

ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ НУЛЕВОЕ УСТРОЙСТВО К СЧЕТЧИКУ АЭРОИОНОВ

О. В. Сакс, В. Я. Ирд

Описываемое электрометрическое нулевое устройство предусмотрено для сравнения медленно меняющегося потенциала с опорным постоянным напряжением. Структурная схема устройства приведена на рис. 1, принципиальная схема на рис. 2.

Устройство представляет собой измерительный усилитель, построенный по схеме модулятор-демодулятор (МДМ). В качестве модулятора применен динамический конденсатор C_1 [1], емкость которого периодически меняется за счет механических колебаний одной из пластин. Вследствие этого на пластинах конденсатора возникает переменное напряжение, если к конденсатору приложена постоянная или медленно меняющаяся разность потенциалов. Переменная составляющая напряжения подается через фильтр $C_2R_2C_3R_3$ на усилитель переменного напряжения УН. Фильтр служит для ослабления эффекта модуляции сеточного тока входной лампы усилителя. Величины элементов входной цепи и фильтра выбраны по известным соображениям, изложенным, например, в работах [2, 3, 5 и др.]. При этом заданными ве-

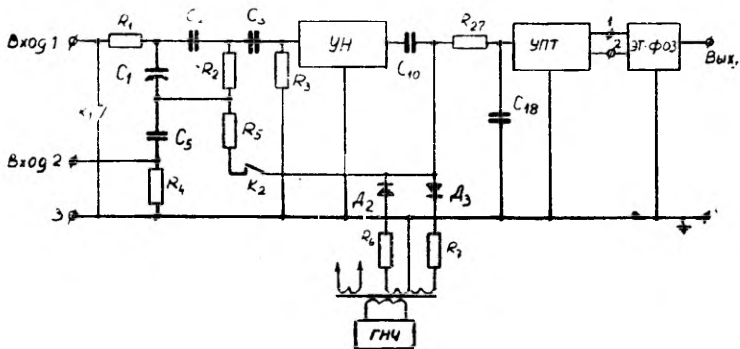


Рис. 1. Структурная схема электрометрического нулевого устройства.

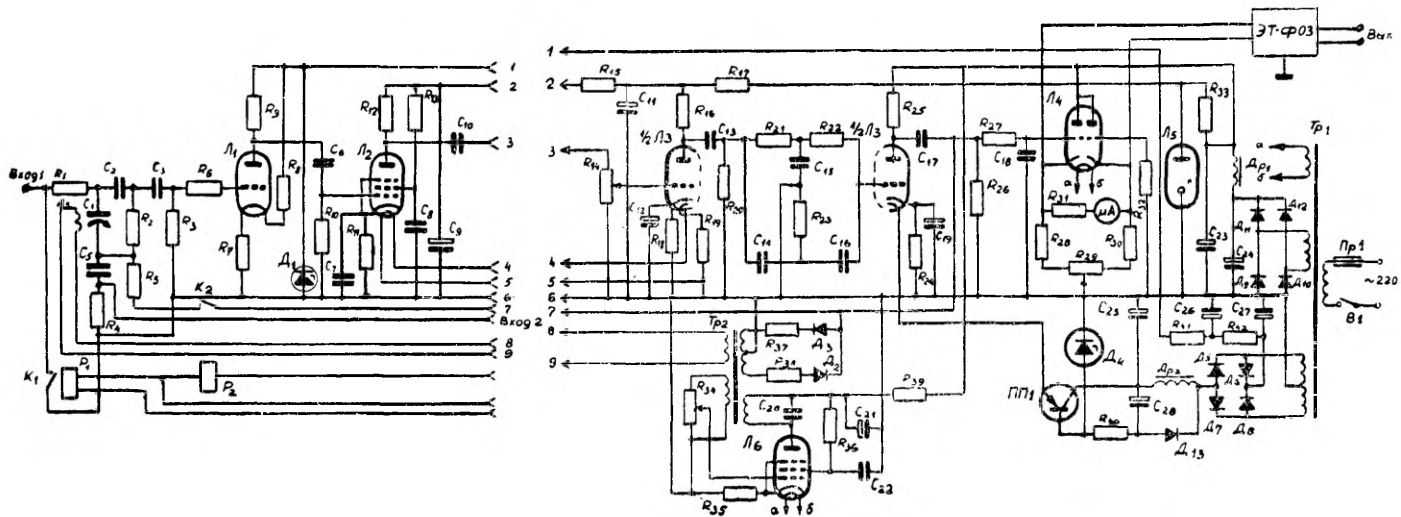


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема электрометрического нулевого устройства.

$R_{1, 2, 3}$ — 1 Ом; R_4 — 500 ом; R_5 — 10 Мом; R_6 — 2 Мом; R_7 — 220 ом; R_8 — 680 ом; $R_{9, 35}$ — 24 к; $R_{10, 14, 23}$ — 0,47 Мом; $R_{11, 18}$ — 20 ком; $R_{12, 16, 27}$ — 1,1 Мом; $R_{13, 20}$ — 3,3 Мом; R_{15} — 0,18 Мом; R_{17} — 22 ком; $R_{21, 22}$ — 0,91 Мом; R_{24} — 6,2 ком; R_{25} — 0,24 Мом; R_{26} — 2,7 Мом; $R_{28, 29, 30}$ — 470 ом; $R_{31, 32}$ — 0,1 Мом; R_{33} — 4,7 ком; R_{34} — 12 ком; R_{35} — 240 ком; $R_{37, 38}$ — 45 ком; R_{39} — 100 ом; R_{40} — 1,5 ком; R_{41} — 220 ом; R_{42} — 750 ом. C_1 — динамический конденсатор; $C_{2, 3}$ — разделительные конденсаторы; C_5 — 1,0 мкф; $C_{6, 10, 17}$ — 0,05 мкф; $C_{7, 9, 11, 12, 19; 21, 22, 24}$ — 10 мкф; C_8 — 0,5 мкф; C_{13} — 0,01 мкф; $C_{14, 16}$ — 3300 пкф; $C_{26, 27}$ — 50 мкф; C_{28} — 100 мкф; L_1 — ЭМ-7; L_5 — 6Ж1П; L_3 — $C_{15, 20}$ — 6600 пкф; C_{18} — 0,1 мкф; C_{25} — 500 мкф; C_{23} — 20 мкф; 6Н2П; L_4 — 6Н3П; L_5 — СГ1П; L_6 — 6Ж5П; $D_{1, 4}$ — Д813; $D_{2, 3}$ — Д208; $D_{5, 7}$ — Д242Б; $D_{6, 8}$ — Д7Г; $D_{9, 10, 11, 12, 13}$ — Д7Ж; ПП₁ — П4Б.

личинами являлись средняя емкость динамического конденсатора $C_1 = 15$ пф, частота модуляции $f = 230$ гц и коэффициент модуляции $m = 0,2$. Под коэффициентом модуляции понимается здесь, как и в работах [1, 2, 3, 5 и др.], величина

$$m = \frac{U_{\Delta\phi\phi}}{U_{вх}},$$

т. е. отношение эффективной величины переменного напряжения, генерируемого динамическим конденсатором, к входному постоянному напряжению.

Увеличенный усилителем УН сигнал поступает на фазочувствительный демодулятор на диодах $D_2 D_3$. Постоянная составляющая демодулированного сигнала подается через интегрирующую цепь $R_{27} C_{18}$ на усилитель постоянного тока УПТ, а в исходном положении, когда контакты K_1 и K_2 замкнуты, также на запоминающий конденсатор $C_5 = 1$ мкф с малой утечкой заряда. В последнем случае усилитель охвачен глубокой отрицательной обратной связью и обладает общим коэффициентом передачи, равным приблизительно единице. Конденсаторы C_5 и C_{18} заряжаются практически до напряжения $U'_{вых}$, равного контактной разности потенциалов $U_{кр}$ динамического конденсатора, но с обратным знаком. После размыкания контакта K_2 устройство превратится в усилитель с большим коэффициентом передачи $K_n \approx 5000$. Напряжение на конденсаторе C_5 «запоминается», а наличие на выходе, т. е. на конденсаторе C_{18} напряжения $U'_{вых} = -U_{кр}$ не имеет существенного значения. $|U'_{вых}| = |-U_{кр}| \leq 20$ мв, приведенный к входу $U'_{вх}$ при $K_n = 5000$ составляет всего лишь несколько микровольт

$$|U'_{вх}| = \frac{|U'_{вых}|}{K_n} \leq 4 \text{ мкв.}$$

В качестве запоминающего конденсатора C_5 применен полистироловый конденсатор типа МПГТ, рекомендованный для применения в усилителях с автоматической компенсацией дрейфа нуля в тех же целях [3, 4].

Усилитель низкой частоты на лампах ЭМ-7 6Ж1П и 6Н2П обладает общим коэффициентом передачи напряжения около 10^5 . Для подавления помех с частотой 50 гц перед выходным каскадом включен пассивный 2Т-образный RC-фильтр.

На лампе 6С5П собран LC-генератор с трансформаторным выходом. С последнего снимаются напряжение возбуждения динамического конденсатора и опорное напряжение для фазочувствительного детектора. Последний представляет собой однополупериодный синхронный детектор на кремневых диодах D_2 (D_2 и D_3), УПТ на лампе 6Н3П выполняет роль усилителя мощно-

сти. Он собран по схеме параллельно-балансного усилителя с несимметричным входом и с симметричным выходом.

Питание первого каскада УН стабилизировано кремневым стабилитроном Д813. Накал ламп 6Ж1П и 6Н2П осуществлен постоянным током, стабилизированным однокаскадным полупроводниковым стабилизатором. В целях уменьшения дрейфа нуля УПТ анодное напряжение стабилизировано газоразрядным прибором СГП.

К выходу УПТ в качестве показывающего индикатора включен микроамперметр М265 с переделом 50—0—50 мка и в качестве нулевого органа — бесконтактный функциональный элемент ЭТ-ФОЗ [6]. Потенциал катода правого триода лампы 6Н3П является опорным напряжением для нулевого органа, а потенциал катода левого триода — сравниваемым.

Бесконтактный функциональный элемент ЭТ-ФОЗ является устройством, производящим сравнение двух напряжений постоянного тока. Его основным узлом является блокинг-генератор, имеющий два входа, к которым подаются сравниваемые напряжения U_1 и U_2 . Релаксационные колебания возникают в устройстве только в том случае, если напряжение U_2 превышает U_1 на $0,05 \div 0,1$ в или больше. Частота генерируемых блокинг-генератором импульсов равна примерно 100 гц, а длительность импульсов 200—250 мк. сек.

Появление импульсов на выходе нульоргана должно отмечать момент равенства напряжений на входах 1 и 2 электрометрического устройства. Теоретически ЭТ-ФОЗ должен в данном устройстве срабатывать, если на входе 1 потенциал превышает на 10—20 мкв потенциал на входе 2. Но опытным путем установлено, что реальная чувствительность нулевого устройства не лучше 50 мкв. Это связано с тем, что флуктуации выходного напряжения устройства, вызванные шумами входного каскада уси-

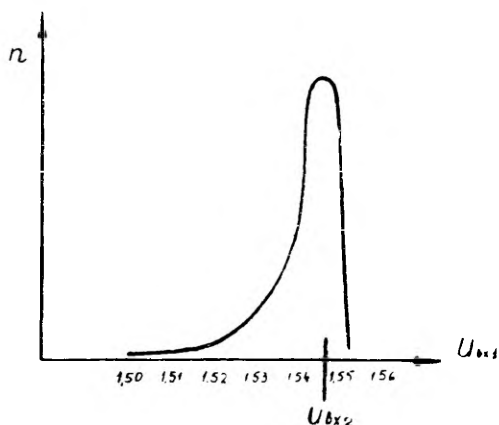


Рис. 3. Распределение срабатываний нулевого устройства.

лителя и внешними помехами, приводят к срабатыванию нульоргана раньше достижения действительного равенства потенциалов между входами 1 и 2. Одна из экспериментальных кривых распределения количества срабатываний нульоргана приведена на рис. 3. По оси абсцисс расположены показания медленно регулируемого источника напряжения, подключенного к входу 1. В то же время на входе 2 поддерживался постоянный потенциал. По оси ординат расположены количества случаев срабатывания нульоргана.

Первые два каскада усилителя вместе с динамическим конденсатором вмонтированы с целью защиты от влаги в герметичный корпус и смонтированы с измерительным аспирационным конденсатором, разработанным Тамметом [7]. Остальная часть усилителя и блок питания вмонтированы во второй блок.

Описанное электрометрическое нулевое устройство изготовлено авторами в Тартуском государственном университете в проблемной лаборатории аэроионизации и электроаэрозолей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сакс, О. В., О конструкции динамического конденсатора для счетчиков атмосферных ионов. Труды Всесоюзного метеорологического совещания, т. 9, Л., 1963.

2. Palevsky, H., Swank, R. K. Grenchic, R., RSJ 18, N 5, 1947.

3. Полонников, Д. Е., Электронные усилители автоматических компенсаторов. Физматгиз, М., 1960.

4. Полонников, Д. Е., Прибор для измерения малых токов и напряжений. ПТЭ, № 1, 1963, 67.

5. Лавров, М. Д., Коэффициент преобразования динамического конденсатора при электрометрии малых постоянных напряжений. Измерительная техника, № 2, 1968.

6. Гиршберг, В. В., Доманицкий, С. М., Кутлер, Н. П., Петрухин, Б. П., Прангишвили, И. В., Ходнев, В. В., Единая серия полупроводниковых логических и функциональных элементов (ЭТ). М.—Л., «Энергия», 1966.

7. Таммет, Х. Ф., Аспирационный метод измерения спектра аэроионов. Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, вып. 195. Тарту, 1967

Поступила 5/II 1969 г.

ELEKTROMEETRILINE NULLSEADE AEROIOONIDE SPEKTRI MÕÖTMISEKS

O. Saks, V. Ird

Resümee

Esitatakse dünaamilise kondensaatoriga elektromeetriline nullseade, mille väljundis tekib signaal kahe sisendpinge võrdseks saamise momendil. Antakse funktsionaalne ja elektriline skeem.

Seade võimaldab tõsta aeroioonide spektromeetri tundlikkust ning töökiirust ja annab võimaluse spektromeetri töö automatiseerimiseks.

ELECTROMETRIC NULL DEVICE FOR MEASURING THE AIR ION SPECTRUM

O. Saks, V. Ird

S u m m a r y

The paper is concerned with an electrometric null device supplied with a dynamic condenser. In the output of the null device there arises a signal the moment two input potentials become equal. A functional and electric scheme is presented.

The device enables one to increase the sensitivity of the air ion spectrometer and its operating speed, likewise it provides an opportunity of automating the operation of the spectrometer.