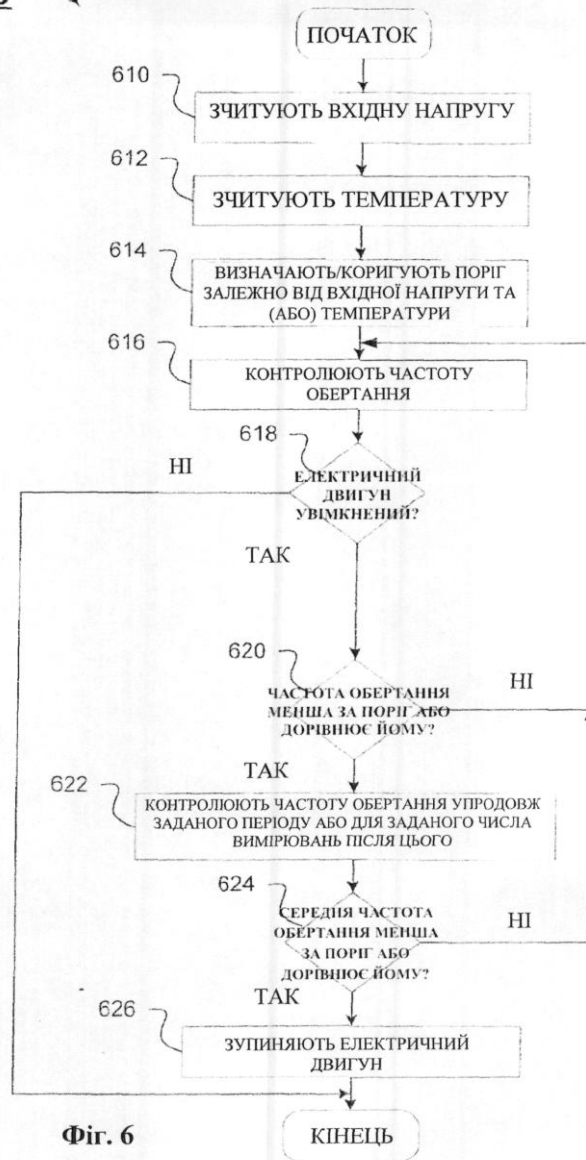
400



Fig. 4



600



Фіг. 6

**Program Code**

```

*****
* Name      : A-D Final
* Author    : Greg K and Larry P
* Notice    : Copyright (c) 2005 [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
*           : All Rights Reserved
* Date      : 09/16/05
* Version   : 1.3
* Notes     : This version uses input voltage sensing to set
*           : the value for speed sensing
*           : Also has chip to sense temperature
*           : Red Dot with P
*
*****
;
; PIC Defines
; -----
@ DEVICE pic12f683, INTRC_OSC_NOCLKOUT
; System Clock Options (Internal)
@ DEVICE pic12f683, WDT_ON
; Watchdog Timer
@ DEVICE pic12f683, PWRT_ON
; Power-On Timer
@ DEVICE pic12f683, MCLR_OFF
; Master Clear Options (Internal)
@ DEVICE pic12f683, BOD_ON
; Brown-Out Detect
@ DEVICE pic12f683, CPD_OFF
; Data Memory Code Protect
@ DEVICE pic12f683, PROTECT_OFF
; Program Code Protection
;
; Hardware Defines
; -----
define ADC_BITS 10      'A/D converter uses 10 bits
define ADC_SAMPLEUS 50  'A/D Sample time is 50 microsec
define Pulsin_Max 120    'maximum pulse width is 1.2 ms
                        'When monitoring pulse width, if no pulse
                        'occurs within this time a value of 0 is
                        'returned by the Pulsin command
;
; Software Defines
; -----
IntLimit var word      'The pulse width limit value
OKtoRun var bit         'Can the actuator run?
PulseTotal var word     'Width of the pulse
ADVoltage var word      'A/D value for Input Voltage applied
                        'Note, there is a voltage divider with a
                        'zener diode to reduce the voltage to <=
                        '4.7 Volts
ADTemp var word         'AD Value of output of LM19 Temperature
                        'Sensor
TempComp var Word       'Temperature Compensation Factor
i var byte              'loop counter
PulseSum var word       'Value of 12 pulse widths

```

**Fig. 7**

```

Initialise PIC
'-----
CMCON0=7      'comparators off
ANSEL=%00010111 'A/D 0,1,2, and 3 used.
               'Note A/D 3 is on gpio.4
               'gpio.3 is a dedicated digital input
TRISTO=%00011111 'All inputs except gpio.5
               'all external pull ups so wpu not needed
               'A/D Values right justified
ADCON0.7=1     'A/D Converter operational
ADCON0.0=1

'End of microprocessor initialization, start of program

gpio.5=1       'Turn on the motor
pause 500      'Wait for 500 ms. This allows the motor
               'to come up to speed and the input voltage
               'to rebound if it dropped due to motor
               'starting current

adcin 2, adtemp 'Read the Temperature
adtemp.lowbyte = ADRESL 'Read the low byte
adtemp.highbyte = ADRESH 'Read the high byte
               'The LM19 output voltage is inversely
               'proportional to temperature.
               'The voltage versus temperature constant
               'is -0.0118 V per °C.
               'At room temp (25°C) the AD output is
               '1.515/5*1023 = 322
               'At -50°C the AD output is
               '2.485/5*1023=508
               'At +85°C the AD output is
               '0.851/5*1023=174
if adtemp > 381 then 'Start compensation at 0°C
               'at -40°C the AD count is 474
               'Temperature 0°C to -10°C
               'Temperature -10°C to -20°C
               'Temperature -20°C to -30°C
               'Temperature less than -30°C
               tempcomp=1
               if ADtemp>405 then tempcomp=2
               if ADtemp>428 then tempcomp=3
               if ADtemp>451 then tempcomp=4
               else
               tempcomp=0
               endif

adcin 1, advoltage 'Read the input voltage
advoltage.lowbyte = ADRESL 'read the low byte
advoltage.highbyte = ADRESH 'read the high byte
intlimit=91+tempcomp*5 'Pulse width for <9.5 V (5)
if advoltage>562 then intlimit=79+tempcomp*4 'Pulse width for >9.5 V (4.25)
if advoltage>621 then intlimit=67+tempcomp*4 'Pulse width for >10.5 V (3.5)
if advoltage>681 then intlimit=55+tempcomp*3 'Pulse width for >11.5 V (2.75)
if advoltage>740 then intlimit=51+tempcomp*3 'Pulse width for >12.5 V (2.5)
if advoltage>799 then intlimit=48+tempcomp*2 'Pulse width for >13.5 V (2)
if advoltage>858 then intlimit=45+tempcomp*2 'Pulse width for >14.5 V (1.5)
if advoltage>918 then intlimit=42+tempcomp*1 'Pulse width for >15.5 V (1)

'Example of Pulse width calculation:
'At 12 VDC the desired motor speed is
' 9000 RPM = 150 rev/sec
' 6 pulses per rev * 150 rev/sec = 900 Hz pulse rate
' pulse period = 1 / 900 = 0.001111 seconds = 1111 microsec
' pulse width = pulse period / 2 = 1111 / 2 = 555 microsec
' PIC senses in 10 microsec blocks to number to be used is 555/10 = 55
'
' Temperature compensation value is added for temperatures below 0°C

```

Fig. 8

```

oktorun = 1           'Initialize Values
PulseTotal = 1

while OKtorun = 1     'Top of the main loop
'read width of one pulse from the hall effect and store the value in
'PulseTotal

pulsin gpio.3,1,pulsetotal

if pulsetotal =0 then  'Returned when maximum pulse width is exceeded
'See DEFINE at beginning of program for value
    oktorun=0          'Stop Motor
else
    if pulsetotal > intlimit then  'pulse is longer then allowed for the
'voltage and frequency
        pulsesum=0
        for i = 1 to 12          'check for 2 complete motor
            revolutions
                pulsin gpio.3,1,pulsetotal 'read the pulse width
                if pulsetotal =0 then oktorun=0 'if maximum pulse exceeded stop
                pulsesum=pulsesum+pulsetotal
            next
            pulsesum=pulsesum/12 + 1 'average pulse width
            if pulsesum>intlimit then
                oktorun=0          'Stop Motor
            else
                oktorun=1
            endif
        else
            oktorun=1             'Motor can keep running
        endif
    endif
    'Note: the program stays inside the WHILE loop until OKtoRun
    'is not equal to one
wend

gpio.5=0              'Stop motor

```

Фиг. 9