



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 91235

(13) U

(51) МПК (2014.01)

F41B 6/00

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 00946**

(22) Дата подання заявки: **03.02.2014**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.06.2014**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.06.2014, Бюл.№ 12**

(72) Винахідник(и):

**Зубенко Василь Анатолійович (UA)**

(73) Власник(и):

**ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В.  
ЛАЗАРЯНА,**

вул. Ак. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ-10,  
49010 (UA)

## (54) БАГАТОСТУПЕНЕВИЙ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ПРИСКОРЮВАЧ

### (57) Реферат:

Багатоступеневий електромагнітний прискорювач складається з феромагнітного об'єкту, направляючої немагнітної труби, на якій розташовані тягові котушки, зарядного пристрою та конденсаторного накопичувача електричної енергії, силових транзисторних ключів високої та низької сторін, зворотних та розподільчих діодів, датчика струму, мікропроцесорної системи керування. В схему додатково включені підсилювач, компаратор з гістерезисом, логічні елементи.

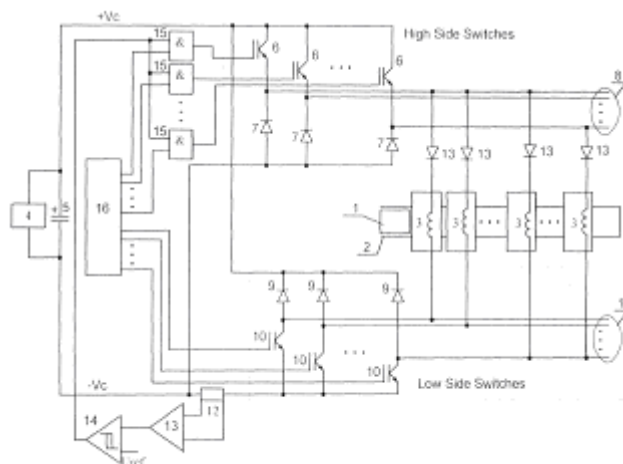


Fig. 1

UA 91235 U



Корисна модель належить до галузі прискорювальної техніки, може бути використана для метання феромагнітних тіл в фізичних експериментах, приводу інструменту ударної дії та в галузі озброєння.

Відомий резонансний електромагнітний прискорювач (патент RU 2466340 МПК F41B 6/00 від 0.11.12 Бюл. № 31), який має феромагнітний об'єкт, що прискорюється та немагнітний ствол-трубку, на якій розташовані тягові соленоїди. Прискорювач також має засоби комутації обмоток соленоїдів по сигналах керуючого пристрою, силові шини комутації та конденсаторний накопичувач енергії, силові ключі, ізольовані драйвери, зворотні діоди, датчик струму та шину керування.

Недоліком такого рішення є залежність тривалостей та амплітуд імпульсів струму в котушках від параметрів елементів системи: ємностей конденсаторів, активного опору котушок, напруги живлення та інших факторів, які змінюються під впливом температури, що в свою чергу приводить до неоптимального процесу прискорення та зниження коефіцієнта корисної дії прискорювача в цілому.

Як прототип для корисної моделі, що заявляється, є компактний електромагнітний пістолет (патент US 5763812 МПК F41F 1/00 від 09.01.1988), електрична схема якого складається з масиву котушок та розподільчих діодів, драйверів високої та низької сторін, зарядного пристрою, накопичувальної ємності, мікропроцесорної системи керування.

Недоліком аналога є те, що величина струму в котушках цього прискорювача обмежується тільки активним опором самих котушок, тому в ньому використовується низька напруга живлення, що зменшує коефіцієнт корисної дії, а вимірювання струму в котушках здійснюється тільки для визначення положення тіла, що прискорюється.

В основу корисної моделі, що заявляється, є підвищення ефективності перетворення електромагнітної енергії в кінетичну, усунення залежності вихідної швидкості тіла, що прискорюється, від параметрів елементів системи та зменшення кількості силових елементів.

Суть корисної моделі полягає в тому, що багатоступеневий електромагнітний прискорювач складається з феромагнітного об'єкта, направляючої немагнітної труби, на якій розташовані тягові котушки, зарядного пристрою та конденсаторного накопичувача електричної енергії, силових транзисторних ключів високої та низької сторін, зворотних та розподільчих діодів, датчика струму, мікропроцесорної системи керування і, згідно з корисною моделлю, в схему додатково включені підсилювач, компаратор з гістерезисом, логічні елементи.

На кресленнях наведена структурна схема багатоступеневого електромагнітного прискорювача та схема включення тягових котушок – відповідно фігури 1 та 2, стан схеми та часові діаграми при формуванні імпульсу струму в тягових котушках прискорювача – відповідно фігури 3-6.

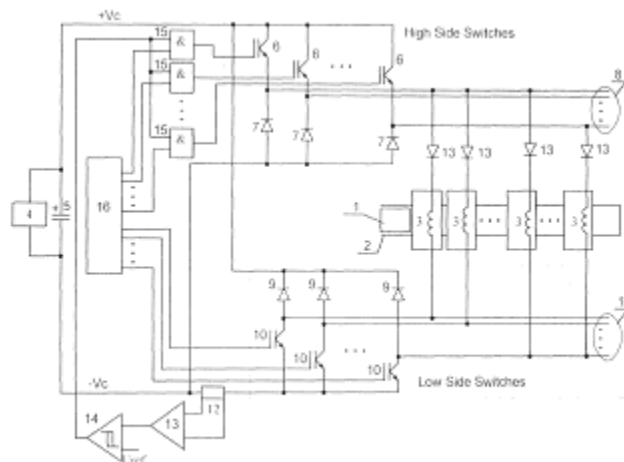
Багатоступеневий електромагнітний прискорювач по фігурі 1 містить феромагнітне тіло 1, немагнітну трубу 2, на якій розташовані тягові котушки 3, зарядний пристрій 4 та конденсаторний накопичувальний елемент 5, до позитивного виходу якого підключені колектори транзисторних ключів високої сторони 6 та катоди зворотних діодів 9. Емітери транзисторних ключів високої сторони 6 поєднані з катодами зворотних діодів 7 та формують першу шину живлення 8, аноди зворотних діодів 7 підключені до негативного виводу накопичувального елемента 5. Аноди зворотних діодів 9 підключені до колекторів транзисторних ключів низької сторони 10, та формують другу шину живлення 11, а їх емітери до першого виводу вимірювального шунта 12, другий вивід якого приєднаний до негативного виводу конденсаторного накопичувального елемента 5. Сигнал з шунта 12 подається на підсилювач 13, до виходу якого підключений перший вхід компаратора з гістерезисом, на другий вхід компаратора подається опорна напруга  $U_{ref}$ , а вихід до перших входів логічних елементів 15, на другі входи яких подаються сигнали від мікропроцесорної системи керування 16. Затвори транзисторних ключів низької сторони 10 підключені до мікропроцесорної системи керування 16, затвори транзисторних ключів високої сторони 6 до виходів логічних елементів 15. До першої шини живлення 8 підключені аноди розподільчих діодів 13, до катодів яких підключені перші виводи тягових котушок 3, другі виводи тягових котушок 3 підключені до шин живлення 11 по фігурі 2, та створюють матрицю елементів розмірністю  $N \times K$ , яка визначає максимальну кількість ступенів прискорювача.

Багатоступеневий електромагнітний прискорювач по фігурі 2 працює наступним чином. В початковому стані конденсаторний накопичувач 5 заряджений від зарядного пристрою 4, транзисторні ключі високої 6 та низької 10 сторін вимкнені, тягові котушки 3 знеструмлені, феромагнітне тіло 1, що прискорюється, розташовано біля торця першої котушки. Для початку роботи система керування 16 подає сигнали включення на один з ключів високої сторони 6 та один з ключів низької сторони 10, при цьому, як показано на фігурі 3, в колі позитивний вивід

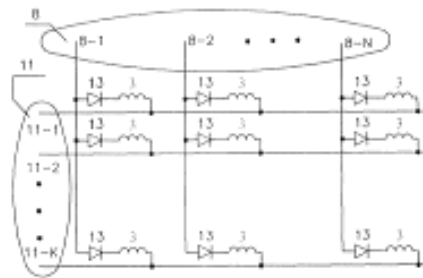
конденсаторного накопичувача 5, ключ високої сторони 6, розподільчий діод 13, тягова котушка 3, ключ низької сторони 10, шунт 12, негативний вивід накопичувача 5 починає протікати зростаючий струм  $I''$ . Цьому стану відповідає інтервал часу  $t_0$  на фігурі 6. Зростання струму  $I''$  буде продовжуватися до того часу, поки сигнал з шунта 12, підсилений підсилювачем 13 та поданий на вхід компаратора 14, не досягне заданого значення напруги  $U_{ref}$  та на виході компаратора встановиться лог. 0. Цьому значенню відповідає струм  $I_{max}$  на фігурі 6. Сигнал лог. 0 з виходу компаратора 14 подається на вхід логічного елемента 15, це приводить до відключення транзисторного ключа високої сторони 6, при цьому спадаючий струм  $I''$  в тяговій котушці 3 замикається в колі - котушка 3, ключ низької сторони 10, шунт 12, зворотній діод 7, розподільчий діод 13. Цьому стану відповідає фігура 4 та відрізок часу  $t_1$  на фігурі 6. При зменшенні струму в котушці до значення  $I_{min}$  компаратор перемикається в протилежний стан та на його виході встановлюється лог. 1. Різниця між  $I_{max}$  та  $I_{min}$  визначається гістерезисом компаратора. Поява на виході компаратора лог. 1 визиває появу сигналу на виході логічного елемента 15, що приводить до повторного включення ключа високої сторони 6 та зростання струму в котушці 3. Цьому стану відповідає фігура 3 та інтервал часу  $t_2$  на фігурі 6. В подальшому процеси повторюються, що забезпечує обмеження та стабілізацію струму в котушці. Протікання струму в тяговій котушці визиває появу електромагнітного поля, яке, взаємодіючи з феромагнітним тілом, втягує його в котушку. Тривалість імпульсу тягового струму  $T_i$ , на фігурі 6, задається системою керування та визначається експериментальним або розрахунковим шляхом. Для закінчення формування імпульсу струму система керування знімає управляючі сигнали, транзисторні ключі високої сторони 6 та низької сторони 10 вимикаються, при цьому енергія магнітного поля, накопичена в котушці 3, повертається в конденсаторний накопичувач 5. Цьому стану відповідає фігура 5 та момент часу  $t_3$  на фігурі 6. Струм рекуперації  $I'''$  протікає в колі негативний вивід конденсаторного накопичувача 5, зворотній діод 7, розподільчий діод 13, котушка 3, зворотній діод 9, позитивний вивід конденсаторного накопичувача 5. Далі система керування формує сигнали включення транзисторних ключів, від яких живиться наступна котушка, всі процеси повторюються, приводячи до подальшого прискорення феромагнітного тіла. Стабілізація струму в котушках усуває залежність швидкості тіла, що прискорюється, від параметрів елементів системи та дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії пристрою.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

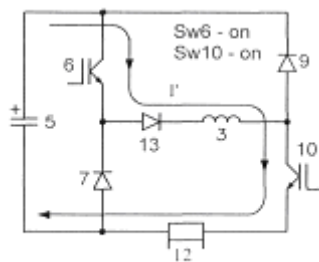
Багатоступеневий електромагнітний прискорювач, що складається з феромагнітного об'єкту, направляючої немагнітної труби, на якій розташовані тягові котушки, зарядного пристрою та конденсаторного накопичувача електричної енергії, силових транзисторних ключів високої та низької сторін, зворотних та розподільчих діодів, датчика струму, мікропроцесорної системи керування, який **відрізняється** тим, що в схему додатково включені підсилювач, компаратор з гістерезисом, логічні елементи.



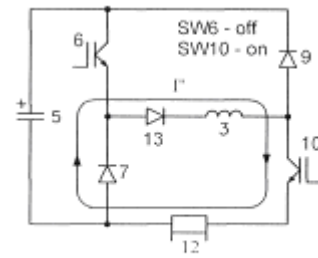
Фіг. 1



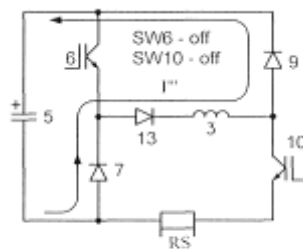
**Fig. 2**



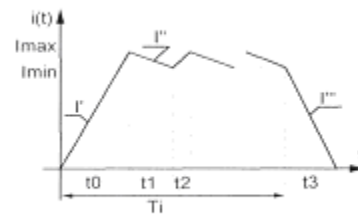
**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**