

Л. Н. КОРАБЛЕВ

## ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ ГОДОСКОП

(Представлено академиком Д. В. Скобельцыным 21 IX 1949)

Обычно применяемые с пропорциональными счетчиками и ионизационными камерами радиотехнические регистрирующие устройства представляют собой лишь пороговую систему, т. е. регистрируют только импульсы напряжения, амплитуда которых превышает заданную величину — „порог“. Но даже и такие устройства довольно сложны (около 9 электронных ламп на канал), чем существенно ограничивается число каналов в установке. Устройства, регистрирующие амплитуду импульса и дающие возможность тем самым непосредственно получать дифференциальные кривые амплитудных спектров ионизации, еще более усложняются необходимостью применять в каждом канале осциллограф<sup>(1)</sup>.

Используя наши работы по изучению и применению некоторых нестационарных процессов газового разряда<sup>(2)</sup>, оказалось возможным чрезвычайно упростить схему подобного канала. В предлагаемой схеме функции отбора импульсов, амплитуда которых превышает порог, отбора совпадений во времени этих импульсов с управляющим „мастер-импульсом“ и регистрации этих совпадений выполняет всего одна лампочка тлеющего разряда. Это дало возможность в одном канале одновременно применить несколько отбирающих ячеек с различными порогами чувствительности и, таким образом, разделять импульсы по амплитудам на группы. 3—5 получаемых этим путем точек во многих случаях достаточно для определения всего необходимого амплитудного спектра.

Более того, простота и экономичность предлагаемой схемы позволяют легко осуществить годоскопическое включение большего числа пропорциональных счетчиков или ионизационных камер. В отличие от обычного годоскопа, каждый канал такой установки, которую мы назвали пропорциональным годоскопом, позволяет регистрировать не только наличие ионизирующих частиц, но и производимую ими ионизацию. Одновременная регистрация на фото пленке показаний о наличии и величине ионизации в большом числе камер или счетчиков независимо друг от друга дает широкие экспериментальные возможности.

Схема одного канала пропорционального годоскопа показана на рис. 1, а. Импульс напряжения от пропорционального счетчика или ионизационной камеры после усиления подается на несколько отбирающих ячеек. Ячейки работают на трехэлектродных неоновых лампочках, которые зажигаются отобранными ими же импульсами. Вспыхнувшие лампочки фотографируются и затем гасятся с помощью реле схемы управления. Общая для всех каналов схема управления может запускаться суммой или совпадениями импульсов от нужного

числа счетчиков или камер, для чего в соответствующих каналах в соединенные параллельно экранные сетки ламп последнего каскада усилителя включается общее нагрузочное сопротивление. Величина этого сопротивления выбирается настолько малой, чтобы наводки с других каналов были существенно меньше минимального порога чувствительности. Снимаемый с этого сопротивления импульс, после усиления и нужного отбора, подается на запертый тиратрон, который, разряжая искусственную линию, формирует мастер-импульс с амплитудой 100—150 в и длительностью  $2-5 \cdot 10^{-7}$  сек. (рис. 1, б).

Работа ячеек основана на полученных автором импульсных характеристиках темного и тлеющего разряда. На рис. 2 линией 1 показана статическая вольт-амперная характеристика разряда между управляющим анодом и катодом в области токов от  $10^{-8}$  до  $10^{-4}$  а. Точкой  $O$  отмечен начальный ток  $i_0$  темного разряда, который в схеме рис. 1

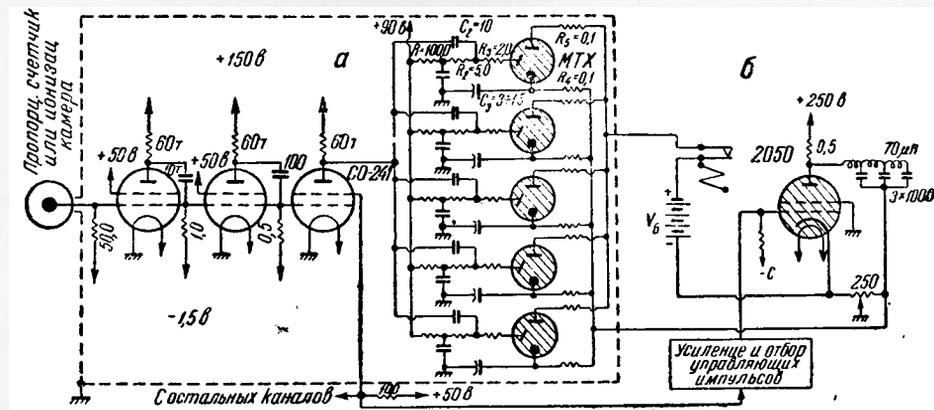


Рис. 1. Схема канала пропорционального годоскопа (а) и формирования мастер-импульса (б)

задается и ограничивается с помощью сопротивления  $R_1$ . Цепь  $R_2 C_1$  обеспечивает отсутствие релаксаций в этом режиме (2). Если между управляющим анодом и катодом приложить импульс напряжения  $\Delta V$ , то ток между этими электродами за время импульса  $t$  возрастет до значения

$$i_t = i_0 e^{kt} \quad (1)$$

и затем, по окончании импульса, вернется к прежнему значению.

При условии, что ток  $i_t$  не заходит в область тлеющего разряда, постоянная времени развития разряда  $\tau$ , как было ранее показано автором (2), зависит от амплитуды импульса следующим образом:

$$\tau = \frac{n}{\Delta V^k}, \quad n, k = \text{const.} \quad (2)$$

Таким образом, амплитуда импульса тока однозначно определяется амплитудой и длительностью подаваемого импульса напряжения.

На рис. 2 линией 2 показана статическая характеристика зажигания, т. е. зависимость напряжения между анодом и катодом, при котором лампа зажигается, от тока катод — управляющий анод (кстати, эта характеристика, по нашим измерениям, совпадает с вольт-амперной анодной характеристикой). Если на анод, кроме постоянного напряжения, подавать кратковременные ( $t < 10^{-6}$  сек.) импульсы напряжения, то, как показали измерения, характеристика

игания перемещается с увеличением импульса влево так, как это показано линией 3 (на оси ординат попережнему откладывается только постоянное напряжение). Кроме того, эта характеристика идет более круто, чем статическая, что обеспечивает большую независимость режима работы от возможных изменений напряжения  $V_6$ .

Следует отметить, что характеристики зажигания определяются также параметрами схемы, в частности, произведением  $RC$  в цепи управляющего анода. Отсюда мы делаем вывод, что эти характеристики не определяют резкого перехода газового разряда в какое-то новое состояние. Наоборот, сам разряд развивается совершенно плавно, однако в реальных цепях всегда достигается такое положение, когда постоянная времени развития разряда  $\tau$ , уже вследствие формирующегося при этом объемного заряда, становится такой малой, что дальнейший рост тока происходит за счет разрядки собственных емкостей цепи. Это и создает впечатление резкого перехода разряда в новое состояние и изломов вольт-амперных характеристик.

Это значит, что достаточно для зажигания дать на газоразрядный прибор импульс только такой длительности и амплитуды, который мог бы увеличить начальный ток разряда до тока, соответствующего этой нестационарной точке, зависящей, как это показывают характеристики зажигания, от напряжений. Дальнейшее развитие зажигания разряда происходит уже независимо от внешних воздействий.

На схеме рис. 1 на аноды всех ячеек подается мастер-импульс, сдвигающий характеристики зажигания влево. Часть напряжения мастер-импульса, снимаемая с низкоомного потенциометра грубой регулировки чувствительности, подается на катод, т. е. в цепь управляющих анодов. Под действием этого импульса начальный ток  $i_0$  увеличивается до некоторого значения, отмеченного на рис. 2 точкой А. В каждой ячейке амплитуда мастер-импульса, подаваемого в управляющую цепь, а значит, и положение точки А, точно регулируется триммером  $C_3$ .

В цепь управляющего анода через конденсатор  $C_2$  подается подлежащий измерению импульс напряжения. Если этот импульс совпадает с мастер-импульсом во времени, то он складывается с его частью, подаваемой в цепь управляющего анода, и вызывает увеличение тока до большего значения. Если это максимальное значение импульса тока лежит правее точки пересечения импульсной характеристики зажигания с прямой  $V_6$ , то лампочка загорится и зарегистрирует импульс. Если же измеряемый импульс напряжения настолько мал, что максимальное значение импульса тока не пересекает импульсной характеристики, лампа не вспыхнет.

При отсутствии совпадения импульсов во времени один измеряемый импульс не сможет вызвать зажигания лампы, так как соответствующая этому случаю характеристика зажигания лежит значительно правее (линия 2 рис. 2), т. е. для зажигания требуется значительно больший импульс тока. Импульс же тока в схеме рис. 1 ограничен сопротивлением  $R_3$  и малой величиной емкости  $C_2$ .

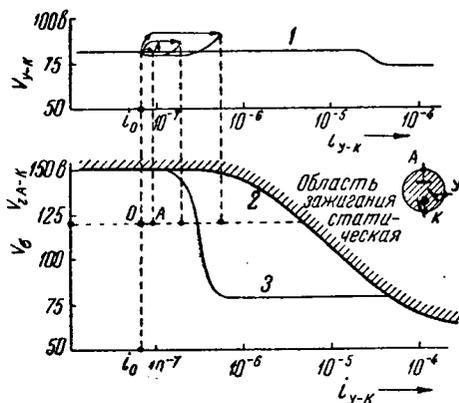


Рис. 2. Статические и импульсные характеристики: вверху — вольт-амперные, внизу — характеристики зажигания

Легко видеть, что, перемещая точку  $A$  почти вплотную к импульсной характеристике зажигания, можно установить очень большую чувствительность ячейки. Отодвигая затем точку  $A$  от характеристики влево, можно установить любое значение порога для амплитуд измеряемых импульсов, совпадающих по времени с мастер-импульсом. С предварительным трехкаскадным усилителем на лампах СО-241, работающими в режиме рис. 1, прилагаемая схема разделяет импульсы, отличающиеся на  $1-2 \cdot 10^{-5}$  в при длительности их  $5 \cdot 10^{-5}$  сек. Такова же ее максимальная чувствительность, причем эта величина в основном ограничивается шумами первого каскада усилителя.

То обстоятельство, что амплитуда импульса тока в цепи управляющего анода зависит не только от амплитуды напряжения импульса, а также и от его длительности (1), позволяет в случае непрямоугольной формы импульса допускать нелинейность амплитудной характеристики усилителя и работать даже в области полного насыщения, так как в этом случае импульсы, выравниваясь по амплитуде, все же имеют разную форму и длительность, растущую с амплитудой. Это позволяет значительно увеличить экономичность схемы и расширить диапазон порогов ячеек в сторону больших значений.

Физический институт им. П. Н. Лебедева  
Академии наук СССР

Поступило  
14 IX 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> С. Никитин, ЖЭТФ, 18, № 7, 577 (1948). <sup>2</sup> Л. Кораблев, ДАН, 26, № 2 (1948).