



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46093 (13) C2

(51) B H01M10/44, H02J7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(54) СПОСІБ ПЕРЕДАЧІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ АКУМУЛЯТОРНИЙ БАТАРЕЇ ВІД ГЕНЕРАТОРА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

1

2

(21) 98094683

(22) 03 09 1998

(24) 15 05 2002

(46) 15 05 2002, Бюл. № 5, 2002 р.

(72) Мокін Борис Іванович, Кутін Василь Михайлович, Горенюк Віктор Васильович

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) Боровський В. П. Справочник по схемотехнике для радиолюбителя К, Техника, 1987, с. 189-193  
SU A 1547716 28 02 90

(57) Спосіб передачі електричної енергії акумуляторній батареї від генератора постійного струму шляхом проведення зарядно-розрядних циклів, коли до акумулятора підводиться струм від двох генераторів заданої тривалості, причому цикли заряду та розряду по чергово повторюються, який

відрізняється тим, що коли напруга на генераторі постійного струму менша, ніж напруга на акумуляторній батареї, як другий генератор застосовують проміжний накопичувач енергії, який заряджають струмом, що одержують шляхом послідовного та відповідного з'єднання виходів акумуляторної батареї та генератора постійного струму, а потім послідовно та відповідно з'єднують виходи проміжного накопичувача енергії та генератора постійного струму і їх струмом заряджають акумуляторну батарею, причому тривалість заряду та розряду акумуляторної батареї в циклі вибирають однаковою, крім того при напрузі на генераторі більшій, ніж напруга акумуляторної батареї, використовують в циклі тільки заряд акумуляторної батареї, приєднуючи до неї вихід генератора постійного струму

Винахід відноситься до галузі електротехніки та може бути використаний при виробництві електричної енергії за допомогою вітроелектрогенератора, який працює в автоматичному режимі на накопичувач електричної енергії в вигляді акумуляторної батареї

Як відомо, вітроелектроагрегат може передавати електричну енергію накопичувачу якщо його вихідні характеристики узгоджені з характеристиками накопичувача у вигляді акумуляторної батареї

Відомі існуючі вітроелектроагрегати здатні виробляти електричну енергію з характеристикою, яка узгоджується з характеристикою накопичувача при швидкості вітру  $v - 7 \text{ м/с}$  (Преобразование и использование ветровой энергии / Ю. Г. Денисенко, Г. А. Козловский, Л. П. Федосенко, А. И. Осадчий - К Техника, 1992 - г. 15-16)

Як показують дослідження на теренах України така і більша швидкість вітрового потенціалу існує не більше ніж 20 - 30% річного часу

В той час існують вітроагрегати ("Нетрадиционные источники" энергии / Н. М. Волеваха, В. А. Волеваха - К Вища школа, 1988 - с. 49-50), які можуть починати працювати і здатні виробляти

електричну енергію при швидкості вітру  $2 - 4 \text{ м/с}$ , але при дуже низькій напрузі на виході генератора, яка не узгоджується з напругою накопичувача. Тому виникає проблема використання електричної енергії, яку може виробляти вітроелектроагрегат при низькому вітровому потенціалі

Відомий спосіб узгодження характеристик за рахунок використання тихохідних генераторів з великою кількістю полюсів на обмотці статора, або мультиплікатора з великим ( $p = 20 - 30$ ) числом передачі обертів. Недолік цього способу полягає в великих втратах при перетворенні механічної енергії в електричну (30 - 50%), додаткових капітальних витратах та збільшенню масо-габаритних розмірів установки (Электрические машины непосредственного привода / Д. В. Свечарник - М Энергоатомиздаг, 1988 - с. 14)

Відомий також спосіб, який можна використати для вирішення цієї проблеми шляхом підключення між системою електропостачання та акумуляторною батареєю напівпровідникових зарядних пристроїв з ємнісним накопичувачем енергії (Полупроводниковые зарядные устройства емкостных накопителей энергии / О. Г. Булатов, В. С. Иванов, Д. И. Панфилов - М Радио и связь, 1986 - с. 160) Ці

(13) C2

(11) 46093

(19) UA

джерела вторинного електропостачання використовують для узгодження характеристик системи електропостачання з характеристикою навантаження. Загальним їх недоліком є складність способу вирішення цієї проблеми. Дійсно в своїй структурі вторинне джерело електропостачання містить електричну частину та систему керування. Електрична частина має три функційні частини: ємнісний накопичувач енергії, зарядний пристрій та розрядний пристрій. При цьому узгодження характеристик джерела вторинного електропостачання з системою електропостачання виконують зарядний пристрій та ємнісний накопичувач енергії, а функцію узгодження з характеристикою навантаження розрядний пристрій та накопичувач. Зарядний та розрядний пристрій функціонують в різних часових проміжках та слабо взаємодіють між собою. Система керування обробляє сигнали, які поступають в загальному випадку по чотирьох каналах, двох вхідних та двох вихідних, та формують керуючі сигнали на входах двох блоків електричної частини - зарядного пристрою та розрядного пристрою.

Відомий спосіб подвоєння величини напруги системи електропостачання (Справочник по схемотехніці для радіолюбів ля/ В. П. Боровський, В. И. Костенко, В. М. Михайленко, О. Н. Партала. Под ред. В. П. Боровського - К. Техника, 1987 с. 189-193) за допомогою джерела вторинного електропостачання та підключення його на вихід навантаження. Подвоєння напруги здійснюється по черговим зарядом двох послідовно з'єднаних конденсаторних батарей до напруги генератора постійного струму, шляхом керування станом електронного перемикача генератора прямокутних імпульсів в ланцюзі заряду, та додавання напруги двох конденсаторних батарей за допомогою третьої конденсаторної батареї, яку підключають паралельно до двох попередніх, ланцюг розряду накопичувача потрібно формувати окремо. Крім складності такий спосіб має ще й функціональну обмеженість, так як заряд акумуляторної батареї від такого перетворювача можливий лише тоді, коли напруга на генераторі більше половини напруги на акумуляторній батареї. Коефіцієнт корисної дії такого способу передачі енергії низький, так як потрібно використовувати два режими заряду і третій режим розряду в кожному з яких є втрати енергії.

Найбільш близьким по технічній суті є спосіб заряду акумуляторної батареї (Способ заряду нікель-кадмієвого щелочного акумулятора и схема для его осуществления, А. С. № 1547716 СССР кл. Н01М 10/44, Н 02J 7/00 опубл. БИ №8 от 28 февраля 1990 г.), в якому використовується цикл заряду та розряду акумуляторної батареї при яких до акумулятора підводиться струм від двох генераторів, заданої величини та продовжності, при чому цикли заряду та розряду по чергово повторюються.

Недолік цього способу полягає в його функціональній обмеженості, так як здійснення його можливе лише тоді, коли існує генератор, напруга якого значно перевищує напругу акумуляторної батареї.

В основу винаходу поставлена задача створення способу передачі електричної енергії акумуляторній батареї від генератора постійного струму,

напруга якого менша ніж напруга акумуляторної батареї в якому за рахунок використання енергії проміжного накопичувача енергії, який заряджають від акумуляторної батареї та генератора постійного струму в одному циклі і розряджають на акумуляторну батарею послідовно з генератором постійного струму в другому циклі досягається можливість заряджати акумуляторну батарею при будь-якій нарузі на генераторі, відмінній від нуля.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі передачі електричної енергії, шляхом проведення зарядно-розрядних циклів, при яких до акумулятора підводиться струм від двох генераторів, заданої продовжності, причому цикли заряду та розряду по чергово повторюються, згідно з вином коли напруга на генераторі постійного струму менша ніж напруга на акумуляторній батареї, в якості другого генератора застосовують проміжний накопичувач енергії, який заряджають струмом, що створюють шляхом послідовного та відповідного з'єднання виходів акумуляторної батареї та генератора постійного струму, а потім послідовно та відповідно з'єднують виходи проміжного накопичувача енергії та генератора постійного струму і їх струмом заряджають акумуляторну батарею, причому продовженість заряду та розряду акумуляторної батареї в циклі вибирають однаковою і такої величини, щоб незалежно від рівня напруги на генераторі постійного струму в кожному циклі акумуляторній батареї передавалась максимальна енергія, при нарузі на генераторі більше ніж напруга акумуляторної батареї використовують в циклі тільки заряд акумуляторної батареї, приєднуючи до неї вихід генератора постійного струму.

Таким чином, даний спосіб передачі електричної енергії акумуляторної батареї від генератора постійного струму дозволяє заряджати акумуляторну батарею при будь-якій нарузі на генераторі, відмінній від нуля, що розширює функціональні можливості. Нижній рівень напруги на генераторі при якій доцільно заряджати акумуляторну батарею обмежуються лише економічною доцільністю, тобто втратами енергії в активних елементах ланцюга заряду. Не потрібно використовувати складну систему автоматичного регулювання напруги джерела струму, що підвищує його економічність. На відміну від існуючих, в даному способі для заряду проміжного накопичувача - конденсаторної батареї одночасно використовується як енергія акумуляторної батареї так і енергія генератора, а заряд акумуляторної батареї відбувається при нарузі, яка дорівнює сумі напруги акумуляторної батареї та подвійному значенню напруги генератора, тобто енергія акумуляторної батареї використовується тільки для передачі енергії генератора.

На відміну від існуючих способів передачі електричної енергії акумуляторної батареї від генератора постійного струму ланцюги заряду конденсаторної та акумуляторної батареї мають однакові параметри, тому час заряду при якому різниця між енергією заряду та розряду акумуляторної батареї буде максимальною, залежить тільки від вибраних параметрів ланцюга заряду і не залежить від напруги генератора. Цей час завжди можна попередньо визначити і не виникає необхідність контро-

лювати напругу, струм та вводити зворотні зв'язки в системі керування при переключенні ланцюгів, що значно спрощує схему реалізації способу передачі енергії та зменшує втрати енергії

На фіг 1 наведена принципова схема пристрою, який реалізує запропонований спосіб, на фіг 2 розрахункова схема заряду конденсаторної батареї при нульових початкових умовах, на фіг 3 розрахункова схема заряду акумуляторної батареї, на фіг 4 розрахункова схема заряду конденсаторної батареї при ненульових початкових умовах, на фіг 5 залежність енергії яку видає генератор акумуляторної батареї за цикл її розряду та заряду від часу переключення ланцюга заряду ( $t_3$ )

Пристрій для реалізації способу містить в собі (фіг 1) генератор 1 постійного струму, рухома частина якого встановлена з можливістю обертання за допомогою турбіни 2, акумуляторну батарею 3, конденсаторну батарею 4, додатний затискувач якої приєднаний до додатного затискувача акумуляторної батареї, чотири однакові електронні перемикачі 5, 6, 7, 8 з'єднанні в мостову схему в одну з діагоналей якої підключений генератор 1 постійного струму, а в другу від'ємні затискувачі відповідно конденсаторної та акумуляторної батареї 4, 3 відповідно, причому кожен з перемикачів, наприклад, складається з транзисторів 9, 10 для перемикачів 6, 8 протилежної структури та резисторів 11, 12, керованим генератором -13 прямокутних імпульсів, виконаного у вигляді мультівібратора за допомогою, наприклад, транзисторів 14, 15, резисторів 16, 17, 18, 19 та конденсаторів 20, 21 підключений, на вихід давача 22 постійної стабільної напруги, два виходи відповідно на входи двох однакових електронних підсилювачів 23, 24, кожен з яких складається з транзистора 25 та резисторів 26, 27, 28, причому вихід електронного підсилювача 23 підключений до входу електронних перемикачів 5 та 8, а електронного підсилювача 24 до входу електронних перемикачів 6 та 7, порогового пристрою 29, який складається з транзистора 30, стабілітрона 31, резисторів 32, 33, вхід якого підключений на вихід генератора постійного струму 1, а вихід паралельно входу транзистора 15 генератора 13 прямокутних імпульсів, діод 34 для створення ланцюга заряду акумуляторної батареї 3 безпосередньо від генератора 1, вимикач запобіжник 35 для ручного запуску схеми та захисту від надструму і амперметр 36 для контролю струму генератора 1

Спосіб реалізується таким чином. При замкненні контакти вимикача запобіжника 35 і швидкості втру достатній для запуску генератора 13 прямокутних імпульсів від давача 22 постійної стабільної напруги та появи напруги на генераторі 1, на першому виході генератора 13 прямокутних імпульсів з'являється прямокутний імпульс який підсилюється за допомогою електронного підсилювача 24 та одночасно подається на входи електронного перемикача 6 та 7, які замикають ланцюг заряду конденсаторної батареї, по шляху (фіг 1), який включає такі елементи, додатний затискувач акумуляторної батареї 3, конденсаторна батарея 4, перехідний опір відкритих транзисторів перемикача 7, від'ємний затискувач генератора 1, внутрішній опір генератора 1 постійного струму, перехідний

опір відкритих транзисторів електронного перемикача 6, від'ємний затискувач акумуляторної батареї 3 (див фіг 2), в якій  $E_\delta$ ,  $E_\Gamma$  - відповідно  $e$  р с акумуляторної батареї та генератора,  $R_\delta$ ,  $R_k$ ,  $R_\Gamma$  - відповідно активний опір акумуляторної батареї, перехідний опір перемикача та генератора,  $C$  - ємність конденсаторної батареї,  $L_\Gamma$  - індуктивність обмотки генератора

Якщо вважати  $E_\Gamma = \text{const}$ , та нульові початкові умови  $U_{C(0)} = 0$ , то струм перехідного процесу заряду конденсаторної батареї в операторній формі може бути визначений, як

$$I_{(p)} = \frac{E_\delta + E_\Gamma}{p(R_\Sigma + pL_\Gamma + \frac{1}{Cp})} = \frac{E_\delta + E_\Gamma}{L_\Gamma(p^2 + 2\delta p + \omega_0^2)}$$

де  $p$  - оператор,

$$R_\Sigma = 2R_k + R_\delta + R_\Gamma, \delta = \frac{R_\Sigma}{2L_\Gamma}, \omega_0^2 = \frac{1}{L_\Gamma C}$$

При переході від зображення до оригіналу отримаємо

$$i(t) = \frac{E_\delta + E_\Gamma}{2L_\Gamma \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} (e^{P_1 t} - e^{P_2 t}) \quad (1)$$

Якщо параметри схеми підібрані так, що  $\delta > \omega_0$  то процес заряду буде аперіодичним. Через проміжок часу  $t = t_3$ , заданий параметрами генератора 13 прямокутних імпульсів, конденсаторна батарея 4 заряджається до напруги  $U_{C(\infty)} = E_\delta + E_\Gamma$ , а струм заряду буде близький до нуля, виникає зміна стану генератора 13 прямокутних імпульсів. Зникає сигнал на першому його виході, електронні перемикачі 6 та 7 розривають ланцюг заряду конденсаторної батареї, одночасно виникає прямокутний сигнал на другому його виході, який передається через електронний підсилювач 23 на вхід електронних перемикачів 5, 8, вони замикаються та створюють ланцюг заряду акумуляторної батареї 3 (див фіг 3)

Струм перехідного процесу заряду акумуляторної батареї в операторній формі

$$I_{1(p)} = \frac{E_\delta + 2E_\Gamma - E_\delta}{p \left( R_\Sigma + pL_\Gamma + \frac{1}{Cp} \right)} = \frac{2E_\Gamma}{L_\Gamma(p^2 + 2\delta p + \omega_0^2)}$$

Значення оригіналу струму

$$i_1(t) = \frac{2E_\Gamma}{2L_\Gamma \sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} (e^{P_1 t} - e^{P_2 t}) \quad (2)$$

Після того, як струм заряду акумуляторної батареї буде близьким до нуля тобто при  $t = t_3$  генератор імпульсів знов змінює свій стан та генерує імпульс, на переключення перемикачів 6, 7 та 5, 8, утворюючи ланцюг на заряд конденсаторної батареї 4. Так, як конденсаторна батарея 4 в попередньому режимі розряджається до напруги  $U_{C(0)} = E_\delta + E_\Gamma$ , то струм її заряду може бути визначений в операторній формі згідно розрахунковій схемі, зображений на фіг 4 може бути визначений як

$$I_{2(p)} = \frac{E_\delta + E_\Gamma - E_\delta + E_\Gamma}{p \left( R_\Sigma + pL + \frac{1}{pC} \right)} = \frac{2E_\Gamma}{p \left( R_\Sigma + pL + \frac{1}{pC} \right)}$$

значення оригіналу струму

$$I_2(t) = \frac{2E_{\Gamma}}{2L_{\Gamma}\sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} (e^{P_1 t} - e^{P_2 t}) \quad (3)$$

тобто  $I_1(t)$  та  $I_2(t)$  однакові по величині та протилежні по напрямку. Як і в попередньому випадку конденсаторна батарея заряджається до напруги  $U_{C(\infty)} = E_{\delta} + E_{\Gamma}$ , а після переключення ланцюга заряду до акумуляторної батареї в перший момент часу ( $t = 0$ ) підводиться напруга  $U_{C(0)} = E_{\delta} + E_{\Gamma}$ , тому струм заряду акумуляторної батареї буде визначатися по (2)

Таким чином, при ненульових початкових умовах, що відповідає реальному режиму роботи впроєктування, струм заряду конденсаторної та акумуляторної батареї будуть однакові по величині та протилежні по знаку

Визначимо енергію акумуляторної батареї, яка використовується для заряду конденсаторної батареї при ненульових початкових умовах

$$W_k = U_{\delta} \cdot I_1(t) \cdot t_3 = (E_{\delta} - I_1(t) \cdot R_{\delta}) \cdot I_1(t) \cdot t_3 \quad (4)$$

Енергію заряду акумуляторної батареї можна визначити як

$$W_{\delta} = U_{\delta} \cdot I_2(t) \cdot t_3 = \left[ E_{\delta} + 2E_{\Gamma} I_2(t) (R_{\Gamma} + 2R_B - L_{\Gamma} \frac{dI_2(t)}{dt}) \right] I_2(t) \cdot t_3 \quad (5)$$

Де

$$U_{\delta} = E_{\delta(0)0} - I_2(t) \cdot (R_{\Gamma} + 2R_B) - L_{\Gamma} \cdot \frac{dI_2(t)}{dt}$$

Використовуючи рівняння (4) та (5) можна визначити енергію, яку видає генератор акумулято-

$$\eta = \frac{\frac{E_{\delta}}{E_{\Gamma}} + 2 \frac{(R_{\Gamma} + 2R_B)}{L_{\Gamma}\sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} (e^{P_1 t} - e^{P_2 t}) - \frac{(P_1 e^{P_1 t} - P_2 e^{P_2 t})}{\sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}}}{\frac{E_{\delta}}{E_{\Gamma}} + 2 \frac{(R_{\Gamma} + 2R_B)}{L_{\Gamma}\sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} (e^{P_1 t} - e^{P_2 t}) - \frac{(P_1 e^{P_1 t} - P_2 e^{P_2 t})}{\sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} + \frac{4\delta(e^{P_1 t} - e^{P_2 t})}{\sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} + \Delta W_{лк}} \quad (8)$$

Для попередньо вибраних параметрів після підстановки в рівняння (8) отримуємо, що при зміні  $E_{\Gamma}$  в межах 2 - 12В  $\eta$  змінюється в межах 0,954 - 0,96

Коли напруга генератора  $U$  буде перевищувати напругу акумуляторної батареї  $U_3$ , то спрацює пороговий пристрій 29, відкривається транзистор 30 та шунтує вхід транзистора 15, який закривається, а транзистор М залишається відкритим, що приводить до відкриття транзисторів 25, 9, 10 і генератор через перемикач 5 та діод 34 підключається до акумуляторної батареї. При зниженні напруги на генераторі і нижче напруги акумуляторної батареї 3 транзистор 30 закривається і схема генератора 13 прямокутних імпульсів переходить в попередній режим роботи. Пуск та зупинка роботи пристрою вручну здійснюється за допомогою викидача-запобіжника 35

Використання запропонованого способу передачі електричної енергії акумуляторній батареї в порівнянні з відомими способами розширює функціональні можливості, так як забезпечує заряд акумуляторної батареї практично від будь-якого значення напруги на генераторі, відмінної від ну-

льовою значення. Досягається це завдяки тому, що при заряді проміжного накопичувача у вигляді конденсаторної батареї використовується не тільки енергія генератора, але й акумуляторної батареї, а при заряді акумуляторної батареї використовується не тільки енергія проміжного накопичувача, але й енергія генератора. Крім цього параметри ланцюга заряду конденсаторної та акумуляторної батареї однакові) це дозволяє попередньо визначити проміжок часу через який повинно здійснюватися переключення електронних перемикачів, при якому акумуляторній батареї передається максимальна енергія незалежно від напруги генератора. Тому нема необхідності в процесі переключення контролювати величину напруги та струму в ланцюгах заряду та застосовувати відносно складну систему автоматичного керування напругою генератора постійного струму, що спрощує схему та зменшує втрати енергії при передачі її від генератора до акумуляторної батареї

$$\Delta W = W_{\delta} - W_k - I_1(t) \cdot t_3 [E_{\delta} + 2E_{\Gamma} - E_{\delta} - I_1(t) (R_{\Gamma} + 2R_B + R_{\delta})] =$$

$$= \frac{E_{\Gamma}^2}{L_{\Gamma}\sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} (e^{P_1 t} - e^{P_2 t}) \left[ 2 - (e^{P_1 t} + e^{P_2 t}) + \frac{\delta - 2R_{\delta}}{\sqrt{\delta^2 - \omega_0^2}} L_{\Gamma} \right] t_3$$

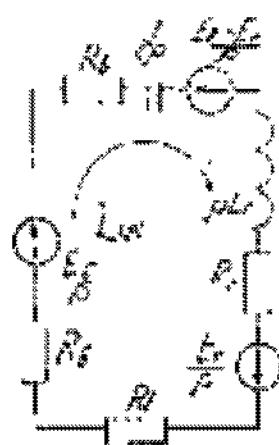
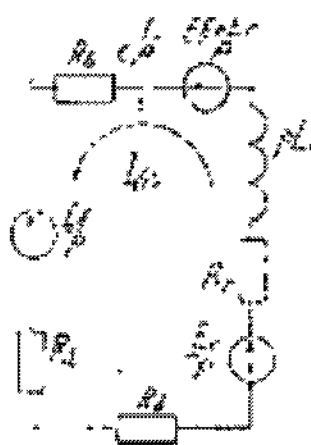
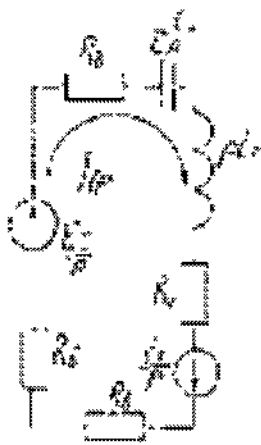
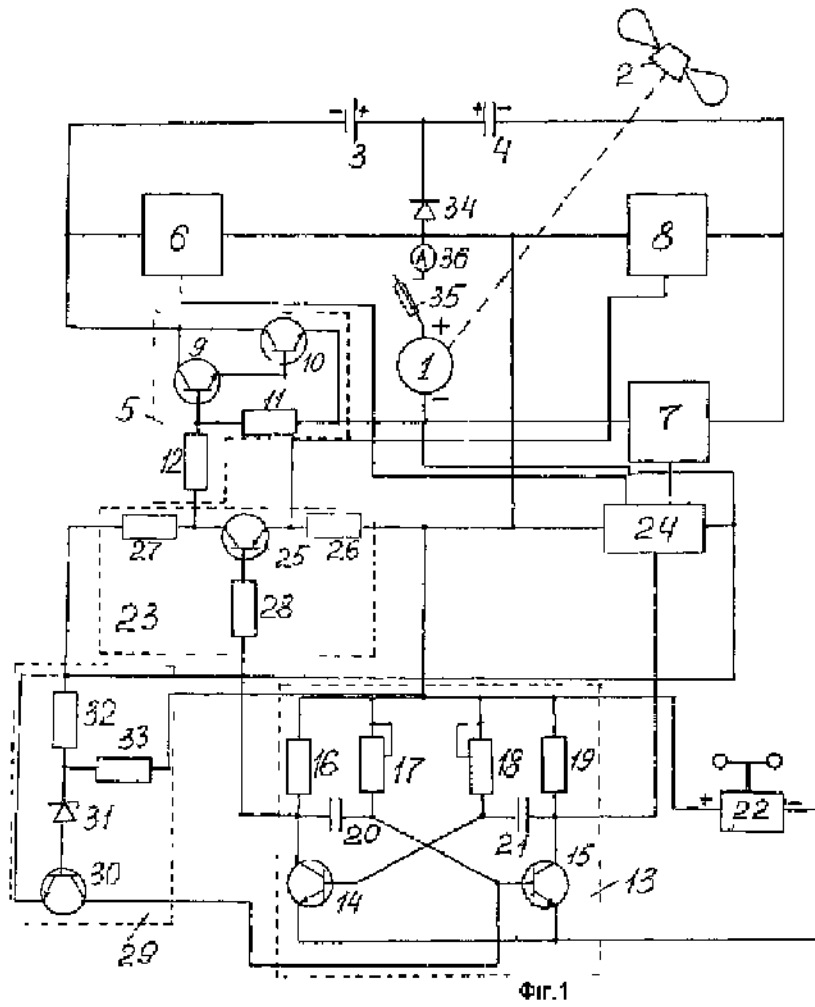
На фіг 5 побудована залежність  $\Delta W = f(t_3)$  при  $E_{\Gamma} = \text{const}$ , для параметрів реального впроєкту впроєкту, де  $R_{\delta} = 0,06 \text{ Ом}$ ,  $R_{\Gamma} = 0,4 \text{ Ом}$ ,  $L_{\Gamma} = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$ ,  $R_B = 1 \text{ Ом}$ ,  $C = 22 \cdot 10^{-3} \text{ ф}$ . Із фіг 5 видно, що  $\Delta W$  зростає із збільшенням  $E_{\Gamma}$ , але максимальне його значення має місце при одному і тому ж  $t_3$ . Для даного випадку  $t_3 = 0,04 \text{ с}$ , його величина залежить від співвідношення параметрів ланцюга заряду конденсаторної та акумуляторних батарей і може бути попередньо визначена та задана генератором 13 прямокутних імпульсів, шляхом зміни значення опору резисторів 17 та 18

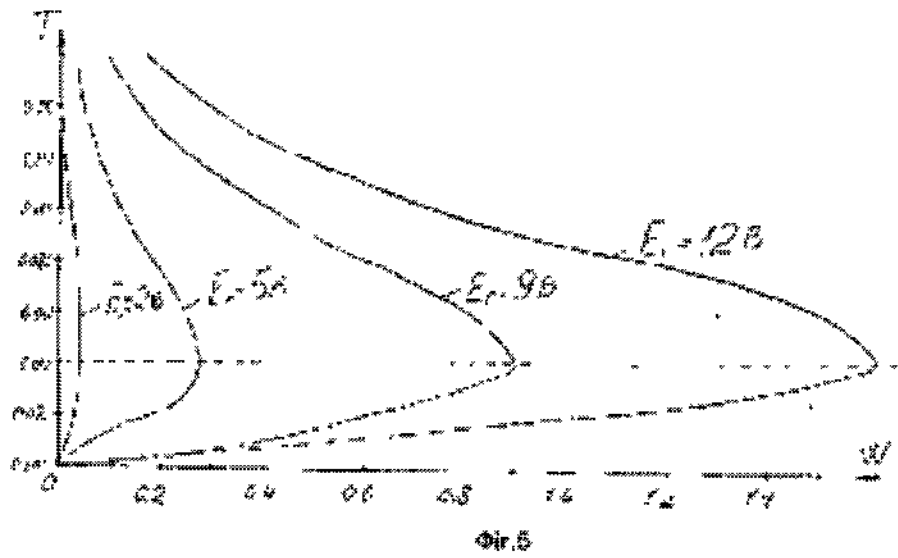
Коефіцієнт корисної дії передачі електричної енергії акумуляторній батареї від генератора постійного струму можна визначити, як

$$\eta = \frac{W_{\delta}}{W_{\delta} + 2I_2^2(t)(R_{\delta} + R_1 - 2R_B) \cdot t_3 + W_{лк}} \quad (7)$$

де  $\Delta W_{лк}$  енергія, яка витрачається для переключення ланцюгів заряду та розряду

Після підстановки






---

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)  
 вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна  
 (044) 456 – 20 – 90

---

ТОВ «Міжнародний науковий комтет»  
 вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна  
 (044) 216 – 32 – 71