



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85476 (13) C2
(51) МПК (2009)
H01Q 19/00
H02J 17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ПЕРЕДАЧІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ БЕЗ ПРОВІДІВ

1

2

(21) а200709441

(22) 20.08.2007

(24) 26.01.2009

(46) 26.01.2009, Бюл.№ 2, 2009 р.

(72) КРЮК ВІТАЛІЙ ГРИГОРОВИЧ, UA, ЯЦИШИН
ВІТАЛІЙ АНАТОЛІЄВИЧ, UA, БЕЛЬДІЙ МИКОЛА
МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) КРЮК ВІТАЛІЙ ГРИГОРОВИЧ, UA, ЯЦИШИН
ВІТАЛІЙ АНАТОЛІЄВИЧ, UA, БЕЛЬДІЙ МИКОЛА
МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(56) UA 78002 C2, 15.02.2007

UA 72497 C2, 15.03.2005

UA 79626 C2, 10.07.2007

JP 2004088443, 18.03.2004

GB 525998, 09.09.1940

(57) Пристрій для передачі електроенергії без провідів, що містить антену передавача електроенергії з генератором електроенергії та антену приймача електроенергії з опором навантаження, який відрізняється тим, що антени передавача і приймача електроенергії виконані котушками індуктивності в формі півпсевдосфер і мають гвинтову намотку, при цьому антена передавача з'єднана послідовно із генератором електроенергії і заземленням, а антена приймача з'єднана послідовно із опором навантаження і заземленням.

Винахід належить до галузі радіотехніки і може застосовуватись в електроенергетиці, радіозв'язку та інших споріднених галузях техніки.

На Фіг.1 схематично зображено відомий "Пристрій передачі електроенергії через вільний простір" (ППЕЕ) [1]. Він містить передавач (випромінювач) електроенергії, який складається із котушок 1 і 2 із право- і лівогвинтовою намотками з'єднані послідовно між собою і генератором електроенергії 3 та приймач (споживач) електроенергії, який складається із котушок 4 і 5 також із право- і лівогвинтовою намотками з'єднані паралельно між собою і опором навантаження 6; котушки 1 і 2 та 4 і 5 мають форму півпсевдосфер і функціонально є передаючою та приймальною антенами ППЕЕ.

У відомого ППЕЕ передаюча антена в формі псевдосфери ідентифікується із електричним півхвильовим ($\lambda/2$) вібратором, а приймальна - із магнітним півхвильовим ($\lambda/2$) вібратором. При цьому, зазначена ідентифікація базується на експериментально досліджених, але лінійних із феритовим осердям антенах і таким же включенням до котушок генератора електроенергії і опора навантаження, як у заявленого ППЕЕ. Тобто, були обґрунтовані теоретичні сподівання, що поєднання в ППЕЕ загальновідомих електричної і магнітної антен (вібраторів) [2], та неординарної псевдосферичної форми їх забезпечать резонансний електромагнітний зв'язок ($K_{ЕН}$) між передаючою і приймальною антенами ППЕЕ близькою до одиниці ($K_{ЕН} \approx 1$) і тим самим забезпечать передачу

електроенергії через вільний простір (без провідів) із коефіцієнтом корисної дії (ККД), близьким до одиниці (ККД ≈ 1). Але, при експериментальних дослідженнях відомого ППЕЕ із реальними антенами в формі псевдосфер зазначені теоретичні сподівання не оправдалися. Тобто, експериментально одержано величини $K_{ЕН} \ll 1$ і ККД $\ll 1$, що є основним недоліком відомого ППЕЕ.

В основу винаходу покладена задача удосконалити відомий ППЕЕ, в якому нове виконання форм передаючої і приймальної антен та схем їх з'єднання із генератором електроенергії і опором навантаження дозволило забезпечити резонансний електромагнітний зв'язок передаючої і приймальної антен близьким до одиниці ($K_{ЕН} \approx 1$) і за рахунок цього забезпечити передачу електроенергії без провідів від генератора електроенергії до опора навантаження із ККД ≈ 1 .

Покладена задача вирішується тим, що ППЕЕ, який містить антени передавача і приймача електроенергії виконані в формі псевдосфер, на півпсевдосферах яких намотані котушки індуктивності із право- і лівогвинтовою намотками, які у передавача з'єднані послідовно між собою і генератором електроенергії, а в приймачі з'єднані паралельно між собою і опором навантаження, згідно з винаходом, антени передавача і приймача виконані котушками індуктивності в формі півпсевдосфер і мають гвинтову намотку, при цьому антена передавача з'єднується послідовно із генератором

(13) C2

(11) 85476

(19) UA

електроенергії і заземленням, а антена приймача - із опором навантаження і заземленням.

На Фіг.2 схематично зображено винахід - пристрій передачі електроенергії без проводів (ППЕЕ);

Фіг.3-7 ілюструють опис роботи ППЕЕ. Фіг.3 ілюструє псевдосферу із паралелями і меридіанами, а Фіг.4 - утворюючу криву - трактрису; на Фіг.5 зображено штучні і природні електромагнітні поля, які взаємодіють в ППЕЕ; Фіг.6 ілюструє напруги і струми в ППЕЕ, а на Фіг.7 схематично зображено установку, на якій експериментально здійснено передачу електроенергії без проводів із ККД ≈ 1 .

ППЕЕ Фіг.2 містить передавач, антена 1 якого є котушкою індуктивності в формі півпсевдосфери і з'єднана послідовно із генератором електроенергії 2, та приймач, антена 3 якого є також котушкою індуктивності в формі півпсевдосфери і з'єднана послідовно із опором навантаження 4; генератор електроенергії 2 і опір навантаження 4 з'єднані із заземленням 5.

Розглянемо роботу ППЕЕ.

Форма антен ППЕЕ - півпсевдосфери є половинами псевдосфери Фіг.3, яка, в свою чергу, є тілом кручення трактриси навколо асимптоти XX Фіг.4. Трактриса - це геометричне місце точок, які залишає за собою один із кінців відрізка а, якщо його другий кінець рухається по прямій XX. АО = а - висота трактриси ($\varphi_0 = 90^\circ$); М - точка дотику до трактриси відрізка MP = а ($\varphi_0 < 90^\circ$) [3, стор.822].

Суттєво, що псевдосфера, будучи безкінечно видовженою вздовж асимптоти XX тілом, має кінечну площу поверхні (S_n) рівну площі поверхні сфери (S_c) з радіусом $r = a$ і кінечний об'єм (V_n)

рівний половині об'єму цієї сфери $\left(\frac{1}{2}V_c\right)$, тобто

$$S_n = S_c = 4\pi a^2 = 4\pi r^2 \quad (1)$$

$$V_n = \frac{1}{2}V_c = \frac{2}{3}\pi a^3 = \frac{1}{2}\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) \quad (2)$$

[3, стор.827].

Відомо, що потужність випромінювання електромагнітної енергії (P) через замкнену поверхню за одиницю часу визначається формулою

$$\vec{P} = \int_S \vec{W} d\vec{S} = \int_S [\vec{E}\vec{H}] d\vec{S} \quad (3)$$

де $\vec{W} = [\vec{E}\vec{H}]$ - вектор об'ємної щільності (густини) потоку електромагнітної енергії - вектор Пойнтінга; $d\vec{S}$ - елемент площі S замкненої поверхні [4, стор.101]. Враховуючи, що

$$E = \frac{H}{120\pi},$$

де $120\pi = 377\text{ Ом}$ - хвилевий опір вільного простору, і що для сфери

$$\int_S dS = 4\pi r^2$$

на основі (3) одержують

$$E = \frac{\sqrt{30P}}{r} \quad (4)$$

[4, стор.102]. Формула (4) є базовою в розрахунках напруженості електричного поля E в практиці радіозв'язку при заданих величинах P і r.

З оглядом на рівність (1) формула (4) є чинною для поверхні як у формі сфери, так і у формі псевдосфери. Але з'являються нові можливості тоді, коли, відповідно із теоремою Остроградського-Гауса, залежність (3) пов'язується із об'ємами (2), тобто

$$P = \int_{S=S_c=S_n} [\vec{E}\vec{H}] dS = \int_{V_c} \text{div}[\vec{E}\vec{H}] dV = 2 \int_{V_n} \text{div}[\vec{E}\vec{H}] dV \neq 0, \quad (5)$$

де залежність (5) розглядається в двох варіантах:

1) складові залежності (5) не рівні нулю, при цьому вони характеризують енергетично відкриту систему (наслідком якої є результат (4));

2) складові залежності (5) рівні нулю, при цьому складова, яка пов'язана із об'ємами псевдосфери, може характеризувати енергетично закриту (ізольовану) систему, процеси в якій визначаються рівністю

$$\int_{V_n} \text{div}[\vec{E}\vec{H}] dV_n \Big|_{1/2S} = - \int_{V_n} \text{div}[\vec{E}\vec{H}] dV_n \Big|_{1/2S} \quad (6)$$

де індексом $1/2S$ зазначені половини площі $S=S_c=S_n$, яка обіймає два об'єми V_n в межах об'єму V_c відповідно із (1) і (2) (Фіг.5а).

Рівність (6) описує внутрішній, резонансний баланс електромагнітної енергії в закритій системі із об'ємом V_c , в якій назустріч один одному рухаються два потоки електромагнітної енергії [5]. Саме в такій системі можливі рівність $K_{EH} = 1$ між падаючим і відбитим потоками електромагнітної енергії. Але, згідно з винаходом, Фіг.2, передаюча і приймальна антени є півпсевдосфери, а не псевдосфери. Тому, в рівності (6) числові коефіцієнти слід розділити на два, тобто

$$\frac{1}{2} \int_{V_n} \text{div}[\vec{E}\vec{H}] dV_n \Big|_{1/4S} \neq - \frac{1}{2} \int_{V_n} \text{div}[\vec{E}\vec{H}] dV_n \Big|_{1/4S} \quad (7)$$

де знак нерівності \neq свідчить, що система передавач-приймач при цьому стала енергетично відкритою і, як наслідок, в такій системі $K_{EH} \neq 1$.

Цей факт спонукає на виявлення, пошуки електромагнітного посередника, який би енергетично замкнув простір між передачею і приймальною антенами ППЕЕ. Таким беззаперечним посередником слугують електричне і магнітне поля Землі, які існують між передаючою і приймальною антенами ППЕЕ. На Фіг.5б схематично зображено ці поля-посередники, де зазначені також об'єми і площі поверхні псевдосфер в співвідношенні із об'ємом і площею сфери навколо Землі.

Враховуючи роботу [6], в динаміці електричне і магнітне поля Землі представляються (аналогічно (6)) рівністю

$$\int_{V_{n\oplus}} \text{div}[\vec{E}_{\oplus}\vec{H}_{\oplus}] dV_{n\oplus} \Big|_{1/2S_{\oplus}} = - \int_{V_{n\oplus}} \text{div}[\vec{E}_{\oplus}\vec{H}_{\oplus}] dV_{n\oplus} \Big|_{1/2S_{\oplus}} \quad (8)$$

Для наступного кроку маємо зважити на два фактори:

1. Відомо, що об'ємне диференціювання величин описує стан їх в точці (в мікрооб'ємі) простору

[7, стор.541]. Це стосується і дивергенції (витоку) електромагнітної енергії від складових нерівності (7), яка супроводжується вихрями (rot, роторами) електричного і магнітного полів, тобто

$$\operatorname{div}[\vec{E}\vec{H}] = \vec{H} \operatorname{rot} \vec{E} - \vec{E} \operatorname{rot} \vec{H} \quad (9)$$

Рівність (9) описує стан електромагнітних хвиль (квантів) довжиною від рентгенівських і інфрачервоних (від мікрохвиль), які здатні іонізувати молекули і атоми докільця і, як наслідок, проявляти дію електричного (і магнітного) поля Землі [5], до наддовгих (до мегахвиль). Це стосується і складових рівняння (8), які описують стан електромагнітних хвиль (квантів), зв'язаних із Землею.

2. Беззаперечно, що, за любых обставин, передаюча і приймальна антени ППЕЕ знаходяться на одній стороні Землі.

Перший фактор стверджує взаємозв'язок між складовими нерівності (7) і рівності (8), другий - взаємозв'язок складових нерівності (7) може бути тільки із одною складовою рівності (8), яка при цьому розділяється на дві частини між складовими нерівності (7). В підсумку, враховуючи зазначені два фактора, на основі (7) і (8) маємо рівність

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \int_{V_n} \operatorname{div}[\vec{E}\vec{H}] dV_n \Big|_{1/4S} - \frac{1}{2} \int_{V_{n\oplus}} \operatorname{div}[\vec{E}_{\oplus}\vec{H}_{\oplus}] dV_{n\oplus} \Big|_{1/4S_{\oplus}} = \\ & = \frac{1}{2} \int_{V_{n\oplus}} \operatorname{div}[\vec{E}_{\oplus}\vec{H}_{\oplus}] dV_{n\oplus} \Big|_{1/4S_{\oplus}} - \frac{1}{2} \int_{V_n} \operatorname{div}[\vec{E}\vec{H}] dV_n \Big|_{1/4S}, \end{aligned} \quad (10)$$

яка, оскільки згідно із (2) маємо

$$\frac{1}{2} V_n = \frac{1}{4} V_c,$$

приводиться до вигляду

$$\begin{aligned} P_r = U_r I_r & \rightarrow \frac{1}{4} \int_{V_n} \operatorname{div}[\vec{E}\vec{H}] dV_c \Big|_{1/4S} - \frac{1}{4} \int_{V_{n\oplus}} \operatorname{div}[\vec{E}_{\oplus}\vec{H}_{\oplus}] dV_{c\oplus} \Big|_{1/4S_{\oplus}} = \\ & = \frac{1}{4} \int_{V_{c\oplus}} \operatorname{div}[\vec{E}_{\oplus}\vec{H}_{\oplus}] dV_{c\oplus} \Big|_{1/4S_{\oplus}} - \frac{1}{4} \int_{V_c} \operatorname{div}[\vec{E}\vec{H}] dV_c \Big|_{1/4S} \rightarrow P_n = U_n I_n, \end{aligned} \quad (12)$$

що ілюструється на Фіг.6.

В резонансній системі, яка описується залежністю (12) втрати енергії надзвичайно малі; тому

$$\text{ККД} = \frac{P_n}{P_r} \approx 1,$$

що підтверджується експериментом.

На Фіг.7 схематично зображено установку по передачі електроенергії без проводів. Антени 1 і 3 ідентичні; вони мають такі дані: $a=10\text{см}$, $x_1=a=10\text{см}$ (Фіг.4), кількість витків 375 дроту ПЭ-ЛШО-0,23. Кожна з цих антен, як показали вимірювання, має індуктивність $L \approx 11\text{мГн}$ і резонує на частоті $f = 600\text{кГц}$ ($\lambda = 500\text{м}$); розрахована на основі формули

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

власна ("паразитна") ємність складала величину $C = 5\text{пФ}$. Відстань між антенами 1 і 3 має величину $l = 1,8\text{м}$ (величина l розраховується); вольтметри

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4} \int_{V_n} \operatorname{div}[\vec{E}\vec{H}] dV_c \Big|_{1/4S} - \frac{1}{4} \int_{V_{n\oplus}} \operatorname{div}[\vec{E}_{\oplus}\vec{H}_{\oplus}] dV_{c\oplus} \Big|_{1/4S_{\oplus}} = \\ & = \frac{1}{4} \int_{V_{c\oplus}} \operatorname{div}[\vec{E}_{\oplus}\vec{H}_{\oplus}] dV_{c\oplus} \Big|_{1/4S_{\oplus}} - \frac{1}{4} \int_{V_c} \operatorname{div}[\vec{E}\vec{H}] dV_c \Big|_{1/4S}, \end{aligned} \quad (11)$$

Рівність (10) і її еквівалент - (11) описують закрити в енергетичному відношенні систему, оскільки ліві і праві частини їх є, згідно із (1) і (2), половинами об'ємів сфери, які обмежені половинами площ сфери. Цим стверджується, що між половинами такої системи існує електромагнітний зв'язок із коефіцієнтом $K_{EH} = 1$ і можлива передача енергії із ККД ≈ 1 .

Дійсно, в цій закритій системі існують штучно створені ($\operatorname{div}[\vec{E}\vec{H}]$) і природні ($\operatorname{div}[\vec{E}_{\oplus}\vec{H}_{\oplus}]$) потоки електромагнітної енергії, які, на перерізі лівої і правої частин рівності (11), знаходяться в резонансній рівновазі. Причому, ця резонансна рівновага не порушиться і тоді, коли в ліву частину рівності (11) ввести джерело енергії, а із правої - цю енергію вивести (утилізувати). Саме ці функції і виконує ППЕЕ, яким від генератора 2 через антену 1 вводиться енергія $\operatorname{div}[\vec{E}\vec{H}]$ в енергетично закрити систему (11), а через антену 3 на опорі навантаження 4 ця енергія виводиться; при цьому, енергія $\operatorname{div}[\vec{E}_{\oplus}\vec{H}_{\oplus}]$ є лише переносником енергії $\operatorname{div}[\vec{E}\vec{H}]$. За одиницю часу енергія від генератора 2 визначається потужністю

$$P_r = U_r I_r,$$

а на опорі навантаження 4 - потужністю

$$P_n = U_n I_n,$$

які доповнюють рівняння (11) до вигляду

V_1 і V_2 фіксують напруги на виході генератора 2 (U_r) і на опорі навантаження 4 (U_n); перемикач П1 дозволяє включати генератор 2 або до антени 1, або до еквівалентного опору R_e , а перемикач П2 дозволяє включати до антени 3 або опір навантаження 4, або, з метою візуальної демонстрації, чотири лампи розжарення Н1-Н4 по 26В 0,12А (потужність $P = 4 \cdot 26 \cdot 0,12 = 12,48\text{Вт}$).

Виміри показали, що генератор 2 навантажується однаково і в режимі передачі електроенергії без проводів (перемикачі П1 і П2 в положенні Фіг.7), і в режимі роботи на еквівалентний опір R_e (перемикач П1 в положенні включення R_e). Оскільки

$$R_e = R_n = 1000\text{Ом},$$

то це свідчить про рівність струмів

$$I_r = I_n = I_e$$

і напруг

$$U_r = U_n = U_e = 100\text{В}.$$

В підсумку результати експерименту свідчать про рівність потужностей

$$P_T = U_T I_T = \frac{U_e^2}{R_e} = P_H = U_H I_H = \frac{U_H^2}{R_H} = \frac{100^2}{1000} = 10 \text{ Вт}$$

і, як наслідок, про величину

$$\text{ККД} = \frac{P_H}{P_T} \approx \frac{10 \text{ Вт}}{10 \text{ Вт}} = 1$$

Таким чином, на відміну від відомого ППЕЕ [1], працездатність (промислова спроможність) запропонованого ППЕЕ доведена експериментально.

Література

1. Крюк В.Г., Яцишин В.А., Бельдїй М.М. "Пристрій передачі електроенергії через вільний простір", Бюл. №2, 2007.

2. Мейнке Х., Гундлах Ф.В. "Радиотехнический справочник", том 1, М-Л, Тосэнергоиздат, 1961.

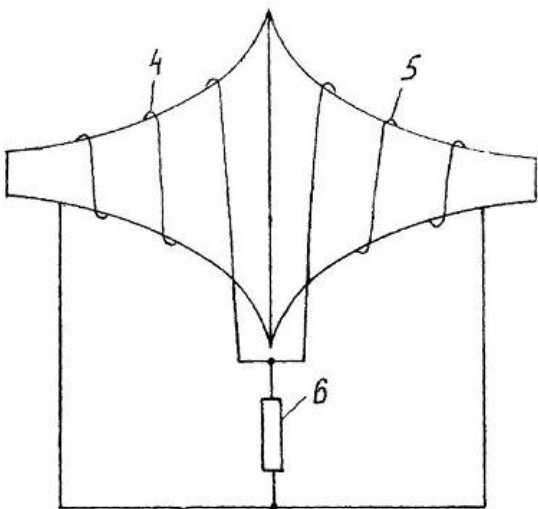
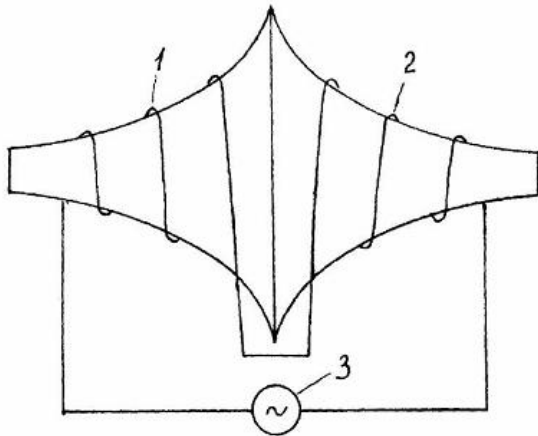
3. Выгодский М.Я. "Справочник по высшей математике" М. "Наука", 1963.

4. Катушев А.М., Голубева Н.С. "Основы радиоэлектроники", М. "Энергия", 1969.

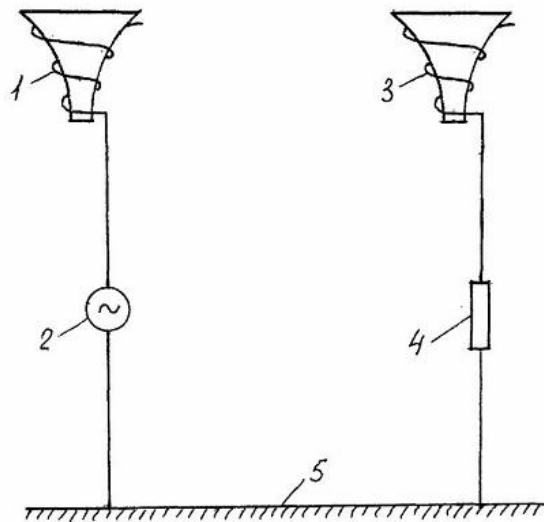
5. Сивухин Д.В. "Общий курс физики", том III, М. "Наука", 1977.

6. Крюк В.Г. "Естественная система единиц на базе единиц естественного времени", Киев, "Харь", 2001.

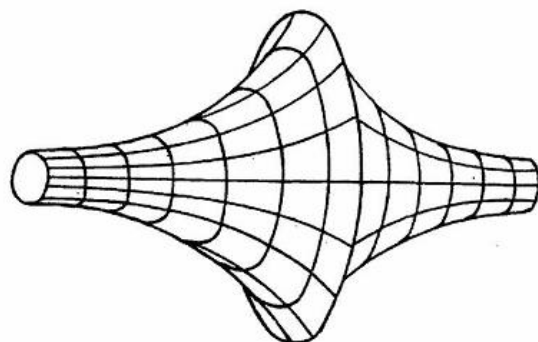
7. Бронштейн Н.Н., Семендяев К.А. "Справочник по математике", М. "Наука", 1964.



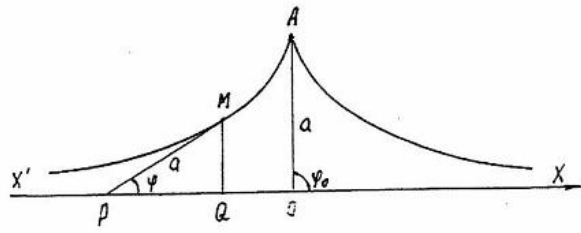
Фиг. 1



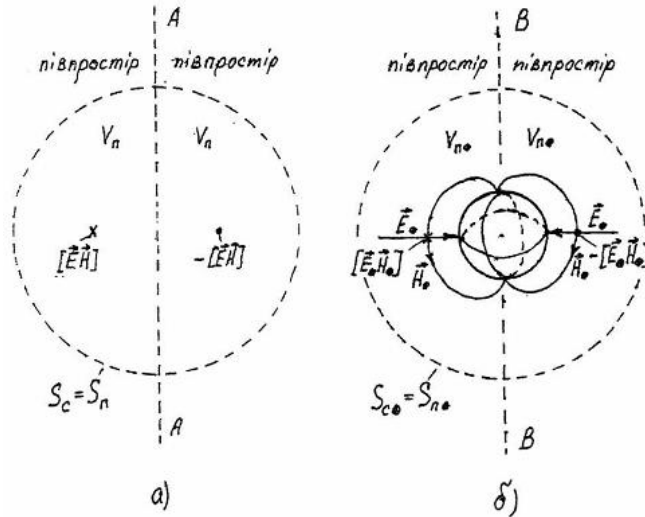
Фиг. 2



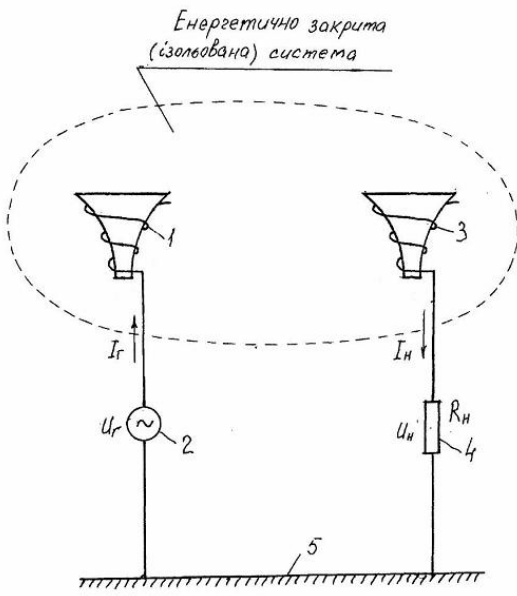
Фиг. 3



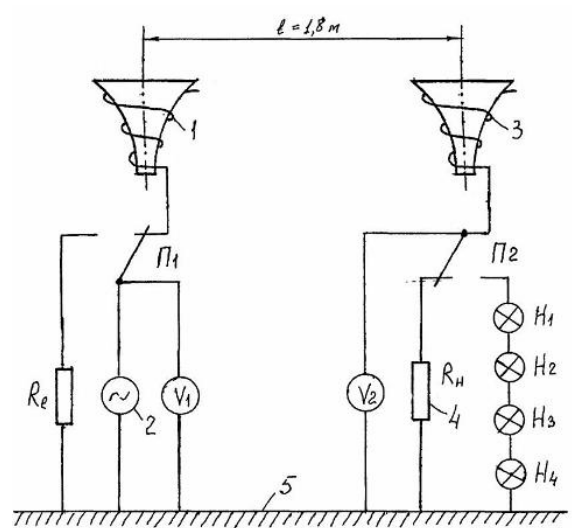
Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7

Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко Підписне Тираж 28 прим.

Міністерство освіти і науки України
 Державний департамент інтелектуальної власності, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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