

КРИОГЕННЫЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ МУЛЬТИПЛЕКСОР

ЛУКАШЕНКО В.М.

Описывается многоканальный мультиплексор, который обладает следующими параметрами: температурный диапазон от -196°C до $+35^{\circ}\text{C}$; число переключаемых каналов 32, имеет возможность наращивания каналов; потребляемая мощность не более 0,1 мВт на один канал; информационный ток порядка 0,01 нА; сопротивление открытого ключа не более 400 Ом; токи утечки не более 10^{-12}A при температуре -196°C и не более 10^{-9}A при

нормальной температуре; габаритные размеры одного 32-х канального мультиплексора $6 \times 3 \times 0,4$ мм.

В автоматизированных системах управления технологическими процессами или в автономных физических объектах [1, 2] для обработки сигналов, где информационный ток имеет порядок 0,01 нА и работает при температурах, соизмеримых с температурой жидкого азота, возникает необходимость в многоканальных мультиплексорах. Проблемой при их разработке и принятии схмотехнического решения являются малая потребляемая мощность, большое число переключаемых входных каналов, высокие надежность и скорость переключения, малый вес и габаритные размеры, а также низкая стоимость.

Существующие [3] малогабаритные коммутаторы-мультиплексоры, выполненные по ТТЛ-технологии, обладают высоким быстродействием, способностью наращивать большое число подключаемых элементов (например, на элементной базе ИС К555КП15 до 1024), но при этом ток потребления определяется единицами Ампер, что нельзя допустить для решения поставленной задачи.

Микромощные 16-канальные коммутаторы-мультиплексоры К1104КН-1, выполненные по КМОП-технологии, при предельных значениях допустимых электрических режимов эксплуатации имеют рассеиваемую мощность не более 500 мВт. Однако ток утечки на выходных шинах составляет 200 нА, что также не удовлетворяет поставленной задаче.

Известен коммутатор Б1110КН1-2 [4,5] с 32 каналами переключения информации, размерами $(6 \cdot 3 \cdot 0,4)$ мм каждый, способен работать в поставленных выше условиях. Экспериментально снятые усредненные параметры ИС Б1110КН1-2 на частоте переключения 1 МГц при напряжении питания -24 В составляют: мощность потребления при нормальной температуре менее 100 мкВт/канал; сопротивления открытого ключа при коммутируемых напряжениях -5 В и -10 В для нормальной и криогенной температур менее 400 Ом; время включения менее 300 нс; время выключения менее 700 нс; токи утечки при нормальной температуре составляют менее $1 \cdot 10^{-9}\text{ A}$, при криогенной – на три порядка ниже.

Однако анализ принципиальной электрической схемы коммутатора (рис. 1) показал, что для увеличения помехозащищенности ИС необходимо ввести в

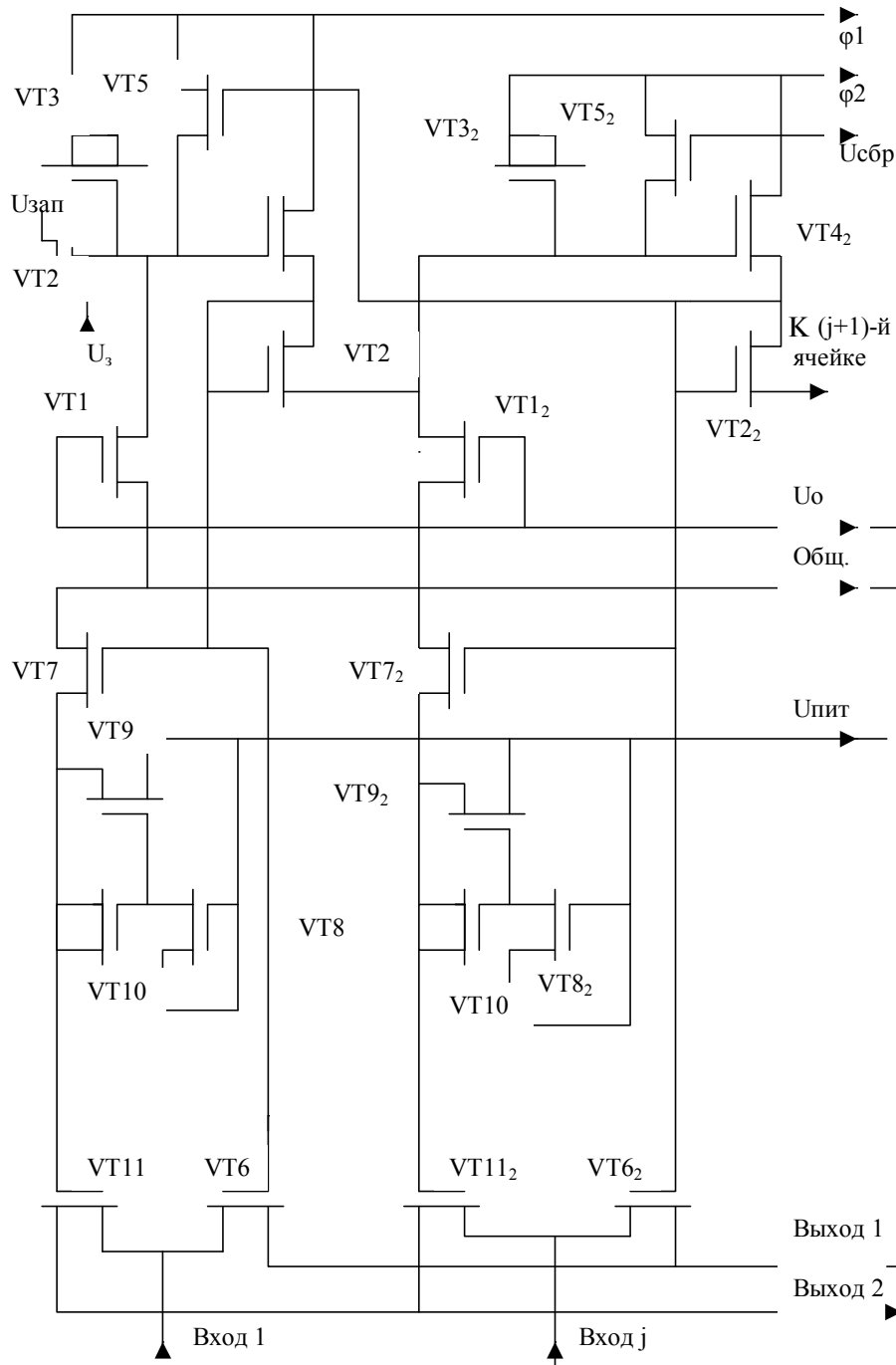
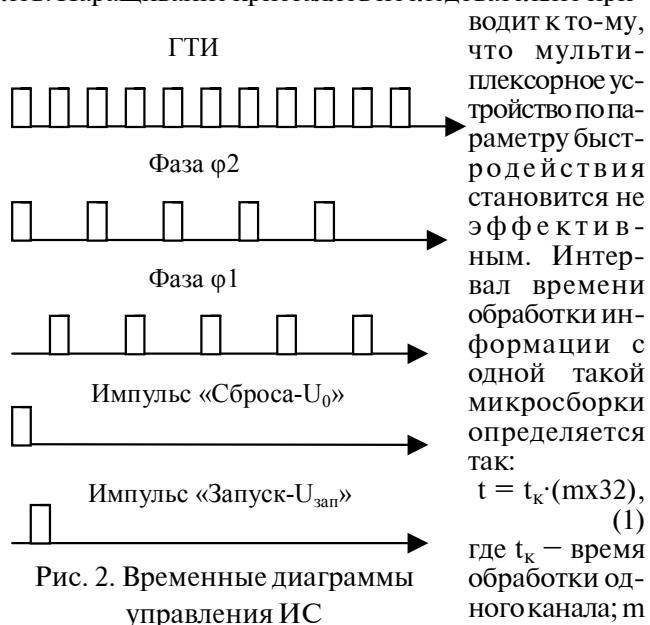


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема мультиплексора на $m \cdot 32$ канала (индекс 2 показывает принадлежность транзистора второй ячейки ИС)

каждую динамическую ячейку памяти транзистор сброса и сформировать импульс “Сброса” в блоке управления.

В основу технического решения, также как и в микросхеме Б1110КН1-2, положен сдвиговый регистр на 32-х динамических ячейках памяти, которые переключают двухпозиционные ключи под действием фазовых импульсов, формируемых в блоке управления. Поскольку динамические ячейки одинаковы, то на рис. 1 приведены две ячейки мультиплексора-коммутатора. Работает устройство следующим образом. Импульс U_0 через открытый транзистор VT1 обеспечивает сброс случайного заряда на входе “бутстрэпной” емкости МДП-транзисторов. Появление импульса $U_{зап}$ открывает транзистор VT2 и напряжение ($U_3 - U_{пор}$) заряжает емкости затворов VT3, VT4. С приходом фазы $\varphi 1$ происходит подброс потенциала на этой емкости до величины $[\varphi 1 + (U_3 - U_{пор})]$, что открывает транзисторы VT3, VT4, VT6, коммутируемые напряжения по входам 1, 2, j, ... передаются на выход 1. При этом стоковое напряжение VT2 подзаряжает емкость следующей ячейки памяти регистра до величины $(\varphi 1 - U_{пор})$. С приходом фазы $\varphi 2$ процесс работы второй ячейки динамического регистра аналогичен первой. Кроме того, потенциал фазы $\varphi 2$ поступает на затвор VT5 и открывает его, что создает цепь разряда “бутстрэпной” емкости ячейки памяти на шину фазы $\varphi 1$, имеющую в этот момент времени нулевой потенциал. При нулевом потенциале фазы $\varphi 1$ транзисторы VT6, VT7 закрыты, а VT8, VT9 открываются напряжением $U_{пит}$. Благодаря “бутстрэпному” действию МДП емкости VT10, транзистор VT11 открывается, и j входы МДП-ключей подключаются к выходу 2. Следующая ячейка мультиплексора выполнена аналогично предыдущей и отличается только тем, что фазовый импульс $\varphi 2$ поступает во время, соответствующее четным импульсам генератора тактовых импульсов, в то время как фаза $\varphi 1$ соответствует времени появления его нечетных импульсов, как показано на рис. 2.

В системах [1] особенно при обработке информации с ячеек фотолитических требуется увеличение числа коммутируемых входов, например 10^3 и более каналов. Нарращивание кристаллов последовательно при-



— число последовательно наращиваемых каналов. В системах обработки информации при распознавании образов с высоким быстродействием для создания многоканального устройства мультиплексирования на основе этой ИС необходимо ввести переключающую схему выбора соответствующего кристалла ИС. При этом предусматривается повышение скорости подключения n-го канала с m-го кристалла при сохранении параметров, указанных выше.

Предлагается в устройство мультиплексора с $(mx32)$ каналами включить [6] комбинационную схему таблиц функций, каждая из которых может быть записана в следующем виде:

$$D_0(x) = \bar{x}_n \bar{x}_{n-1} \dots \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1,$$

$$D_1(x) = \bar{x}_n \bar{x}_{n-1} \dots \bar{x}_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1,$$

$$D_{2^{n-2}}(x) = x_n x_{n-1} \dots x_3 x_2 \bar{x}_1,$$

$$D_{2^{n-1}-1}(x) = x_n x_{n-1} \dots x_3 x_2 x_1.$$

При этом функции $D_j(x) = 1$ при $x = j$ или $D_j(x) = 0$ при $x \neq j$, где $j = 0, 1, 2^{n-1}$; $x_i \in \{0, 1\}$.

Отсюда устройство мультиплексирования входных сигналов с произвольной выборкой кристалла для дальнейшей обработки информации может быть представлено в двух вариантах. Первый представляет собой микросборку, состоящую из регистра адреса, комбинационной схемы адреса кристалла; m кристаллов ИС, при этом общее число входных каналов коммутации равно $(mx32)$; формирователя управляющих импульсов; группы элементов ИЛИ и усилителя. Второй — микросборку, включающую формирователь фазовых импульсов; схему И на m входов; m кристаллов ИС, которые входами “ U_3 ” подключены к выходу схемы И, m усилителей.

Анализ этих мультиплексоров по скорости передачи информации в фотоприемных устройствах показывает, что второе схемотехническое решение эффективнее. Действительно, во втором случае устройство работает как селектор кристаллов — мультиплексор и время обработки информации с $(mx32)$ входов составит $t = t_k \cdot 32$, а в первом в m раз больше. Однако оно проигрывает в m раз по количеству усилителей, что ведет к увеличению потребляемой мощности устройства в целом.

Технологический процесс изготовления транзисторов представляет собой типовую МДП-технологию, в которой среди типовых исходных данных пороговое напряжение транзисторов $U_{пор}$ имеет диапазон $(1 \dots 1,7) В$.

Таким образом, предложенное схемотехническое решение многоканального мультиплексора имеет малую мощность рассеивания из-за отсутствия цепи сквозного тока, протекающего в каскадах МДП-транзисторов во время переключения. Благодаря тому, что кристалл не греется, тепловые шумы приобретают те значения, которые позволяют передавать информационный ток $0,01 нА$ при температуре $-196^\circ С$, при этом токи утечки минимум, чем на порядок, ниже. Простота электрической схемы и однотипность ячеек переключения позволили получить 17% годных кристаллов с пластины, что снижает стоимость прибора.

Литература: 1. Власова Е.О., Мартынов В.Н., Морозов В.А., Пасеков В.Ф., Лопухин А.А. Фотоэлектрические характеристики матричного фоточувствительного эле-

мента // Труды Междунар. конф. "Датчики и преобразователи информации систем измерения, контроля и управления" (Датчик-97). М.: МГИЭМ. 1997. С. 412-414. 2. *Быков В.И., Лукашенко А.Г., Лукашенко В.М.* Малогабаритное электрическое устройство задержки широкополосных сигналов связи // Труды 2-й Междунар. конф. "Теория и техника передачи, приема и обработки информации". Ч. 1. Харьков-Туапсе: ХТУРЭ. 1996. С. 103. 3. *Шило В.Л.* Популярныe цифровые микросхемы. Справочник. 2-е издание. М: Радио и связь. 1998. 167с. 4. *Лукашенко В.М., Скуратов Е.Г., Суслов В.В.* Малоомощный многоканальный коммутатор Б1110КН1-2 // Электронная промышленность. 1983. № 4. С. 23. 5. *Лукашенко В.М., Пономарева О.Л., Юликов М.В.* Двухпозиционный МДП-коммутатор на 32 канала // Электронная техника для обработки изображений / Под ред. В.В.

Малинина. Новосибирск: НТОРЭС им. А.С. Попова, 1980. С.20-21. 6. А.с.1365127, СССР. Запоминающее устройство / *Лукашенко В.М.* 1988. Бюл. № 1, 4 с.

Поступила в редколлегию 20.06.99

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Шарапов В.М.

Лукашенко Валентина Максимовна, канд. техн. наук, доцент Черкасского инженерно-технологического института. Научные интересы: разработка научных основ создания элементов, схем устройств вычислительной техники и приборов для навигационных систем управления. Увлечения: изобретательство и рыбалка. Адрес: Украина, 257021, Черкассы, ул. Гагарина-55, кв. 423, тел. (0472)-16-01-14.

УДК 621.391(07), 658.12.512.011, 519.85

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОГОФАКТОРНОГО ОЦЕНИВАНИЯ И ВЫБОРА ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ШТРИХОВОГО КОДА

ГОЛУБ В.И., ГРЕБЕННИК И.В., КУЗЬМЕНКО В.М.

Проводится обоснование и построение математической модели многофакторного оценивания технологических штриховых кодов. Формируются критерии их оценки. Описывается схема выбора варианта штрихового кода с учетом набора факторов, влияющих на эффективность его применения в почтовой связи.

В последнее время штриховые коды все шире применяются в системах автоматической идентификации и сортировки. При этом наряду со стандартными штриховыми кодами [1] возникает потребность в штриховых кодах со специфическими требованиями. Такие штриховые коды могут использоваться в рамках технологических процессов, особенности которых диктуют требования к формированию кодов. Рассмотрим задачу оценивания и выбора варианта штрихового кода с заданным набором требований, который может быть использован в почтовой связи.

Пусть $A=\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ — первичный алфавит с n качественными признаками, $B=\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ — вторичный алфавит с m качественными признаками. Обозначим K множество всевозможных кодовых комбинаций длины L символов вторичного алфавита. Количество элементов множества K можно оценить как $\text{Card } K = m^L$.

Необходимо выбрать количество m качественных признаков вторичного алфавита, определить длину L и структуру допустимых кодовых комбинаций $K_j \in K$ таким образом, чтобы эффективно закодировать все символы первичного алфавита. Математическую модель такой задачи можно представить в следующем виде:

$$F(n, m, L, K^*) \rightarrow \text{extr}, \quad (1)$$

$$K^* \subset K, \quad (2)$$

$$\text{Card } K^* \geq n, \quad (3)$$

где F — критерий эффективности кода (в общем случае векторный); K^* — множество кодовых комбинаций из K , удовлетворяющих заданному набору требований. Количество элементов в множестве K^* должно быть не менее n .

Конкретизируем задачу применительно к штриховым кодам, имеющим два качественных признака — штрих единичной ширины и промежутки (пробел) единичной ширины. Поставим штриховому коду с указанными качественными признаками во взаимнооднозначное соответствие двоичный код по правилу: штрих единичной длины обозначим 1; промежуток — 0. Тогда вторичный алфавит примет вид $B=\{0,1\}$. Количество элементов множества K всевозможных кодовых комбинаций длины L равно 2^L . Задача построения эффективного штрихового кода для кодирования первичного алфавита A с n качественными признаками в этом случае может быть сформулирована следующим образом. Необходимо выбрать длину L кодовых комбинаций и подмножество допустимых кодовых комбинаций K^* в множестве K всевозможных двоичных наборов длины L , чтобы критерий эффективности принял экстремальное значение и были выполнены все требования к структуре кода, порождающие ограничения задачи:

$$F(n, L, K^*) \rightarrow \text{extr}, \quad (4)$$

$$K^* \subset K, \quad (5)$$

$$\text{Card } K^* \geq n. \quad (6)$$

При этом множество допустимых кодовых комбинаций K^* должно удовлетворять заданному набору требований. Источниками требований к виду, структуре и характеристикам штриховых кодов (кодové комбинации которых составляют допустимые варианты множеств K^*) служат положения государственных стандартов, технология обработки информации об отправлении, техническая база для нанесения и считывания штриховой информации, вопросы контролепригодности и др.

Эффективность использования конкретного штрихового кода K^* в технологическом процессе зависит от набора факторов, среди которых [2]:

— тип поверхности, на которую наносится штриховой код;

— требования к качеству печати (нанесения) кода;

— длина кодовых комбинаций, кодирующих символы первичного алфавита;

— характеристики кода, определяющие его помехозащищенность и контролепригодность и др.

Перечисленные факторы, являясь характеристиками штрихового кода, служат источниками формирования критериев его эффективности. Анализируя