

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО СЧИТЫВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ С РЕНТГЕНОВСКИХ ПЛЕНОК

А. Н. ЛАФЕРОВ, Ю. В. ПИЛЮГИН

(Представлена объединенным научным семинаром секторов ДСМ и МРД).

В системах автоматического считывания информации с рентгеновских пленок с повышением скорости сканирования, при механических развертках, возрастает инерционность всей системы, поэтому вес фотодатчика становится одной из основных характеристик фотопреобразователя, при этом электрические характеристики по-прежнему должны удовлетворять поставленным задачам. Так, для скорости сканирования $V = 250 \frac{см}{сек}$ и диаметре входного отверстия калибратора $d_0 = 1 мм$ максимальная частота преобразования определится из следующего приближенного выражения

$$f_{\max} \leq \frac{2v}{d_0} = 5 \text{ кгц.} \quad (1)$$

Для прямых методов измерения плотности почернения система должна обладать линейной характеристикой преобразования в широком динамическом диапазоне, превосходящем значения $D > 2$, и, вместе с тем, чувствительность фотодатчика должна позволить без значительного усиления раскатать используемый регистратор.

Среди фотосопротивлений, выпускаемых промышленностью, чувствительность порядка ампер на люмен не исключение (СФЗ-1 имеет 9 а/лм), но большая инерционность ограничивает их возможности.

Основной недостаток всех фотосопротивлений — нелинейность люкс-амперной характеристики в большей части диапазона преобразований.

Фотодиоды, в качестве элемента преобразования, имеют линейную люкс-амперную характеристику во всем диапазоне преобразования, а так как чувствительность их составляет порядка $3 \div 20 \text{ ма/лм}$, необходимо дополнительное усиление сигналов с фотодиода.

Для фотопреобразователей характерно то, что ток является функцией освещенности:

$$I = kE, \quad (2)$$

где E — освещенность в $лм$,

I — ток в $ма$,

k — чувствительность фотопреобразователя.

Отсюда видно, что фотопреобразователь работает в режиме генератора тока, поэтому для сохранения линейности преобразования должно выполняться условие

$$\frac{R_i}{R_n} \gg 1, \quad (3)$$

где R — внутреннее сопротивление фотопреобразователя,
 R_H — сопротивление нагрузки (рис. 1 б).

Определим величину $U_{\text{вых}}$ и отношение $\frac{R_i}{R_H}$ при дифференциальном коэффициенте нелинейности $K_H = 5\%$. Из рис. 1 видно, что

$$U_{\text{вых}} = U_0 \frac{R_H}{R_H + R_i} \quad (4)$$

Разделив числитель и знаменатель на R_H , получим:

откуда при $\frac{R_i}{R_H} \gg 1$ видим, что величина $U_{\text{вых}}$ падает и тем больше, чем больше R_i .

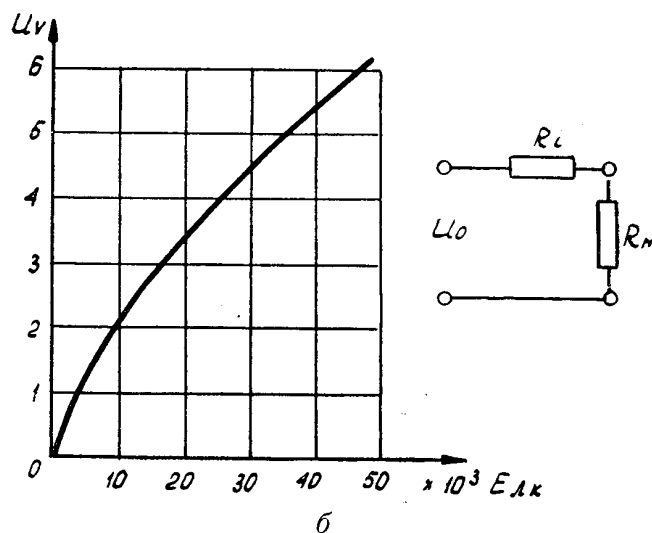
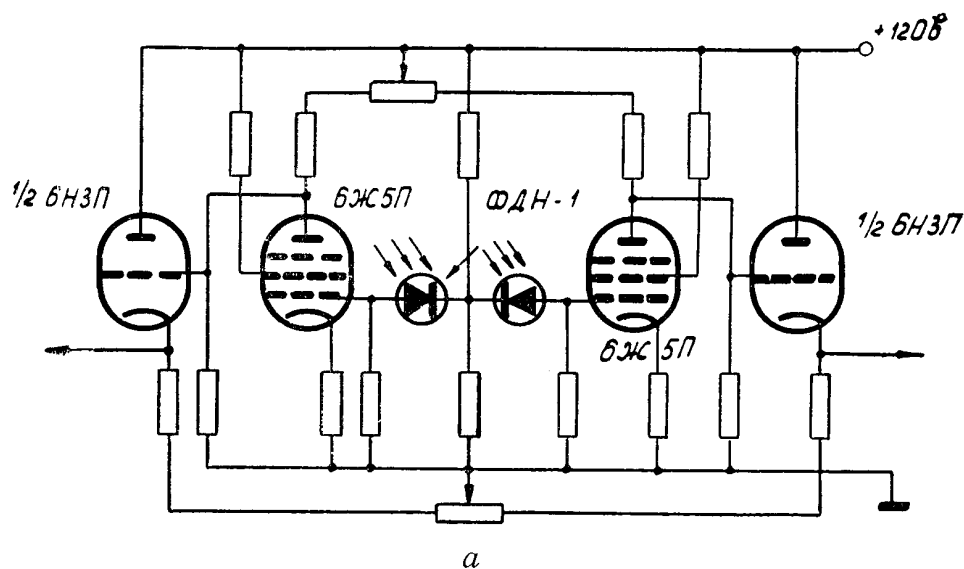


Рис. 1

$$U_{\text{вых}} = U_0 \frac{1}{1 + \frac{R_i}{R_H}} \quad (5)$$

Так как

$$K_n = \frac{U'_{\text{вых}}}{(U'_{\text{вых}})_{R_n=0}} = \frac{R_n}{R_n + R_i} = 0,05, \quad (6)$$

имеем $\frac{R_i}{R_n} = 17$.

Используя в качестве фотопреобразователя диод типа ФДК-1 (в фотодиодном режиме) с параметрами $U_0 = 20$ в, $I = 1$ мка, получим ток преобразователя, при изменении интенсивности на два порядка равный $1 \text{ мка} \cdot 100 = 0,1 \text{ ма}$; поэтому $R_i = \frac{20}{0,1} = 200 \text{ ком}$.

Тогда из (2)
$$R_n = \frac{200}{17} = 11 \text{ ком}.$$

Таким образом, сопротивление нагрузки в 11 ком обеспечивает нелинейность преобразования 5% в области освещенности интервала $D = 0 \div 2$, при этом максимальное напряжение на R_n определится из (5):

$$U_{\text{вых}} = U_0 \frac{1}{1 + \frac{R_i}{R_n}} = \frac{20}{18} = 1,1 \text{ в}.$$

Подставляя в выражение (6) значение $R_n = 11 \text{ ком}$

$$R_i = \frac{U_0}{I_T} = \frac{20 \text{ в}}{1 \text{ мка}} = 20 \text{ мом},$$

получим для области малых яркостей (максимальная плотность почернения) значение дифференциального коэффициента нелинейности $K_n = 0,05\%$.

Полная дифференциальная схема фотопреобразователя на фотодиоде ФДК-1 приведена на рис. 1 а. На рис. 1 б представлена характеристика всего преобразователя.