

### К ВОПРОСУ О СХЕМАХ ВКЛЮЧЕНИЯ АСПИРАЦИОННЫХ СЧЕТЧИКОВ АЭРОИОНОВ

Рассматриваются методы компенсации нестабильности напряжения источника питания посредством специальных включений.

Известным методом компенсации нестабильности источника напряжения является применение мостовой схемы [1, 2, 4], которая приведена на рис. 1. В зависимости от конкретных обстоятельств может заземляться либо внешняя обкладка измерительного конденсатора, либо одна входная клемма электрометра. Электрометр в схеме на рис. 1 включен в диагональ моста, который образуется сопротивлениями  $R_1$ ,  $R_2$  и емкостями измерительного конденсатора  $C$  и дополнительного компенсационного конденсатора  $C_1$ . Предполагая, что все паразитные емкости включены параллельно электрометру, получаем условие баланса

$$\frac{C_1}{C} = \frac{R_1}{R_2}, \quad (1)$$

при соблюдении которого случайные изменения напряжения питания схемы  $\varphi_0$  на отсчет электрометра не влияют.

Мостовое включение целесообразно, когда выигрыш чувствительности из-за уменьшения величины  $\varphi$ , которая в мостовой схеме определяется стабильностью баланса моста, превышает потерю чувствительности из-за подключения шунтирующей емкости  $C_1$ .

При заданном напряжении питания мостовой схемы  $\varphi_0$  наилучшая чувствительность обеспечивается, если  $C_1$  равняется геометрическому среднему действующей емкости измерительного конденсатора  $C$  и общей емкости измерительной системы  $C + C_p$ , где  $C_p$  обозначает паразитную емкость без включения емкости  $C_1$ . В общем случае оптимальное значение  $C_1$  несколько меньше, чем следует из вышеприведенного определения.

Конденсатор  $C_1$  должен обладать хорошей изоляцией, ибо утечка вызывает дополнительную ошибку измерения условной плотности

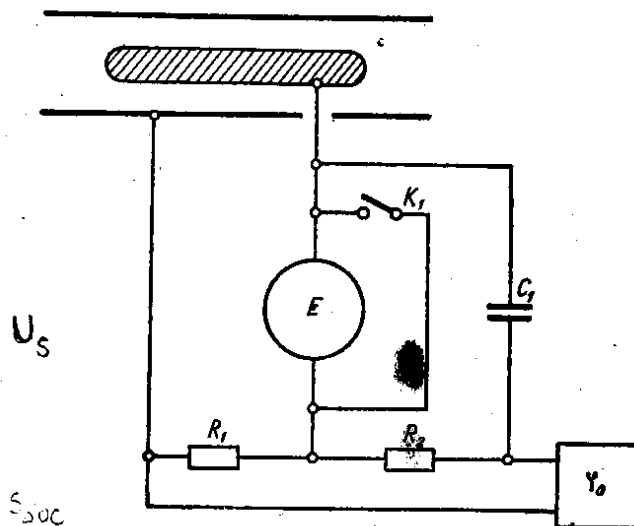


Рис. 1. Мостовая схема включения счетчика.

заряда. Если допустимое значение этой ошибки  $\Delta v$ , то сопротивление утечки  $R$  должно удовлетворять условию

$$RC_1 \geq \frac{1}{4\pi k_0 \Delta v}, \quad (2)$$

где  $k_0$  — предельная подвижность.

Постоянная времени саморазряда лучших конденсаторов с твердым диэлектриком, например типа ФД, составляет  $10^6$  —  $10^7$  сек. В счетчиках тяжелых ионов лучше применять специальные конденсаторы с воздушным диэлектриком. В качестве  $C_1$  может применяться и емкость другого измерительного конденсатора, который не продувается [2].

Другая возможность устранения ошибок, вызванных нестабильностью напряжения источника питания, заключается в замене источника напряжения на время измерения специальным конденсатором, заряжаемым ~~от высокостабильного~~ источника питания. Условие для постоянной времени саморазряда конденсатора опорного напряжения совпадает с условием (2) для компенсационного конденсатора мостовой схемы.

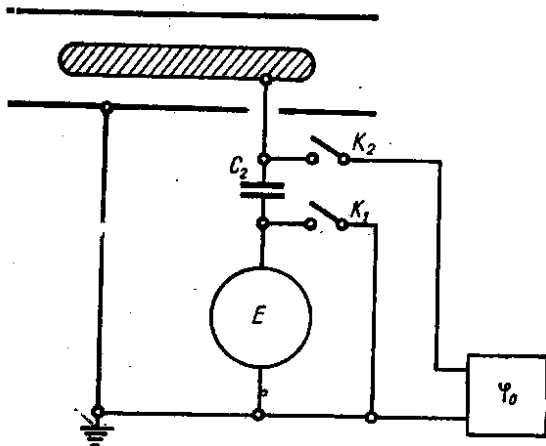


Рис. 2. Схема включения счетчика с конденсатором опорного напряжения.

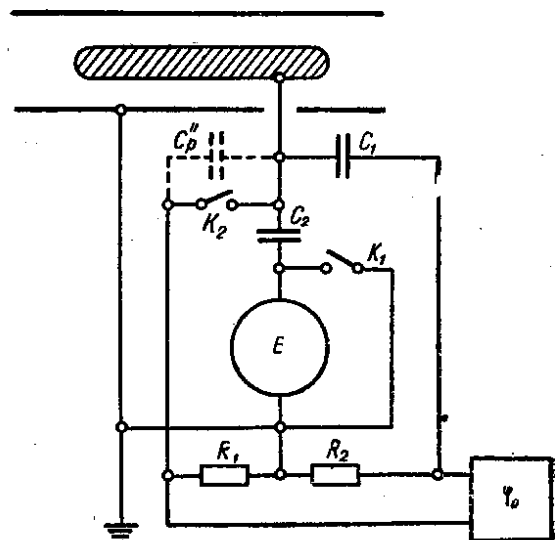


Рис. 3. Комбинированная схема включения счетчика.

Преимущества последнего метода заключаются в том, что емкость опорного конденсатора не шунтирует измерительную систему и напряжение источника питания используется полностью. Недостатком является невозможность длительного непрерывного измерения тока методом падения напряжения на сопротивлении.

При методе ~~заряда внутренней обкладки~~ целесообразно включать конденсатор опорного напряжения между внешней обкладкой измерительного конденсатора и землей. При этом емкость ~~опорного~~ конденсатора должна превышать в несколько десятков раз емкость измерительного конденсатора, в противном случае результаты измерения будут искажены влиянием ионного тока, протекающего через внешнюю обкладку. Конструкция такого счетчика значительно усложнена ввиду относительно большой емкости опорного конденсатора и повышенных требований к изоляторам внешней обкладки.

При методе ~~разряда~~ целесообразно включать опорный конденсатор между внутренней обкладкой измерительного конденсатора и электрометром (рис. 2). Чтобы не потерять чувствительность, следует выбирать

емкость  $C_2$  в несколько раз большей емкости последовательно включенных емкостей измерительного конденсатора и электрометра.

При включении по схеме на рис. 2 паразитная емкость  $C_p$  распадается на емкость  $C_p'$ , которая образуется из емкости электрометра и параллельной к ней емкости монтажа, и емкость  $C_p''$ , которая включена параллельно ключу  $K_2$ . Ввиду существования емкости  $C_p''$  зависимость показания электрометра от случайных колебаний напряжения источника питания не устраняется полностью, а лишь уменьшается в  $\frac{C_p''}{C}$  раз. Устранение емкости  $C_p''$  практически невозможно, так как для обеспечения требуемой изоляции внутренней обкладки следует изготавливать изоляторы двойными, со средним проводящим слоем, включенным к источнику напряжения [3,5], и экранировать их от электрического поля.

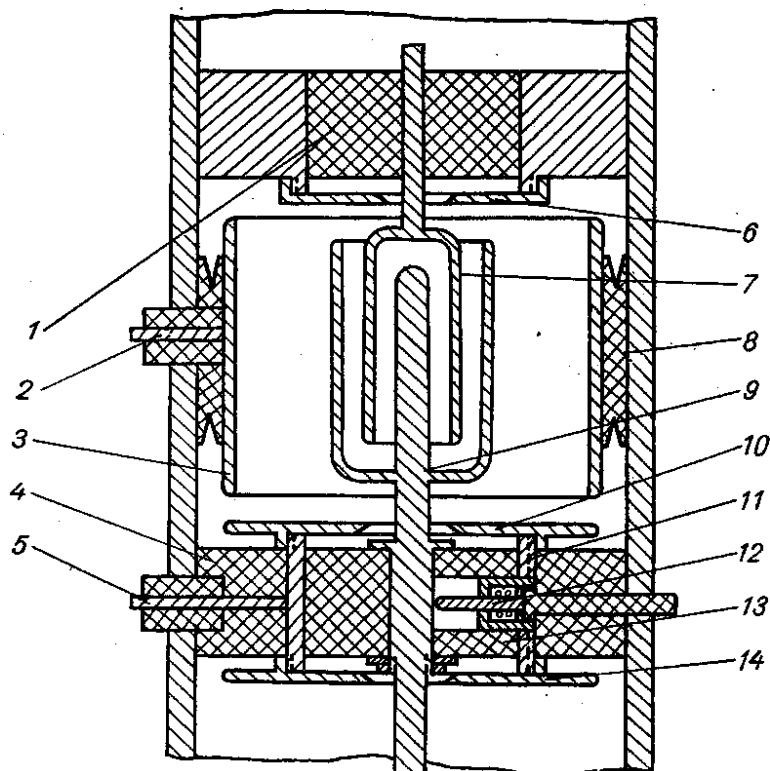


Рис. 4. Устройство узла дополнительных конденсаторов счетчика в комбинированной схеме.

В противном случае неизбежны значительная утечка [5] и возмущения за счет ЭДС «поляризации изоляторов», которая возникнет из-за постепенной перезарядки изоляторов после изменения напряженности электрического поля при переключении напряжения.

Влияние нестабильности источника напряжения устраняется полностью в комбинированной схеме (рис. 3). Условие баланса при этом отличается от условия (1) заменой емкости  $C$  на  $C_p''$ , откуда следует, что емкость компенсационного конденсатора  $C_1$  в комбинированной схеме может быть относительно малой. Чувствительность счетчика в комбинированной схеме, следовательно, лучше, чем в простой мостовой схеме. Условие баланса комбинированной схемы не зависит от емкости измерительного конденсатора, что представляет удобство для счетчиков со сменной внутренней обкладкой.

Пример конструкции узла дополнительных конденсаторов и изолятора внутренней обкладки измерительного конденсатора счетчика в ком-

бинированной схеме приведен на рис. 4. Конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$  имеют одну общую обкладку 9. К нижнему стержню обкладки 9 прикрепляется внутренняя обкладка измерительного конденсатора, который на рисунке не показан. Другой обкладкой конденсатора  $C_1$  служит цилиндр 3, изолированный от корпуса узла кольцом 8. Второй обкладкой конденсатора  $C_2$  служит деталь 7, включенная на вход динамического электрометра. Изолятор 1 экранирован заземленным диском 6. Изолятор внутренней обкладки 13, в который вмонтирован ключ 12, опирается на кольцо 11, изолированное от корпуса узла изолятором 4. Напряжение деталям 3 и 11 сообщается через стержни 2 и 5. Паразитная емкость  $C_p$  образуется между обкладкой 9 и кольцом 11 с экранными дисками 10 и 14. Корпус узла продувается через отверстия, не показанные на рисунке, медленным потоком предварительно очищенного и осушенного воздуха.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Имянитов И. М. Динамические методы измерения малых токов. Труды ГГО, вып. 35, 1952.
2. Комаров Н. Н., Кузьменко М. Д., Середкин А. А. Счетчик атмосферных ионов. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 12, 1961.
3. Рейнет Я. Ю. Новая аппаратура и методика для определения плотности аэро- и гидроионов в атмосфере. Уч. зап. Тартуского гос. ун-та, вып. 59, 1958.
4. Erikson H. A. The change of mobility of the positive ions in air with age. Phys. Rev., 18, 1921.
5. Israel H., Zur Theorie und Methodik der Größenbestimmung von Luftionen. Gerl. Beitr. Geophys., 31, 1931.