

С 344.39  
К-682

9/XII - 69

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

11 - 4768



В.М. Королев

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

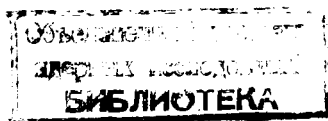
ДЕСЯТИЧНАЯ КОЛЬЦЕВАЯ ПЕРЕСЧЕТНАЯ СХЕМА  
НА  $p-n-p-n$  ДИОДАХ С ЦИФРОВОЙ ИНДИКАЦИЕЙ

1969

11 - 4768

В.М. Королев

ДЕСЯТИЧНАЯ КОЛЬЦЕВАЯ ПЕРЕСЧЕТНАЯ СХЕМА  
НА р-п-р-п ДИОДАХ С ЦИФРОВОЙ ИНДИКАЦИЕЙ



8112/2 нр.

Индикация на цифровых газоразрядных лампах типа ИН-1 и ИН-2 широко используется в экспериментальных установках с оптическим съёмом информации. Особенность управления цифровыми лампами состоит в обеспечении перепада управляющего напряжения не менее 60 в, что приводит к необходимости использования в пересчётных схемах на транзисторах различного рода схем управления<sup>/1/</sup>.

В последние годы, с развитием техники производства новых полупроводниковых приборов р-п-р-п типа, были разработаны различные варианты кольцевых пересчётных схем на р-п-р-п диодах-динисторах<sup>/2,3,4/</sup>. Привлекательной особенностью динисторов в ключевом режиме является автономность регенеративных процессов в них во время переключения, обусловленная р-п-р-п структурой. Высокие допустимые напряжения динисторов позволяют осуществить непосредственное управление цифровой лампой. Отсутствие базового тока и явление самоблокировки обуславливают более высокую надежность триггера на динисторе по сравнению с транзисторным, однако разработка кольцевых пересчётных схем на динисторах связана с определенными трудностями. При расчёте схемы необходимо учитывать довольно большой ( $\approx 2$  раза) разброс напряжения переключения динисторов и, кроме того, зависимость этого напряжения в импульсном (динамическом) режиме от крутизны переключающего импульса (эффект  $dU/dt$ )<sup>/3/</sup>.

Для расчёта триггерного режима работы динистора используют следующие основные соотношения, обеспечивающие два устойчивых состояния (см. рис. 1):

- 1)  $U_0 < k U_{\text{пер.}}$  - динистор выключен (закрыт)
- 2)  $R_H < U_0 / I_{\text{выкл.}}$  - динистор включен (открыт).

Здесь  $U_0$  - напряжение питания (смещения) динистора;  $U_{\text{пер.}}$  - напряжение переключения;  $I_{\text{выкл.}}$  - ток выключения;  $R_H$  - сопротивление нагрузки;  $k$  - коэффициент  $< 1$ .

Выбор коэффициента  $k$  ограничен с двух сторон:

- уменьшение  $k$  приводит к уменьшению перепада выходного напряжения и увеличению амплитуды переключающего импульса;
- увеличение  $k$  приводит к ложному включению внеочередного динистора из-за указанных выше причин.

В значительной степени требования к отбору динисторов снижаются в том случае, когда в качестве согласующих элементов в цепях связи пересчётной схемы используются импульсные трансформаторы [4]. Однако этот способ не снимает ограничений на параметры входного запускающего импульса и, кроме того, конструкция такой схемы существенно усложняется.

Основной особенностью разработанной автором схемы является использование нелинейной нагрузки, включенной последовательно с динистором. В этом случае устойчивое состояние выключенного динистора дополнительно к условию (1) обеспечивается соотношением

$$R'_H > U_0 / I_{\text{выкл.}} \quad (3)$$

Выполнение условия (3) исключает ложное включение внеочередного динистора независимо от крутизны переключающего импульса даже в том случае, когда  $k=1$ .

На рис. 1 приведена схема включения динистора и положение линии нагрузки на его вольт-амперной характеристике (динистор включен - сплошная линия, динистор выключен - пунктир). В первом случае диод  $D$  заперт напряже-

нием смещения  $E_{\text{см.}}$  и сопротивление нагрузки  $R'_H \approx R_1 + R_2$ . Во втором случае диод открыт и  $R'_H \approx R_1$ . Очевидно, необходимо, чтобы выполнялось неравенство  $I_{\text{ут.}} R_2 < E_{\text{см.}} < I_p R_2$ , где  $I_{\text{ут.}}$  - ток утечки динистора в выключенном состоянии,  $I_p$  - рабочий ток динистора во включенном состоянии. Так как  $I_p \gg I_{\text{ут.}}$  (на 2-3 порядка), то условие выбора  $E_{\text{см.}}$  легко выполняется.

Использование нелинейной нагрузки позволило повысить коэффициент ( $k$ ) использования динистора по напряжению до 0,8-0,9 и снизить требование к отбору динисторов по параметру  $U_{\text{пер.}}$  до уровня  $U_{\text{пер. max}} / U_{\text{пер. min}} \approx 1,5$ .

Работа пересчётной схемы на динисторах (см. рис. 2) аналогична работе регистра со сдвигом единицы. Формирование переключающего (сдвигающего) импульса осуществляется транзистором  $T_1$ , в коллекторе которого включена формирующая цепочка  $R_0 C_0$  и стабилитрон  $D_0$ . Входной импульс насыщает транзистор  $T_1$ , и включенный динистор переходит в состояние "выключено". С окончанием входного импульса напряжение динисторов  $U_0$  восстанавливается ( $\tau_{\text{восст.}} \approx R_0 C_0$ ), при этом за счёт заряда запоминающей емкости (коммутирующей емкости связи) происходит включение "очередного" динистора, так как приложенное к нему напряжение  $2U_0 > U_{\text{пер.}}$ . Величина  $U_0$  и, следовательно, перепад выходного напряжения фиксируется стабилитроном  $D_0$ . С помощью транзистора  $T_2$  осуществляется формирование выходного импульса для запуска следующей декады.

На основе предложенной кольцевой пересчётной схемы была разработана 5-разрядная пересчётная система с индикацией на цифровых лампах типа ИН-1. Использовались динисторы типа Д227Е с разбросом  $U_{\text{пер.}}$  в декаде  $\pm 15\%$ . Максимальная скорость счёта составляла  $\approx 20$  кгц. Запуск схемы осуществлялся импульсом тока отрицательной полярности с амплитудой  $I_{\text{вх}} = 3$  ма и длительностью  $\tau_u = 10$  мксек.

В заключение автор выражает благодарность Б.М.Головину за внимание и интерес к работе и С.М.Медведю за полезные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. Э.Г.Гаранч, Э.В.Зиновьев, А.А.Чипа. "Схемы управления цифровыми газоразрядными лампами на полупроводниковых приборах". Автоматика и вычислительная техника, 15. Изд-во "Зинатне", Рига, 1966.
2. Вопросы физики и применения тиристоров. Сб. работ, вып. 16, МЛТИ, Москва, 1967.
3. Н.М.Тищенко, В.Г.Малышкин. Динисторы и тиристоры и их применение в автоматике. Изд-во "Энергия", вып. 163, 1966.
4. А.М.Коротков, В.Д.Мочалов. Счётчики импульсов на динисторах. Изд-во "Энергия", вып. 211, 1966.

Рукопись поступила в издательский отдел  
10 ноября 1969 года.

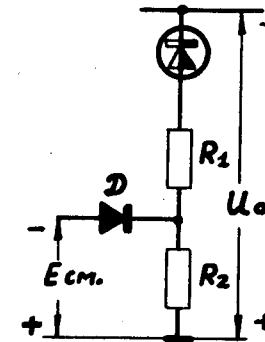
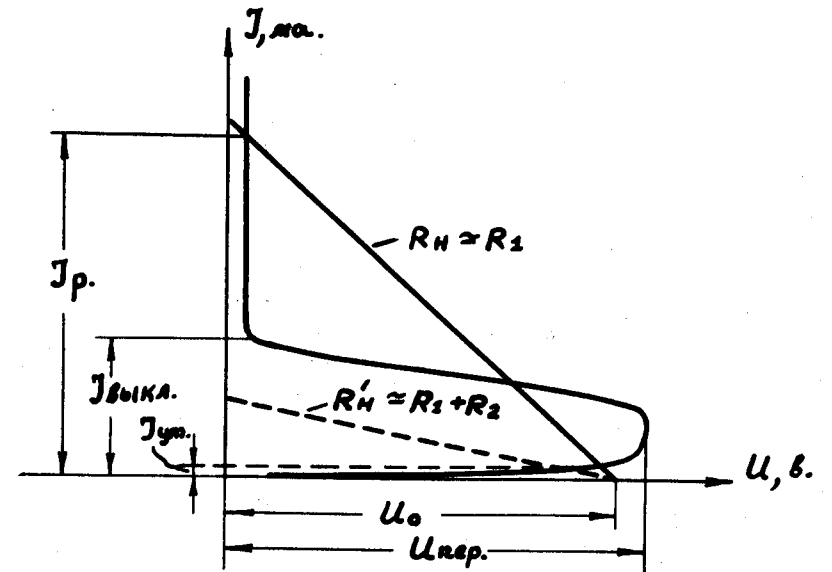


Рис. 1. Вольтамперная характеристика динистора и схема включения нагрузки.

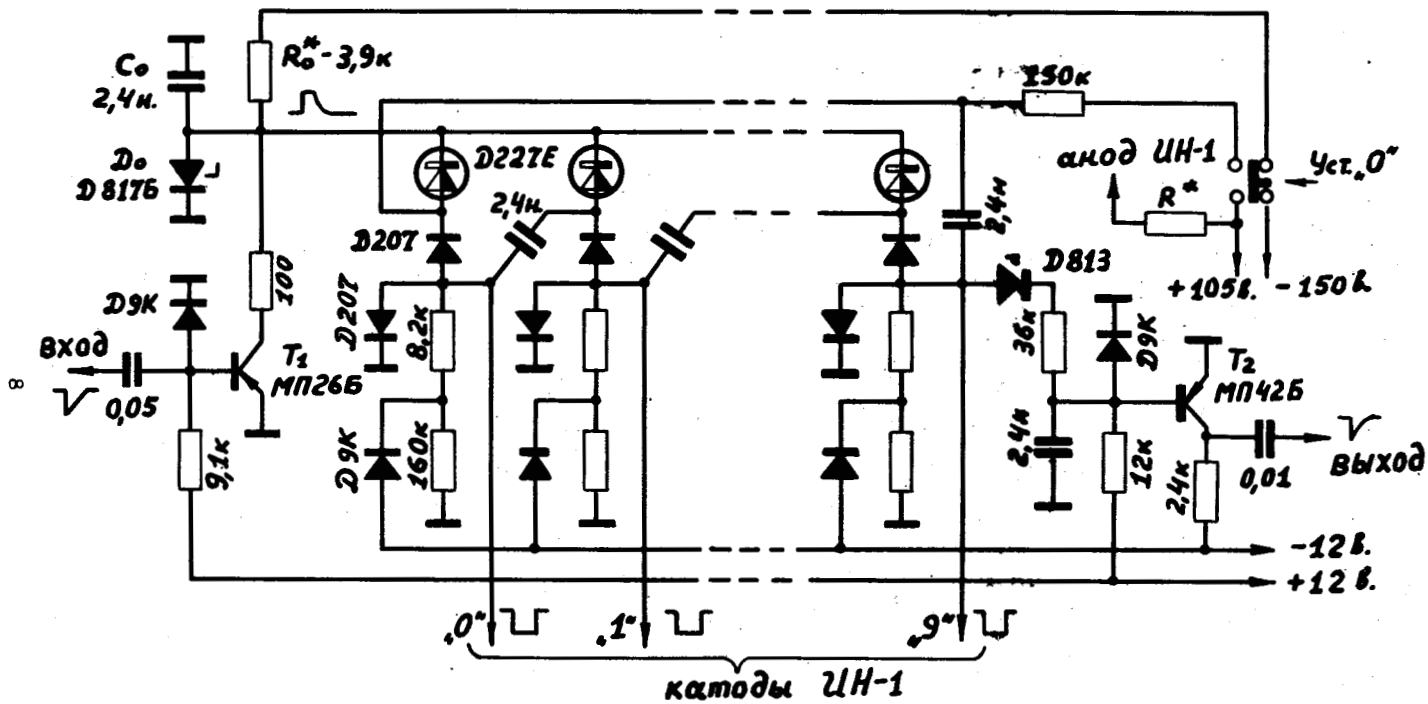


Рис. 2. Принципиальная схема пересчётной декады.