

ЗАЩИТА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ВЫПРЯМИТЕЛЯМИ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ОТ ПЕРЕГРУЗКИ

М. С. РОЙТМАН

(Представлено научным семинаром радиотехнического факультета)

При использовании электроизмерительных приборов весьма часто возникает необходимость в их защите от возможных перегрузок. Например, применение высокочувствительного прибора в качестве указателя равновесия моста требует принятия мер по его защите при больших напряжениях разбаланса.

Поэтому целесообразно ограничить величину тока через измерительный прибор применением нелинейного шунта [1] или нелинейного добавочного сопротивления.

В качестве нелинейных элементов применяются полупроводниковые выпрямители (чаще всего меднозакисные).

Вольтамперная характеристика меднозакисных выпрямителей и ее линейно-кусочная аппроксимация приведены на рис. 1.

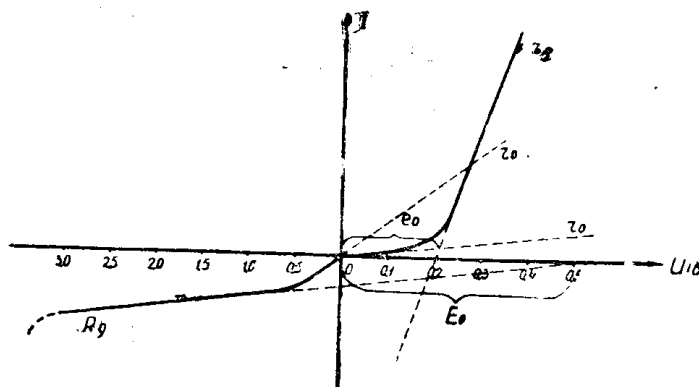


Рис. 1.

Включение выпрямителей параллельно прибору позволяет осуществить автоматически действующие ограничители тока (рис. 2). Очевидно, что при малых падениях напряжения на подобном нелинейном шунте (эквивалентная схема рис. 3) его сопротивление велико ($r_0/2$) и шунтирующий эффект мал. Отношение напряжения на приборе к напряжению источника (коэффициент передачи) равно:

$$k = \frac{I_2 R_2}{E} = \frac{r_0 R_2}{r_0 (R_6 + R_0 + R_2) + 2R_6 (R_0 + R_2)} \quad (1)$$

При возрастании напряжения выше 200 мв ($e_0 \approx 200$ мв) сопротивление нелинейного элемента резко падает и большая часть тока ответвляется в шунт, минуя прибор.

Эквивалентная схема нелинейного шунта для больших входных напряжений приведена на рис. 4.

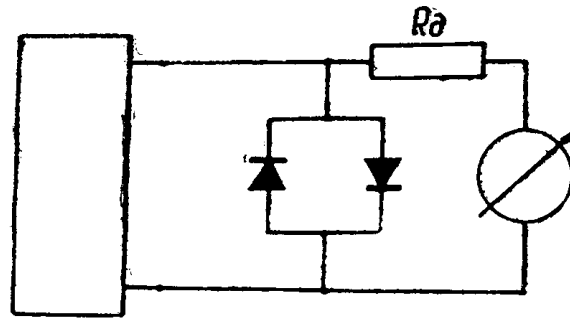


Рис. 2.

Максимальный ток определяется выражением

$$I_{2\max} = \frac{E_{\max} r_g + e_0 R_b}{r_g (R_b + R_d + R_2) + R_b (R_d + R_2)} \quad (2)$$

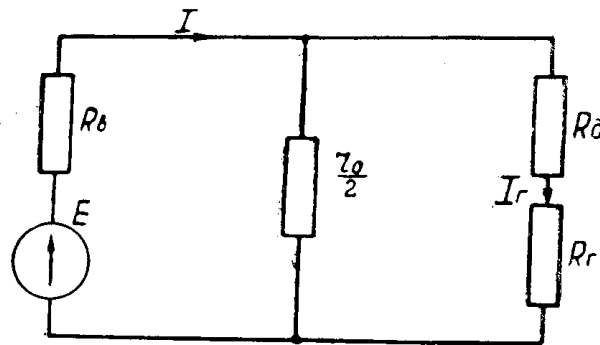


Рис. 3.

Как следует из (2), величина тока через прибор возрастает с увеличением напряжения.

Более целесообразно применение в целях ограничения тока неуравновешенного моста на нелинейных элементах (рис. 5). Эквива-

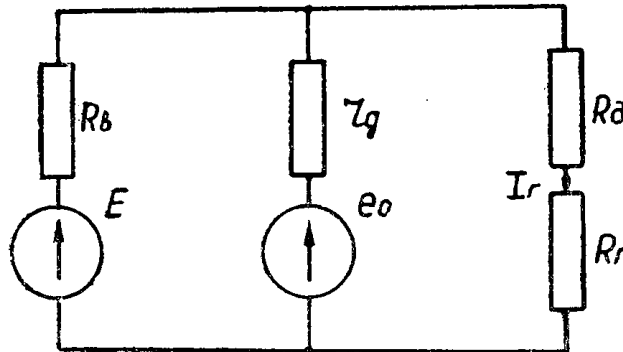


Рис. 4.

лентные схемы для малых (а) и для больших (б) входных напряжений изображены на рис. 6.

Коэффициент передачи при этом определяется формулой

$$K = \frac{U_{cdxx} R_2}{E (R_{cd} + R_2)} = \frac{r_o R_2}{4R_8 R_2 + r_o (R_2 + R_8 + 2r_g) + 2r_g (R_2 + R_8)} \approx \frac{r_o R_2}{4R_8 R_2 + r_o (R_2 + R_8 + r_g)}, \quad (3)$$

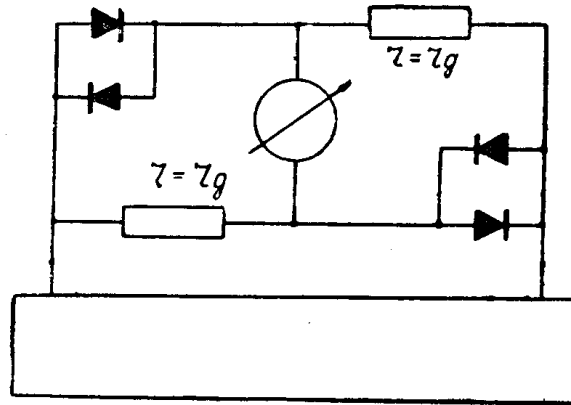


Рис. 5.

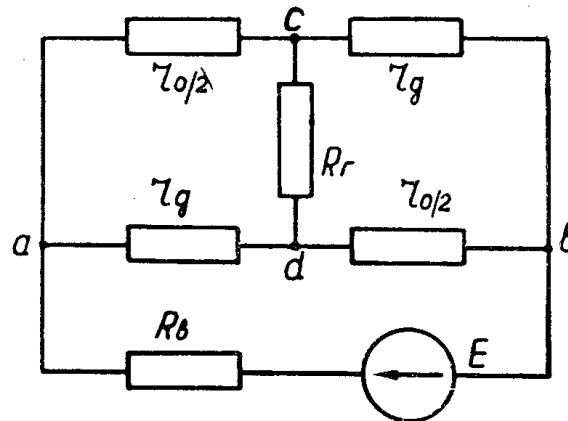


Рис. 6а.

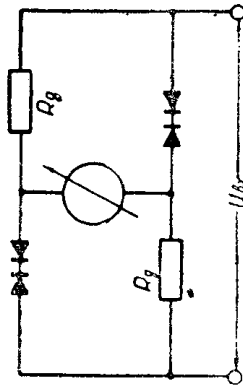
а максимальный ток перегрузки формулой (4)

$$I_{2\max} = I_1 + I_2 - I_3 = \frac{e_0}{r_g + R_2}. \quad (4)$$

На рис. 6 б даны характеристики зависимости напряжения на приборе от напряжения источника при непосредственном шунтировании выпрямителями (а) и при применении неуравновешенного моста на нелинейных сопротивлениях (б) для следующих конкретных данных: $R_8 = 200 \text{ ом}$; $E_{\max} = 1,5 \text{ в}$, $R_2 = 800 \text{ ом}$, $I_{2\text{ном}} = 100 \text{ мка}$. В качестве нелинейных элементов применены меднозакисные выпрямители типа МЗВ-3, у которых $r_o \approx 60 \text{ ком}$, а $r_g \approx 60 \text{ ом}$.

Для удобства сравнения характеристик принята равная чувствительность электроизмерительного прибора в обоих вариантах ($R_0 = 122 \text{ ом}$) при малых напряжениях.

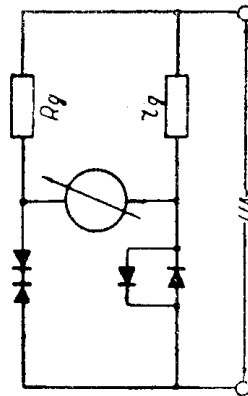
Схемы неуравновешенных мостов с выпрямителями для ограничения тока через измерительный прибор



$$K = \frac{R_2(R_g - 2R_0)}{R_2(R_g + 2R_0) + 4R_0R_g}$$

$$J_{2 \text{ макс}} = \frac{E_0}{R_g + R_2}$$

Формулы для подсчета коэффициента передачи и максимального тока перегрузки



$$K = \frac{r_0R_g - 4R_0r_g}{r_0r_g(2R_0 + R_g) + 2R_0R_g(r_0 + 2r_g) + R_2(2R_0 + R_g)(r_0 + 2r_g)}$$

$$I_{2 \text{ макс}} = \frac{E_0 + e_0}{2R_2 + R_g + r_g}$$

Следует указать, что нелинейность шкалы прибора в пределах его измерения (80 мв), вызванная подключением выпрямителей МЗВ-3, не превышает 2%.

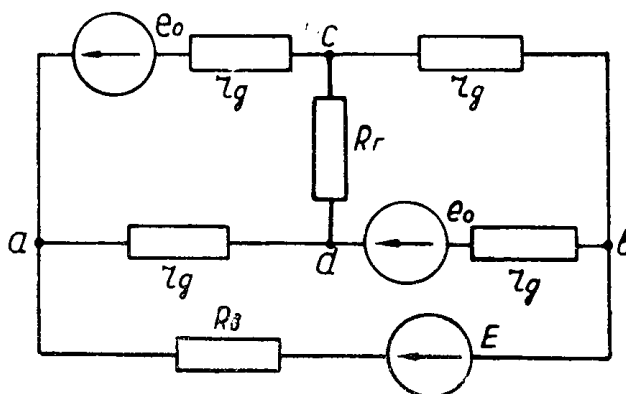


Рис. 6 б.

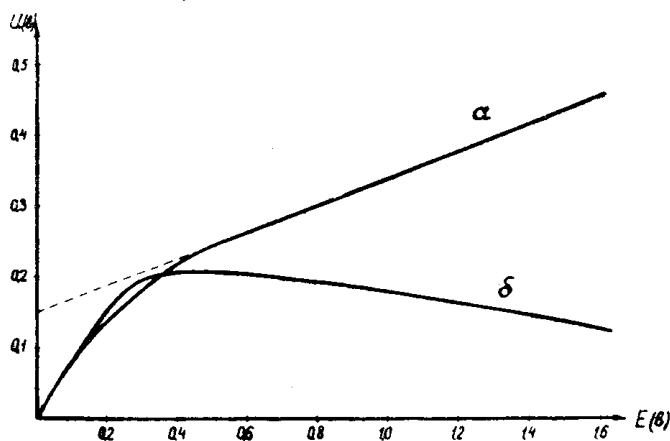


Рис. 7.

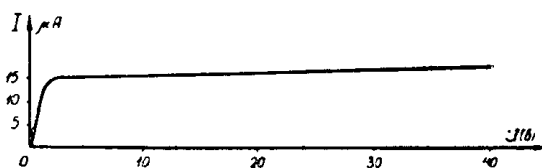


Рис. 8.

Возможны еще два варианта автоматических ограничителей тока по схеме неуравновешенного моста с выпрямителями. Схемы обоих вариантов и расчетные формулы к ним даны в таблице.

Защита гальванометров может быть обеспечена включением в качестве добавочного нелинейного сопротивления германиевых диодов типов ДГ-Ц21-ДГ-Ц27, усредненная вольтамперная характеристика которых в непроводящем направлении приведена на рис. 8. Величина их сопротивления при малых напряжениях (r_0) колеблется в пределах 2 — 5 ком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карандеев К. Б., Полупроводниковые выпрямители в измерительной технике. Изд. АН УССР, 1954.
2. Карандеев К. Б., Мостовые методы измерений, Гостехиздат УССР, 1953.