

(19) НАРОДНА  
РЕПУБЛИКА  
БЪЛГАРИЯ



Институт за  
изобретения и  
рационализации

ОПИСАНИЕ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
по авторско свидетелство

(21) 36 160

(61) Доп. към №

(62) Разд. от №

В(51) G 01 T 1/16

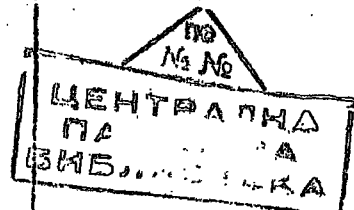
(21) Рег. № 61371

(22) Заявено на 17.06.83

В 64 G 4/00

(46) Публикувано в бюлетин № 9 на 14.09.84

(45) Отпечатано на 28.09.84



(71) Заявител:

(72) Автори:

Таня Ненова Иванова  
Людмил Георгиев Банков  
Стефан Константинов Чапкънов  
Вячеслав Федорович Губский

Дедовск, СССР

/54/ УСТРОЙСТВО ЗА ИЗМЕРВАНЕ ПАРАМЕТРИТЕ НА ЕЛЕКТРОНЕН  
КОМПОНЕНТ НА КОСМИЧЕСКАТА ПЛАЗМА

Изобретението се отнася до устройство за измерване параметрите на електронния компонент на плазма, което намира приложение в изследването на околоземното космическо пространство от борда на изкуствени спътници на Земята с променлив потенциал на корпуса.

Известно е устройство за измерване параметрите на електронния компонент на космическата плазма /1,2,3/, състоящо се от преобразувател ток-напрежение, първият вход на който е свързан с колектора на цилиндрична сонда на Ленгмюр /ЦСЛ/, а вторият вход - със защитния електрод на сондата, изходът на преобразувателя ток - напрежение е свързан към телеметрията, към която е свързан също и контролният изход на генератор на трионообразно напрежение, чийто изход е свързан към втория вход на преобразувателя ток-напрежение.

36160

Недостатъци на известното устройство за измерване параметрите на плазмата с помощта на цилиндрична сонда на Ленгмюр са: непълно измерване параметрите на електронния компонент на плазмата - само концентрацията или само температурата на електроните, и то в ограничен диапазон, при висок потенциал на корпуса на космическия апарат спрямо окръжаващата го плазма, а понякога дори пълна загуба на научната информация от експеримента.

Задачата на изобретението е да се създаде устройство за измерване параметрите на електронния компонент на космическата плазма с цилиндрична сонда на Ленгмюр, с което да се получи пълна научна информация за концентрацията и температурата на електроните при директните измервания от борда на космическия апарат в широки граници на изменение на потенциала корпус-плазма.

Задачата е решена с устройство за измерване параметрите на електронния компонент на космическата плазма, състоящо се от преобразувател ток-напрежение, първият вход на който е свързан с колектора на ЦСЛ, а вторият вход - със защитния електрод на сондата. Изходът на преобразувателя ток-напрежение е свързан и с контролния изход на генератор на трионообразно напрежение, чийто изход е свързан към втория вход на преобразувателя ток-напрежение през последователно свързани сумиращ блок и управляващ блок. Изходът на преобразувателя ток-напрежение е свързан към входа на детектор на нула. Към изхода на детектора на нула е свързан генератор на стъпаловидно напрежение, чийто изход е свързан към телеметричен блок, към смесителното стъпало и към втория вход на управляващия блок.

Предимства на устройството за измерване параметрите на електронния компонент на космическата плазма са предаването на научни данни в широк диапазон на изменение на температурата и концентрацията на електроните, независимо от изменението на потенциала на корпуса на космическия апарат.

Примерно изпълнение на изобретението е показано на приложените фигури, от които:

фигура 1 е блокова схема;

фигура 2 - волт-амперна характеристика;

фигура 3 е времедиаграма в различни точки на схемата.

Устройството за измерване на електронния компонент на космическата плазма фиг.1 се състои от преобразувател ток-напрежение 1, първият вход на който е свързан с колектора 2 на цилиндричната сонда на Ленгмюр, вторият му вход - със защитния вход 3 на сондата, а изходът му - с телеметричен блок 4, към който е свързан и контролният изход на генератор на трионообразно напрежение 5. Генераторът на трионообразно напрежение 5 е свързан към втория вход на преобразувателя ток-напрежение през последователно свързаните сумиращ 6 и управляващ 7 блок. Изходът на преобразувателя ток-напрежение 1 е свързан и към входа на детектор на нула 8, към изхода на който е свързан генератор на стъпаловидно напрежение 9, чийто изход е свързан към сумиращия 6, към телеметричния 4 и към управляващия 7 блок.

От изразите за определяне на електронната температура  $T_e$  и на електронната концентрация  $N_e$  на плазмата от електронния ток  $I_e$  на колектора 2 на цилиндричната сонда на Ленгмюр.

$$I_e = AN_e e \left( \frac{k \cdot T_e}{2 \eta m_e} \right)^{1/2} \cdot e \frac{e}{k T_e} (U_g - U_s), \quad U_g - U_s < 0,$$

$$I_e = \frac{AN_e e}{\eta} \left[ \frac{2e (U_g - U_s)}{m_e} \right]^{1/2}, \quad U_g - U_s > 0,$$

където  $U_g$  е напрежението на развивка от изхода на генератора на трионообразно напрежение, се вижда, че потенциалът на корпуса на

обекта  $U_s$  относно плазмата оказва съществено влияние върху резултата от измерванията. Дори при някои последни експерименти с новия тип космически апарати - автоматични орбитални станции, високата стойност на потенциала на корпуса на обекта  $U_s$  на осветената от слънцето част от орбитата им доведе до загуба на около 75% от научната информация от сондовите прибори.

Ето защо при съвременните експерименти с цилиндрична сонда на Ленгмюр се предвиждат допълнителни блокове за осигуряване на променлив диапазон на развивка върху електродите на сондата, при което се получават пълни волтамперни характеристики при широки вариации на потенциала на корпуса на обекта  $U_s$ .

Пример за вида на получаваните от експериментите с цилиндрична сонда на Ленгмюр волт-амперни характеристики /зависимостта на сондовия ток  $I = I_i + I_e$  от приложеното към сондата напрежение  $U = U_g - U_s/$  е даден на фиг. 2.

В нововъведените блокове на устройството не се измерва точната стойност на потенциала на корпуса на обекта  $U_s$  както в /4/, а се прави приблизителна оценка на флуктуациите му с оглед получаване на добре изразени участъци на йонния ток  $I_i$  и електронния ток  $I_e$  на изследваната плазма. Използува се приблизителна оценка на потенциала на корпуса на обекта  $U_s$ , като се използва принципът, че сондовият ток  $I$  е равен на нула при приложено към сондата напрежение на развивка  $U = U_f$ , където  $U_f$  е плаващият потенциал на сондата относно плазмата и е близко по стойност до потенциала на корпуса на обекта  $U_s$ .

Регистрира се напрежението, при което сондовият ток преминава през нулата и се сумира с напрежението на развивка  $U_g$  от изхода на генератора на трионообразно напрежение. Големината на потенциала на корпуса на обекта  $U_s$  лесно се определя от телеметричната информация

на устройството при наземна обработка с електронни изчислителни машини /инфлексната точка на сондовата характеристика/.

Действието на устройството от фиг.1 се онагледява от временните диаграми на фиг.3.

Към електродите 2 и 3 на цилиндричната сонда на Ленгмюр, потопени в изследваната плазма, се прилага линейно нарастващо напрежение на развивка  $U_g$  от изхода на генератора на трионообразно напрежение 5 /фиг. 3а/. Полученият сондов ток  $I$  се преобразува в телеметрично напрежение  $U_{TM}$  от преобразувателя ток-напрежение 1 /фиг. 3а/ и се предава към наземните станции с помощта на телеметричния блок 4. През определен интервал от време управляващият блок 7 изключва от електродите 2 и 3 на цилиндричната сонда на Ленгмюр напрежението на развивка  $U_g$  и включва стъпаловидно нарастващо напрежение от изхода на генератора на стъпаловидно напрежение 9 /фиг. 3в/, контролирано по отделен канал на телеметричния блок 4. В момента на преминаване на телеметричното напрежение  $U_{TM}$  от изхода на преобразувателя ток-напрежение 1 през нула, по команда на детектора на нула 8 схемата сработва, генераторът на стъпаловидно напрежение 9 спира на съответното стъпало при напрежение  $U_0$  /фиг. 3в/, което е подложка на основното напрежение на развивка  $U_g$ . Така определеното напрежение на подложка  $U_0$  е толкова по-близо до големината на плаващия потенциал на сондата  $U_f$ , респективно на потенциала на корпуса на обекта  $U_s$  /фиг. 2/, колкото е по-голям броят на стъпалата на генератора на стъпаловидно напрежение 9. От този момент към електродите 2 и 3 на цилиндричната сонда на Ленгмюр през сумиращия блок 6 се подава напрежение на развивка  $U_g' \approx U_g + U_0$  /фиг. 3с/, компенсиращо измененията на потенциала на корпуса на обекта  $U_s$ , при което се получават пълни волт-амперни характеристики  $I(U=U_g'-U_s)$  към телеметричния блок 4 /фиг. 3д/, а оттам и необходимата научна информация от

измерването с помощта на цилиндрична сонда Ленгмюр в широк диапазон на изменение на потенциала на корпуса на обекта  $U_s$ .

### Авторски претенции

Устройство за измерване параметрите на електронен компонент на космическата плазма, състоящо се от преобразувател ток-напрежение, първият вход на който е свързан с колектора на цилиндрична сонда на Ленгмюр, вторият вход - със защитния вход на сондата, а изходът - с телеметричен блок, към който е свързан и контролният изход на генератор на трионообразно напрежение, чийто изход е свързан към втория вход на преобразувателя ток-напрежение, характеризиращо се с това, че генераторът на трионообразно напрежение /5/ е свързан към втория вход на преобразувателя ток-напрежение /1/ през последователно свързаните сумиращ /6/ и управляващ /7/ блок, при което изходът на преобразувателя ток-напрежение /1/ е свързан и към входа на детектор на нула /8/, към изхода на който е свързан генератор на стъпаловидно напрежение /9/, чийто изход е свързан към сумиращия блок /6/, към телеметричния блок /4/ и към управляващия блок /7/.

Приложение: 3 фигури

---

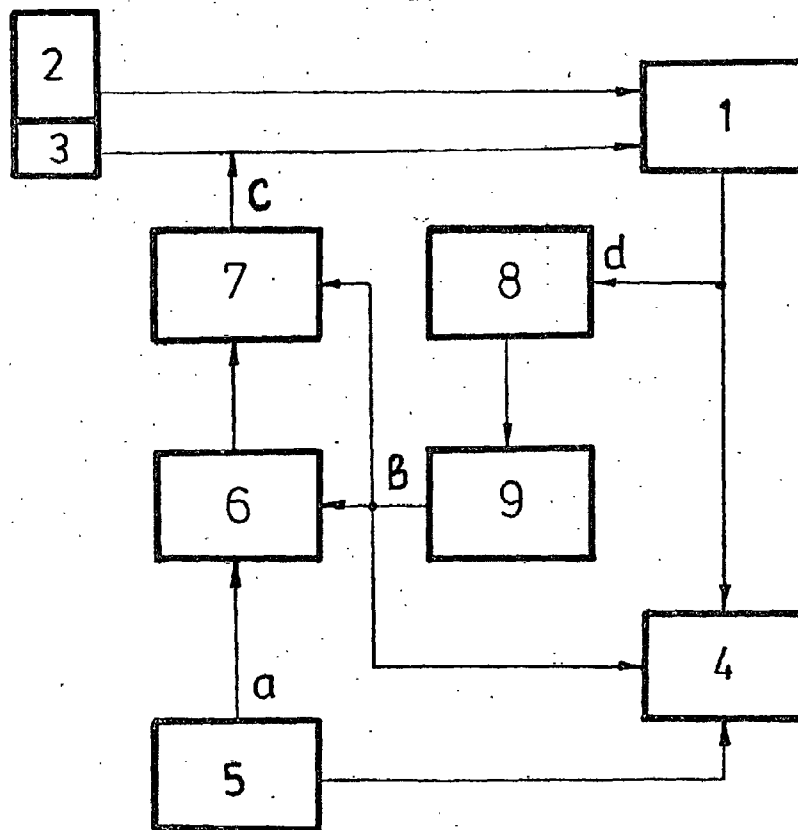
### Литература

1. J.A.Findlay, L.H.Brace, The Cylindrical Electrostatic Probes Employed on Alouette II and Explorer XXXI satellites, PIEEE, 57, 1969, 1054-1056.
2. L.H.Brace, R.F.Theis, The Behavior of the Plasmapause at

Mid-Latitudes ISIS-I Langmuir Probe Measurements. J. of Geoph. Res.,  
79, 1974, 13, 1871-1884.

3. L.H.Brace, R.F.Theis, A.Dalgano, The cylindrical Electrostatic  
probes for Atmosphere Explorer-C, -D and -E-Radio Science, 8, 1973, 4.

4. Чапкънов, С.К., В.Г.Марков, Н.Б.Табов, Л.И.Симеонов, Уст-  
ройство за определяне потенциала на космическата плазма, Авторско  
свидетелство на България № 27 708, Бюл.ИИР № 12/12.12.1979 година.



Фиг.1

Издание на Института за изобретения и рационализации  
бул. "Г.А.Насър" № 52-Б, София

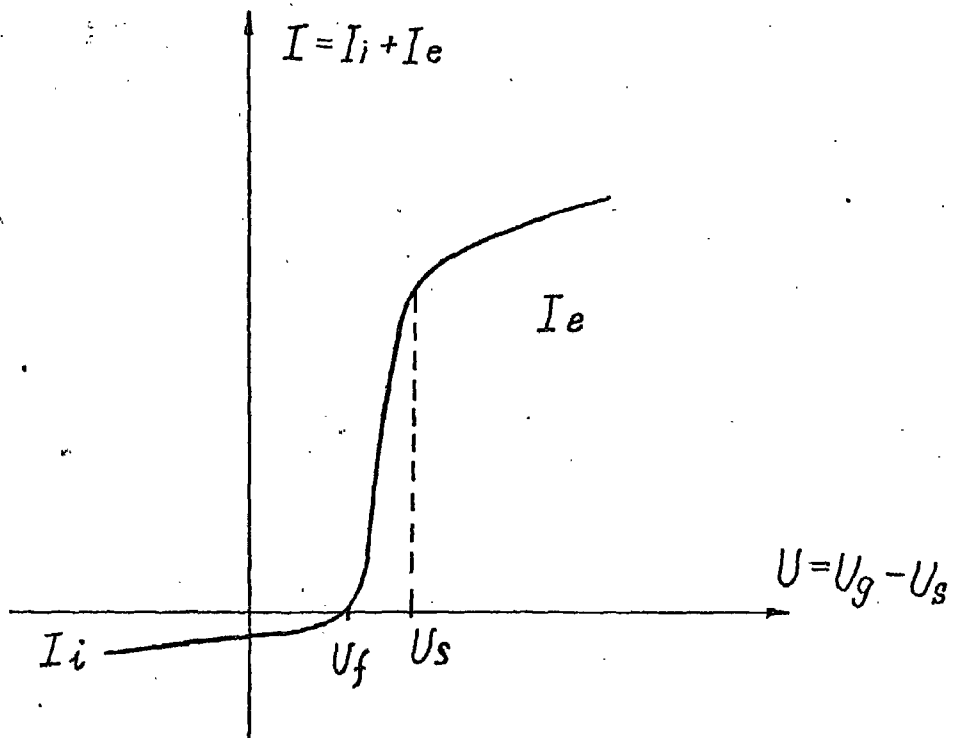
Експерт: Е.Винарова

Редактор: М.Гергинова

Пор. № 22941

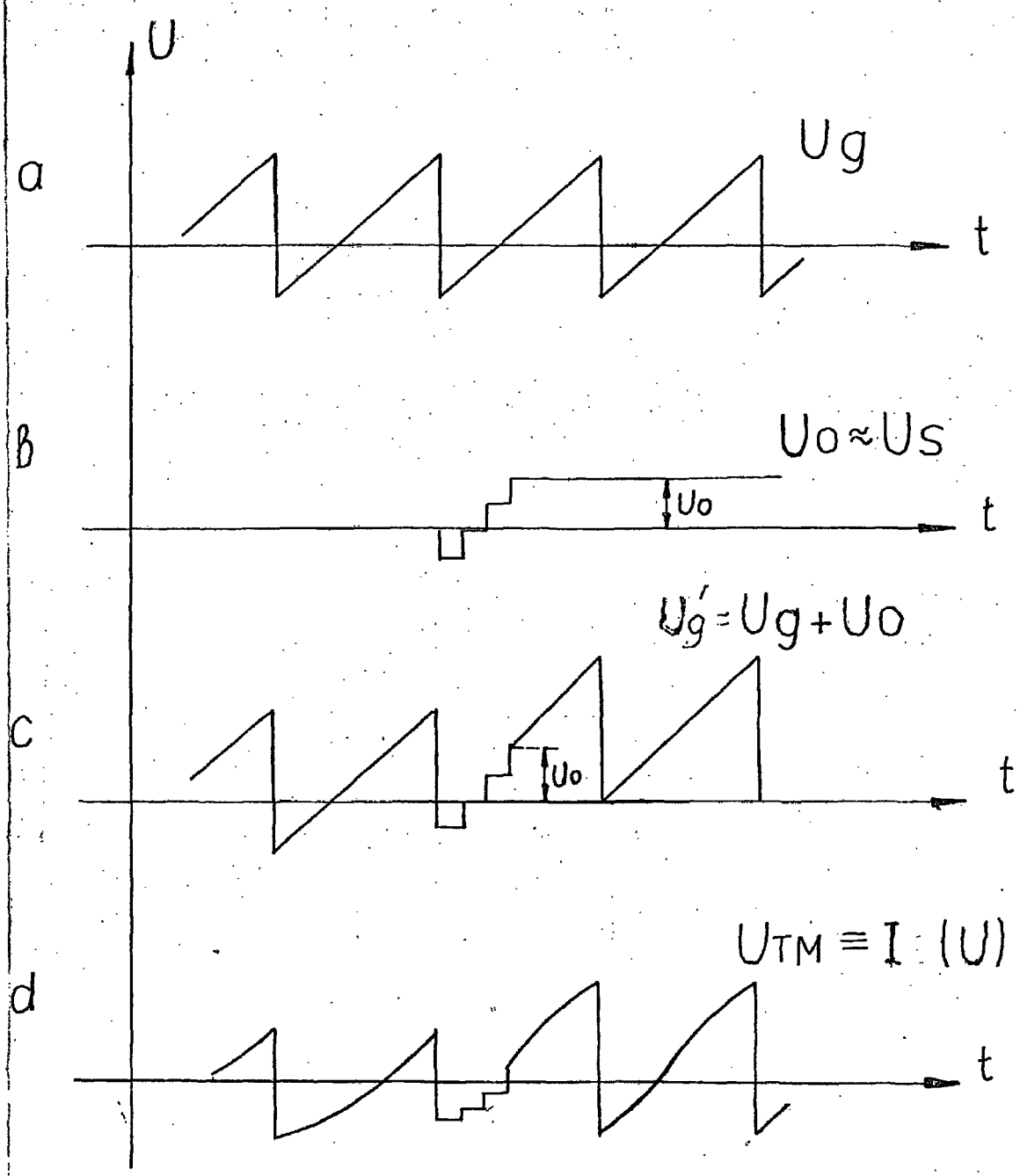
Тираж 70

36160



Фиг. 2.





фиг. 3