

ФОТОЭЛЕКТРОННОЕ МНОЖИТЕЛЬНО-ДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

В аналоговых вычислительных машинах большая роль отводится устройствам, реализующим операции умножения и деления.

Предлагаемое фотоэлектронное множительно-делительное устройство относится к устройствам с управляемым коэффициентом передачи. Для умножения или деления необходима линейная зависимость коэффициента передачи по управляющей величине, что достигается с помощью глубокой отрицательной обратной связи [1]. Принцип работы устройства можно пояснить, пользуясь блок-схемой (рис. 1). На одно из двух идентичных фотосопротивлений подается постоянное напряжение от источника U_1 . Напряжение на фотосопротивлении Φ_1 равно

$$U_{\Phi 1} = \frac{U_1 R_{\Phi 1}}{R + R_{\Phi 1}} \quad (1)$$

Это напряжение сравнивается с постоянным напряжением U_1 . Разность поступает на УПТ, нагрузкой которого является источник света. Яркость свечения при этом начинает меняться так, чтобы

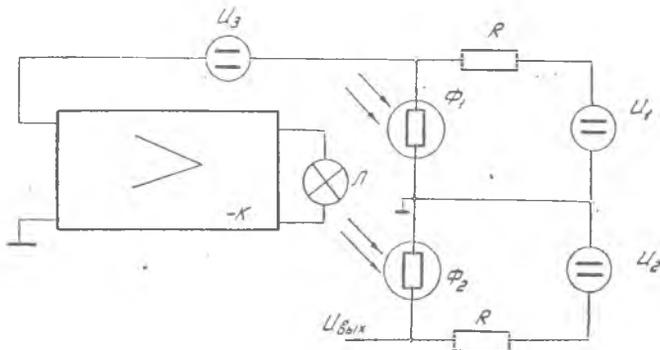


Рис. 2.

изменение сопротивления $R_{\Phi 1}$ приводило к уменьшению разности $U_3 - U_{\Phi 1}$. Таким образом осуществляется отрицательная обратная связь.

Коэффициент передачи первого фотосопротивления

$$K_{\pi 1} = \frac{U_{\Phi 1}}{U_1} = \frac{R_{\Phi 1}}{R + R_{\Phi 1}}. \quad (2)$$

Если коэффициент усиления УПТ велик, то с достаточной степенью точности можно считать, что

$$U_{\Phi 1} = U_3. \quad (3)$$

Отсюда

$$K_{\pi 1} = \frac{U_3}{U_1} = \frac{R_{\Phi 1}}{R + R_{\Phi 1}}. \quad (4)$$

При $U_1 = \text{const}$ величина коэффициента передачи $K_{\pi 1}$ пропорциональна входному напряжению U_3 .

Коэффициент передачи второго фотосопротивления равен

$$K_{\pi 2} = \frac{U_{\Phi 2}}{U_2} = \frac{R_{\Phi 2}}{R + R_{\Phi 2}}. \quad (5)$$

При условии идентичности характеристик фотосопротивлений $R_{\Phi 1} = R_{\Phi 2}$, и из (4) и (5)

$$K_{\pi 1} = K_{\pi 2}.$$

Считая напряжение $U_{\Phi 2}$ выходным, получаем

$$U_{\text{вых}} = K_{\pi 2} U_2 = K_{\pi 1} U_2 = \frac{U_3 U_2}{U_1}. \quad (6)$$

Таким образом, на выходе устройства получаем сразу произведение, если $U_1 = \text{const}$, или частное — если U_3 или U_2 — постоянны.

Но у этой схемы есть существенный недостаток. Необходимо иметь два идентичных фотосопротивления, тогда как практика показывает, что у них наблюдается значительный разброс параметров. Для того чтобы избежать этого, предлагается использовать только одно фотосопротивление, а одно из входных напряжений сделать переменным, например, синусоидальным.

Здесь используется тот факт, что вольтамперные характеристики сернисто-кадмиевых фотосопротивлений практически линейны [2]. Значит, сопротивление их постоянному току равно сопротивлению переменному току. На одно фотосопротивление подается как постоянное, так и переменное напряжение (рис. 2).

Для того, чтобы переменное напряжение не обрабатывалось в цепи обратной связи, в УПТ имеются местные отрицательные обратные связи по переменному току. Коэффициент передачи фотосопротивления по постоянному току будет равен $K_{\pi 1}$, а по переменному току — $K_{\pi 2}$. Вследствие линейности вольтамперной характеристики

$$K_{\pi 1} = K_{\pi 2}.$$

В таком случае все предыдущие соотношения справедливы и для этой схемы.

Усилитель постоянного тока трехкаскадный на транзисторах с различными типами проводимости. Коэффициент усиления его ра-

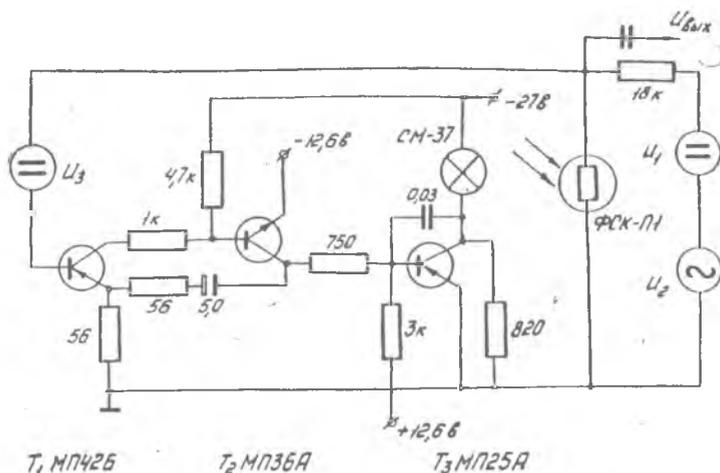


Рис. 2.

вен — 20000, что обеспечивает погрешность от конечности величины коэффициента усиления в пределах 0,5%. Испытания показали, что приведенная погрешность его не больше 1%.

Весьма важным является вопрос о быстродействии. Быстродействие устройства в основном зависит от временных параметров источника света и фотосопротивления.

В приведенной схеме применялась лампочка накаливания СМ-37 и фотосопротивление типа ФСК-П1. Полоса пропускания устройства была в пределах 10 гц. Применение безынерционных источника света и фотосопротивления значительно повысят быстродействие. В качестве источника света можно применять неоновую лампочку или светодиод. Применение новейших пленочных фотосопротивлений позволит довести быстродействие до сотен герц.

В настоящее время в аналоговых вычислительных машинах применяют различные схемы умножения и деления. Это время-импульсные множительные устройства, устройства на квадраторах, множительные устройства с использованием напряжений треугольной формы. Предлагаемое устройство при более высокой точности имеет более простую конструкцию и меньшие габариты, чем перечисленные.

В последнее время разработаны множительные устройства на термочувствительных элементах и элементах Холла. Фотоэлектронное множительное устройство обладает гораздо большим быстро-

действием, чем устройства на термочувствительных элементах, вследствие значительной тепловой инерции последних [1]. В устройствах на элементах Холла полоса пропускания существенно ограничена применением сильного электромагнита, кроме того, датчик Холла имеет весьма низкое выходное напряжение. Это приводит к усложнению конструкции. Обладая высокой точностью, надежностью и конструктивной простотой, фотоэлектронное множително-делительное устройство может применяться в специализированных аналоговых вычислительных машинах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Корн, Т. Корн. Электронные аналоговые и аналогоцифровые вычислительные машины, т. 1. Изд. «Мир», 1967.
2. А. О. Олеск. Фоторезисторы. «Энергия», 1966.

