

КАТОДНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ

Интенсивное внедрение электроники в экспериментальную и прикладную физику, вычислительную технику, измерительную контрольную, автоматическую и телемеханическую аппаратуру привело к необходимости создания автоматических быстродействующих преобразователей параметров этих устройств по заданным математическим законам. Быстрое и надежное преобразование параметров может быть с успехом осуществлено ^{1, 2, 3} при помощи катодных коммутаторов, имеющих фигурные ламели, являющиеся геометрическим изображением заданных функциональных зависимостей.

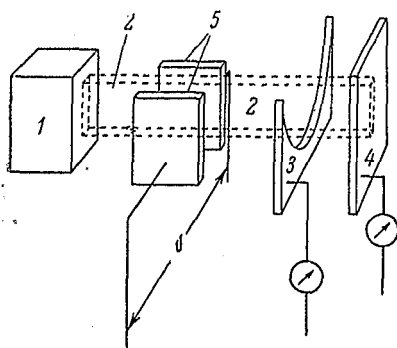


Рис. 1.

Применение электронно-лучевых коммутаторов для этой цели позволило осуществить устройства для преобразования параметров по любой заданной функциональной зависимости значительно проще и надежнее, чем при помощи других электронных устройств.

Катодный преобразователь с плоским пучком ⁴ состоит (рис. 1) из электронной пушки 1, дающей плоский пучок электронов 2, электрода

(ламели) фигурной формы 3, экрана 4, расположенного за ламелью, и отклоняющих пластин 5, служащих для качания пучка электронов в направлении, перпендикулярном его плоскости. Форма ламели показана отдельно на рис. 2. Один край её a обрезан по форме кривой, соответствующей заданной функциональной зависимости $y = f(x)$, а три других края b , c и d по прямой, причём два из них образуют оси X и Y . Полагая плотность тока j постоянной по сечению электронного пучка, можно принять (при достаточно малой ширине пучка), что ток I_λ на ламель будет равен

$$I_\lambda = hyj = \frac{f(x) I_\pi}{y_1}, \quad (1)$$

где I_π — полный ток пучка, а y_1 — протяжённость поперечного сечения пучка

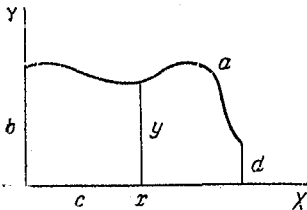


Рис. 2.

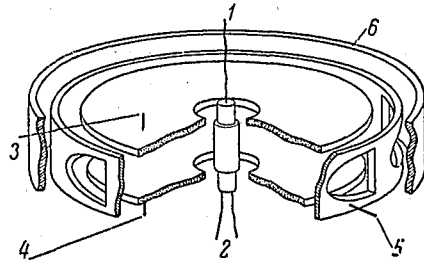


Рис. 3.

в плоскости ламели в направлении оси Y . Ток I_k на экран или коллектор соответственно равен

$$I_k = \left(1 - \frac{f(x)}{y_1}\right) I_\pi. \quad (2)$$

Отклонение пучка электронов в направлении оси X прямо пропорционально напряжению U , приложенному к отклоняющим пластинам

$$X = \beta U, \quad (3)$$

где β — постоянная, определяемая параметрами коммутатора. Поэтому выражение (3) может быть представлено в форме

$$I_\lambda = \frac{I_\pi}{y_1} f(\beta U). \quad (4)$$

Отсюда следует, что ток на ламель коммутатора, а стало быть и напряжение, снимаемое с включённого на неё сопротивления, могут быть любыми заранее заданными функциями тока или напряжения.

В настоящее время чаще всего пользуются описанным методом для получения заданных функциональных зависимостей от времени, т. е. для получения в различных устройствах импульсов заданной формы. Для этого достаточно, чтобы U являлась надлежащей, например линейной, функцией времени.

Солтес¹ описал один из приборов этого типа, разработанный им для получения сигналов квадратичной формы при помощи маски с параболическим вырезом (рис. 3).

Подогревный катод 1 располагается вдоль оси цилиндра. Внутри него находится подогреватель 2. Плоскости отклоняющих электродов 3

и 4 перпендикулярны оси цилиндра. Маска 5 и коллектор 6 коаксиальны катоду 1.

На рис. 4 показаны две возможные формы маски с однократным и многократным параболическими контурами. Маска с многократным контуром оказалась значительно целесообразнее, так как при такой её форме неоднородности в эмиттирующей способности отдельных участков активной поверхности катода меньше искажают форму заданной функциональной зависимости.

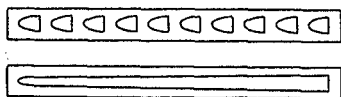


Рис. 4.

Действие этого преобразователя в основном сводится к следующему: плоский пучок фокусируется на цилиндрической поверхности маски, коаксиальной катоду. С изменением напряжения на электродах 3 и 4 отклоняющей системы пучок электронов качается вдоль маски в направлении оси цилиндра, меняя электронный ток на коллектор прибора. По утверждению Солтеса¹, заданная формой маски функциональная зависимость анодного тока от приложенного напряжения выдерживалась с точностью до 2%.

Параболическая зависимость электронного тока на коллектор от напряжения, приложенного к электродам отклоняющей системы, получается и при движении пучка электронов прямоугольного поперечного сечения по трёхугольной маске (в случае равномерного распределения электронов по поперечному сечению пучка).

Для получения ступенчатой зависимости анодного тока от напряжения может быть использована маска, показанная на рис. 5.

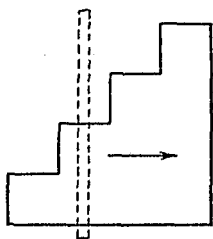


Рис. 5.

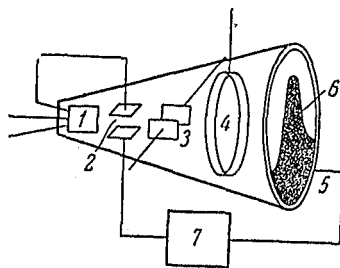


Рис. 6.

Мюнстер² описал катодный коммутатор для преобразователя параметров с круглым пучком электронов, в котором пучок перемещается по контуру, соответствующему заданной функциональной зависимости.

Принципиальная схема коммутатора показана на рис. 6. Он состоит из электронной пушки 1, двух пар (2 и 3) электродов систем электростатического отклонения пучка электронов, мишени 4 и коллектора 5.

Мишень изготовлена из материала с коэффициентом вторичноэлектронной эмиссии, большим единицы. На её поверхность нанесена фигурная маска, представляющая собой слой угольного порошка, коэффициент вторичноэлектронной эмиссии которого меньше единицы. Благодаря этому пучок электронов, попадающий на маску, даёт прямой ток в цепи ламели, а пучок, попадающий на мишень, не закрытую маской, даёт ток обратного направления. Лишь пучок электронов, попадающий на край маски, может дать ток в цепи ламели, равный нулю. Обратная связь в цепи ламели на электроды 2 вертикального отклонения пучка электронов даёт изменение напряжения, заставляющее пучок электронов отклоняться в вертикальном

направлении (к границе маски) до того момента, пока ток пучка на ламель не окажется равным нулю.

Пучок электронов, отклоняемый в горизонтальном направлении, перемещается вследствие этого по контуру маски, а величина напряжения, приложенного к вертикально отклоняющим электродам 3, меняется по заданному форме маски закону.

Преобразуемое напряжение подается на электроды 2 горизонтального отклонения пучка. Преобразованное напряжение снимается с электродов 3 вертикального отклонения.

Существенный практический интерес представляют новые системы катодных преобразователей параметров, действие которых основано на изменении коэффициента вторичноэлектронной эмиссии с изменением угла падения пучка первичных электронов. Принципиальная схема коммутатора этого типа показана на рис. 7. Действие его сводится к следующему. Отклонение пучка электронов 1, создаваемого электронной пушкой 2, в вертикальном направлении приводит к изменению угла падения электронов на поверхность мишени 3, вследствие чего меняется вторичноэлектронный ток на коллектор 4. Характер рельефа мишени определяет, таким образом, математический закон преобразования напряжения, подаваемого на пластины горизонтального отклонения коммутатора.

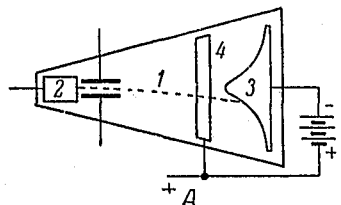


Рис. 7.

Л. Г.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Soltes, Electronics 22, № 8, 122 (1950).
2. A. Münster, Radio Television News 44, № 4, 8 — A (1950).
3. Smith, Proceedings of JRE 40, № 6, 666 (1952).
4. Л. Гончарский, А. С. 81495 от 4/III 1949, опубли. Бюлл. изобр. № 6 за 1950 г.