

НОВАЯ СХЕМА КОНТРОЛЯ МАКСИМАЛЬНОЙ  
ЭНЕРГИИ X-ЛУЧЕЙ

А. К. БЕРЗИН, Р. П. МЕЩЕРЯКОВ, Р. Г. НЕМКОВ

(Представлено научным семинаром физико-технического факультета)

Для некоторых исследований с бетатронами, изготовленными Томским политехническим институтом, была разработана схема сброса, позволяющая осуществить с большой точностью контроль над максимальной энергией X-лучей. Опубликованные ранее схемы не дают возможности изменять момент сброса в широких пределах с ошибкой меньшей, чем  $\pm 10$  Кэв [1, 2]. В ряде экспериментальных работ стабильность энергии X-лучей поддерживалась постоянной с точностью лучшей, чем  $\pm 5$  Кэв, в течение сравнительно короткого промежутка времени [3, 4], однако параметры применяемых схем не опубликованы.

Используя результаты исследования работы дискриминатора с милливольтным уровнем [5], нам удалось избавиться от основного источника погрешности схемы [1], испытанной в отличие от [2] рядом авторов,—усилителя постоянного тока, добившись этим точности сравнивающего устройства порядка  $\pm 2$  Кэв, уменьшив одновременно время задержки цепи.

Схема сравнивающего устройства приведена на рис. 1, где  $V_2$  —  $V_3$  собственно сравнивающее устройство, а  $V_1$  и  $V_{11}$  —  $V_{12}$  являются цепями согласования входа и выхода.

Величины сопротивлений указаны в табл. 1.

Первым каскадом ее является катодный повторитель  $V_1$ , служащий буфером между цепью интегратора и входом дискриминатора. В качестве диода, пропускающего ток в момент, когда напряжение на аноде лампы достигло фиксированной величины, используется двойной триод 6Н15П, включенный по схеме компенсации для предотвращения изменения характеристики, у которого сетка соединена с анодом. Применение триода вместо диода, пониженное стабилизированное питание накала обеспечивают стабильное срабатывание диода и крутую отсечку. Тщательная экранировка диода и подводящих проводов предохраняет вход милливольтного дискриминатора от наводок переменного тока частотой 50 герц. Порог срабатывания третьего каскада схемы—дискриминатора с милливольтным уровнем  $V_3$  —  $V_6$  — около 60 мв. Каскад собран на лампах 6ЖП; в качестве диода, работающего в области отрицательного потенциала, взята лампа 6Х2П. Импульс на выходе дискриминатора имеет амплитуду в 40 в и скорость нарастания переднего фронта в 10 в за микросекунду. Переходная RC цепь, дифференцируя сигнал от милливольтного дискриминатора, доводит скорость нарастания переднего фронта (первых 6 в) до 0,3 мксек. Четвертым каскадом схемы является триггер  $V_7$  —  $V_{10}$  с порогом срабатывания в  $6 \pm 0,5$  в. Индуктивность в анодной цепи спаренных ламп 6П9 состоит из трех последовательно включенных катушек в каркасе из карбонильного железа общей индук-

гивностью в 2,1 миллигенри. Полусинусоидальная волна на выходе триггера имеет скорость нарастания около 290 в за 0,3 мксек. Выходной каскад  $V_{11}—V_{12}$  работает на малый входной импеданс (сетка—катод) водородного тиратрона ТГИ-1400/16

Таблица 1

Сопротивления	$R_{24}$ 350 ком	$V_4$ 6Х2П
$R_1$ — —	$R_{25}$ 660 ом	$V_5$ 6Ж1П-
$R_2$ 51 ком	$R_{26}$ — —	$V_6$ 6Ж1П
$R_3$ 4 ком	$R_{27}$ — —	$V_7$ 6Ж4
$R_4$ 1 ком	Емкости	$V_8$ 6П9
$R_5$ 10 ком	$C_1$ — —	$V_9$ 6П9
$R_6$ 440 ком	$C_2$ 0,03 $\mu$ F	$V_{10}$ 6Х4
$R_7$ 750 ком	$C_3$ 0,03 $\mu$ F	$V_{11}$ $1/2$ ГУ-29
$R_8$ 750 ком	$C_4$ 300,0 $\mu$ F	$V_{12}$ $1/2$ ГУ-29
$R_9$ 100 ом	$C_5$ 0,2 $\mu$ F	$V_{13}$ ДГЦ-8
$R_{10}$ 100 ом	$C_6$ 2,0 $\mu$ F	$V_{14}$ ДГЦ-8
$R_{11}$ 22 ком	$C_7$ 40 $\rho\tau$	Напряжение питания
$R_{12}$ 300 ком	$C_8$ 6000 $\rho$ F	$E_1$ — —
$R_{13}$ 35 ком	$C_9$ — —	$E_2$ 420 в*
$R_{14}$ 5,0 мегом	$C_{10}$ 0,5 $\mu$ F	$E_3$ 190 в*
$R_{15}$ 75 ком	$C_{11}$ 30,0 $\mu$ F	$E_4$ 600 в*
$R_{16}$ 47 ком	$C_{12}$ 1000 $\rho$ F	$E_5$ 150 в*
$R_{17}$ 10 ком	$C_{13}$ 2,0 $\mu$ F	$E_6$ 127 в*
$R_{18}$ 2 ком	Индуктивности	[хх] 6,3 в*
$R_{19}$ 500 ом	L 2,1 мгенри	
$R_{20}$ 500 ом	Радиолампы	
$R_{21}$ 5 ком	$V_1$ 6Н8	
$R_{22}$ 80 ом	$V_2$ 6Н15П	
$R_{23}$ 50 ом	$V_2$ ДГЦ-8	

\*Постоянный ток; стабилизировано.

Ошибка в первом каскаде схемы—катодном повторителе возникает главным образом за счет изменения характеристик лампы, обусловленных изменением накала и старением лампы. Применение пониженного стабилизированного питания накала исключает быстрые изменения этих характеристик и резко снижает ошибку, делая ее трудно определяемой. Эффект старения лампы может быть исключен регулярной перекалибровкой схемы. Те же ошибки, уменьшенные благодаря компенсации, присущи и фиксирующему диоду. Мы приняли нестабильность срабатывания из-за этих двух эффектов и наводок переменного напряжения на вход схемы, равной  $\pm 7$  мв, что соответствует разбросу в  $\pm 1$  Кэв, при подаче на сетку эффективного переменного напряжения величиной в 107 вольт.

Погрешность дискриминатора с милливольтным уровнем не превышает  $\pm 0,5$  Кэв. Разброс срабатывания триггера и водородного тиратрона ТГИ-1400/16 составляет в сумме  $\pm 0,65$  мксек, что соответствует при 1 Мэв ошибке в  $\pm 0,25$  Кэв, убывающей с увеличением энергии. Суммарная ошибка схемы не превышает  $\pm 1,75$  Кэв.

В заключение заметим, что область приложения данного сравнивающего устройства  $V_2—V_{10}$  с высокой стабильностью и относительно большой скоростью нарастания переднего фронта выходного импульса не ограничена только схемой сброса бетатрона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. L. Katz, A. G. Mc Namara, P. A. Forsyth, R. N. H. Haslam and H. E. Johns. *Canadian Journal of Research*, 28, 113 (1950).
2. K. Phillips. *Brit. Journ. of Appl. Phys.* 7, 129 (1950).
3. Katz, Haslam, Horsley, Cameron and Montalbetty, *Phys. Rev.* 95, 464 (1954). J. Goldemberg and Z. Katz. *Phys. Rev.* 95, 471 (1954).
4. B. M. Spicer, A. S. Penfold, *Rev. of Sci. Instr.* 26, 952 (1955).
5. K. Kandiah, *The Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*, V. 101, part II, p 239 (1954).

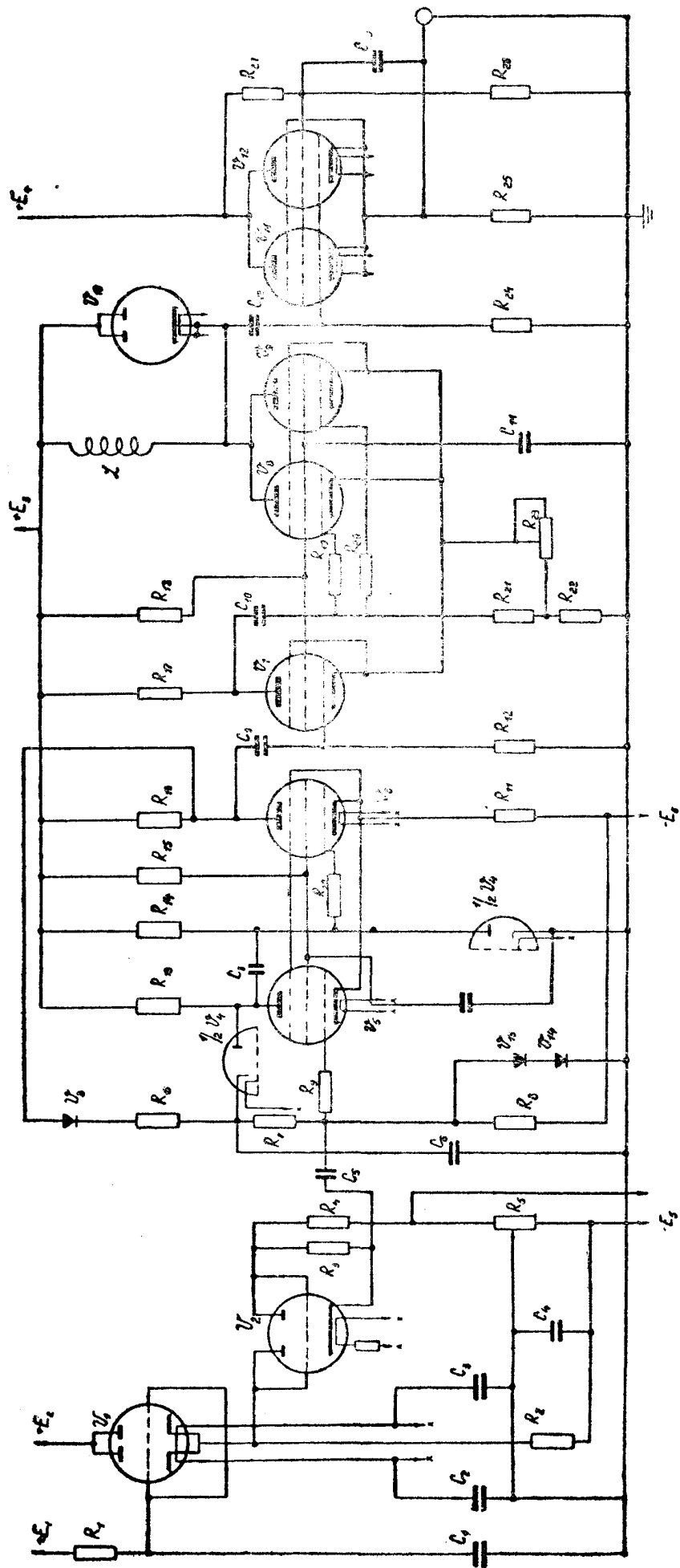


Рис. 1