

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

И. С. СТЕКОЛЬНИКОВ, А. Я. ИНКОВ и А. М. ЧЕРНУШЕНКО

НОВАЯ СИСТЕМА ПИТАНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

(Представлено академиком А. В. Винтером 12 V 1954)

С целью повышения эффективности существующих электронно-лучевых трубок и получения скоростей записи значительно больших, чем при работе в нормальном режиме, был разработан метод импульсного питания с перенапряжением (¹, ²). Метод импульсного перенапряженного питания электронно-лучевых трубок самых различных систем и номинальных напряжений нашел разнообразные применения (², ³).

Идея приложения к электронно-оптической системе импульса напряжения при логическом ее схемном разрешении приводит к значительному выигрышу в габаритах осциллографа, его весе и стоимости при возможности резкого форсирования скорости записи по сравнению с той, которая получается при номинальном напряжении применяемой электронно-лучевой трубки.

Указанные усовершенствования могут быть получены путем применения для питания электронно-оптической системы трубки импульса, генерируемого при помощи методов, известных из импульсной техники (⁴).

В импульсном режиме питания на катод электронно-лучевой трубки должен подаваться кратковременный импульс высокого напряжения отрицательной полярности с формой, приближающейся к прямоугольной.

Известно, что при импульсном воздействии напряжения, длящемся в течение миллионных долей секунды, прочность изоляции оказывается значительно более высокой, чем при воздействии постоянного напряжения. Эта разница при импульсах длительностью порядка 1 мсек. достигает двухкратной величины и выше. Из этих соображений целесообразно при импульсном режиме питания осциллографа, требующем для записи весьма кратковременных явлений напряжение питания порядка 35—40 кв, осуществлять формирование импульсов на достаточно низком напряжении и полученные импульсы трансформировать до требуемого высокого напряжения.

При таком решении задачи длительное воздействие напряжения на рабочую изоляцию (трансформаторов, кенотронов, конденсаторов формирующей линии) протекает при невысокой величине этого напряжения, а высокое напряжение действует только в течение короткого промежутка времени генерации импульса.

На рис. 1 показана новая схема питания электронно-оптической системы осциллографической трубки, примененная для осциллографа, сконструированного в лаборатории высоковольтного газового разряда Энергетического института АН СССР.

Выпрямитель W , собранный по схеме удвоения напряжения, создает на своем выходе положительное напряжение U_0 , которое заряжает цепочную искусственную линию из 4 ячеек с волновым сопротивлением R_b . Параметры этой линии выбираются такими, чтобы получить прямоугольный импульс необходимой длительности. При пробое тригатрона (искрового реле) T происходит разряд цепочки на волновое сопротивление R_b , на котором появляется видео-импульс напряжения амплитудой $U_0/2$. Этот

импульс затем повышается импульсным трансформатором в n раз до напряжения U_k и передается на делитель электронно-лучевой трубки. Обмотка импульсного трансформатора выполнена бифилярно, и через два ее проводника $m - n$ подводится накальное напряжение к катоду K трубки. Это позволяет обойтись для накала катода низковольтным трансформатором T_1 .

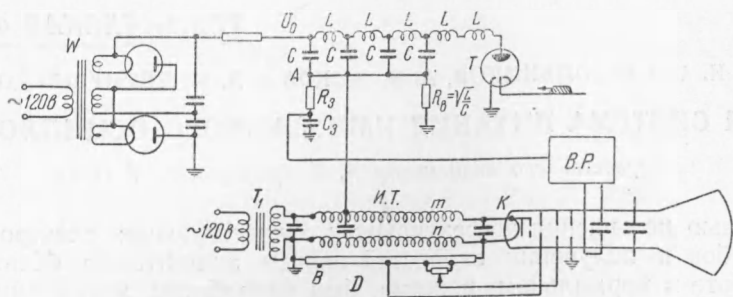


Рис. 1

На рис. 2 приведена осциллограмма импульса, полученного при условиях $U_0/2 = 7$ кв, $n = 5$, $R_b = 50$ ом вместе с градуировочными колебаниями 600 кГц. Получаемая при помощи искусственной линии форма плоской части импульса характеризуется наложенными колебаниями. Полностью избавиться от этих колебаний путем увеличения числа ячеек линии невозможно. Чтобы уменьшить наложенные колебания на плоской части импульса, в последнем звене искусственной линии была применена двойная индуктивность. При этих условиях имеется достаточно плоская часть импульса ($a - b$ на рис. 2) необходимой длительности, которая и использовалась для регистрации.

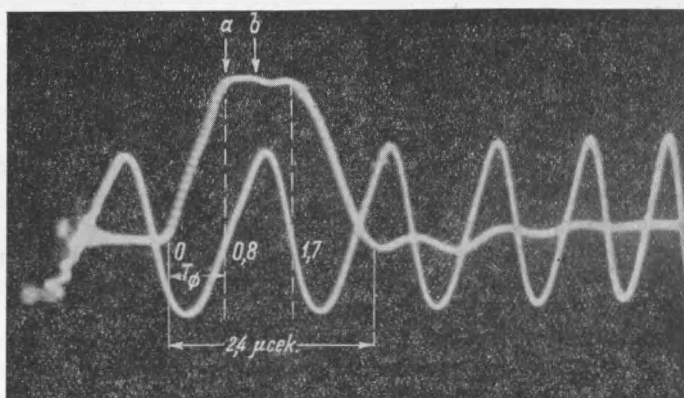


Рис. 2

С высоковольтной стороны импульсного трансформатора подключен делитель D , величина которого подобрана так, чтобы, с одной стороны, не сильно загрузить импульсный трансформатор, что приводило к искажению формы импульса и уменьшению коэффициента трансформации, а с другой, обеспечить достаточно быстрое распределение потенциалов на электронно-оптической системе трубки и не вызвать дефокусировки луча.

Ввиду косоугольного фронта импульса напряжения с длительностью подъема T_{ϕ} включение временной развертки луча производится с соответствующей задержкой, осуществляемой элементом замедления, включаемым в точку A либо в точку B .

Имеются три диапазона скоростей временной развертки. Наиболее быстрая обеспечивает пробег луча по экрану диаметром 13 см за время $7 \div 8 \cdot 10^{-9}$ сек. (со средней скоростью развертки 15 000 км/сек); вторая развертка длится $30 \div 40 \cdot 10^{-9}$ сек. и третья $0,5 \div 0,6$ μ сек.

На рис. 3 приведены осциллограммы колебаний генератора с частотой 150 Мгц и колебаний ≈ 3000 Мгц (от магнетрона), снятые в неизменных условиях.

Применение электронно-лучевой трубки со специальной системой отклоняющих пластин позволило получить максимальную скорость записи при регистрации колебаний 3000 Мгц, равную 340 000 км в секунду (ускоряющее напряжение 40 кв, светосила объектива 1 : 2, чувствительность пленки ДН 5000—6000 Хид).

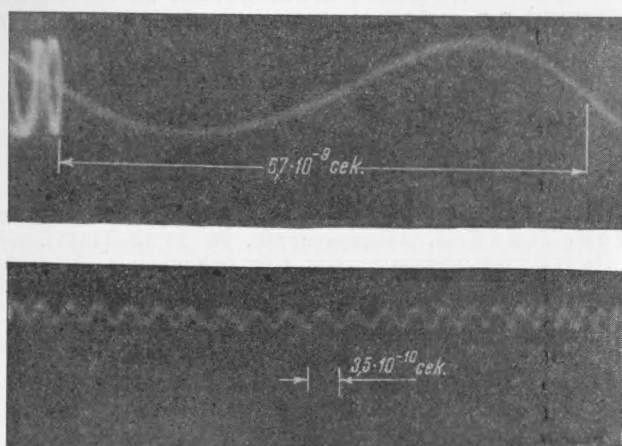


Рис. 3

Кроме преимуществ применявшегося до сего времени импульсного питания ⁽²⁾ — возможности многократно форсировать скорость записи трубки, более простой схемы, когда модулятор закорочен с катодом, отчего отпадает блок управления модулятором, находящимся под высоким потенциалом и т. п., — новая система позволяет получить большой выигрыш в габаритах, в весе и стоимости за счет применения импульсного трансформатора.

Импульсный трансформатор позволяет не только формировать импульсы при достаточно низком напряжении, но и избавиться от высоковольтного накального трансформатора, что принципиально невозможно в других системах осциллографов с горячим катодом. Кроме того, в этой схеме отсутствует конденсатор, заряженный до полного напряжения питания катода трубки, представляющий к тому же повышенную опасность для обслуживающего персонала.

В осциллографе новой системы с импульсным перенапряженным питанием* применена серийная 30-киловольтная электронно-лучевая трубка, на катод которой подаются импульсы в амплитудой U_k до 40 кв. Необычно малые габариты осциллографа ($578 \times 327 \times 450$ мм) и его небольшой вес (около 50 кг) дают возможность судить о преимуществах этой системы питания.

Описанная конструкция осциллографа является первым образцом и

* Встречающееся в последнее время в литературе название «импульсный осциллограф» часто употребляется для указания лишь того, что осциллограф регистрирует импульсы напряжений. Отметим, что термин «импульсная осциллография» введен ^(1, 2) для нового метода кратковременного питания электроннолучевой системы трубок.

была выполнена для весьма жестких технических условий: напряжение на трубке 40 кв и длина импульса порядка 2 μ сек. Трансформация таких импульсов, характеризующихся крутым фронтом и срезом, встречает большие трудности. С другой стороны, выводы, полученные применительно к кратковременным импульсам, сохраняют свое значение и в отношении импульсов большей длительности. Так как при регистрации более длительных импульсов необходимые скорости записи снижаются, напряжение U_k может быть значительно уменьшено, и электронно-лучевая трубка будет работать в отношении катодного напряжения либо в нормальном либо в пониженном режиме.

Следовательно, не представляет технических трудностей сконструировать осциллограф с импульсным питанием в 10 ÷ 15 кв и длиной импульса порядка ÷ 150 μ сек. (что достаточно почти для всех вопросов высоковольтной техники) с размерами еще меньшими, чем сконструированный образец.

Энергетический институт
им. Г. М. Кржижановского
Академии наук СССР

Поступило
26 IV 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. С. Стекольников, Электричество, № 11/12 (1944). ² И. С. Стекольников, Импульсная осциллография и ее применение, Изд. АН СССР, 1949.
³ С. М. Кацнельсон, Электричество, № 12 (1953). ⁴ Я. С. Ицхоки, Импульсная техника, 1949.