

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Ц8452
Л-55

29/III-77
10 - 10472

3434 / 2-77

Ли Зу Эк, А.Г.Петров

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕШИФРАТОРОВ КОМАНД
СТАНДАРТА КАМАК НА БАЗЕ
ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ
СО СРЕДНЕЙ СТЕПЕНЬЮ ИНТЕГРАЦИИ

1977

10 - 10472

Ли Зу Эк, А.Г.Петров

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕШИФРАТОРОВ КОМАНД
СТАНДАРТА КАМАК НА БАЗЕ
ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ
СО СРЕДНЕЙ СТЕПЕНЬЮ ИНТЕГРАЦИИ

Ли Зу Эк, Петров А.Г.

10 - 10472

Проектирование дешифраторов команд стандарта КАМАК на базе интегральных схем со средней степенью интеграции

Описан метод проектирования дешифраторов команд стандарта КАМАК с использованием интегральных схем со средней степенью интеграции, в частности интегральной схемы 7442. Метод позволяет быстро найти оптимальную комбинацию перестановок и инвертирования аргументов на входе дешифратора, при которой он может быть построен на одной интегральной схеме 7442, или показать невозможность ее нахождения. Метод может быть использован и для проектирования дешифраторов другого назначения.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Появление дешифраторов на интегральных схемах со средней степенью интеграции типа 74154, 74155 и 7442 позволило существенно облегчить проектирование дешифраторов команд стандарта КАМАК, уменьшить число используемых корпусов ИС и повысить надежность аппаратуры /1/.

Ни один из перечисленных дешифраторов не может обеспечить полную дешифрацию всех функций в стандарте КАМАК, поскольку эти дешифраторы имеют по 4/74154 и 7442/ или по 3/74155/ входных шины, а код функции передается по пяти шинам. Однако в большинстве практически применяемых функций не используется аргумент F4, который предназначен для нестандартных и резервных функций. Поэтому его можно включать в состав общего постоянного множителя.

Наибольшими возможностями для построения дешифратора обладает интегральная схема 74154 /4 входа, 16 выходов/. Но она имеет сравнительно большие габариты и стоимость. Поэтому ее следует использовать в тех случаях, когда нужен большой набор функций или подадресов /> 10/.

Дешифратор на интегральной схеме 74155 имеет наиболее простую структуру /3 входа, 8 выходов/. Его можно использовать в случаях, когда для выбора функции или подадреса достаточно трех аргументов, а остальные аргументы всегда имеют постоянное значение и их можно включить в состав общего множителя. Интегральные схемы 74154 и 74155 имеют полную дешифрацию состояний всех входных аргументов, поэтому порядок их расположения и исходный логический уровень несуществен-

ны и могут влиять только на порядок расположения функций на выходах дешифратора. Таким образом, проектирование дешифраторов функций или подадресов на этих интегральных схемах не представляет труда.

С помощью двух дешифраторов 74154 можно получить весь набор функций КАМАК для всех 5 аргументов по схеме, показанной на рис. 1. При этом один из аргументов /в данном случае F16/ подключается ко входам управления дешифраторов с противоположными логическими значениями.

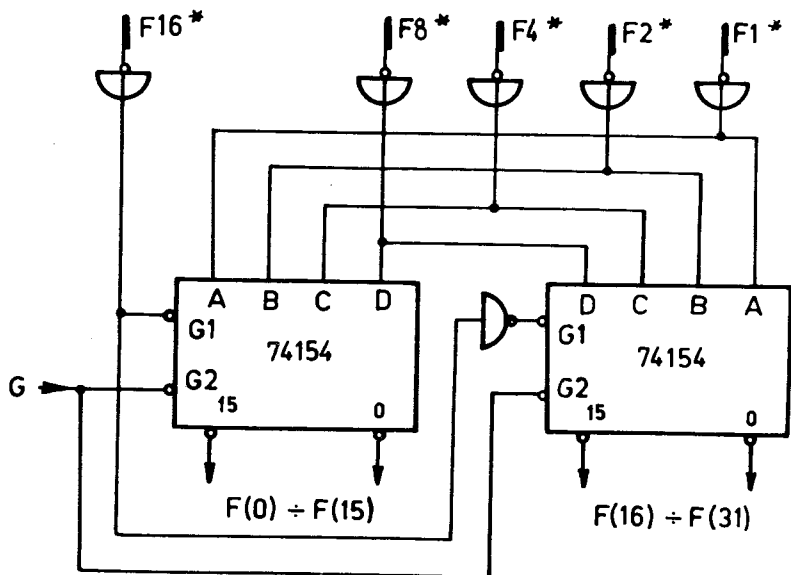


Рис. 1. Принципиальная схема полного дешифратора функций КАМАК.

Аналогичным образом можно построить дешифратор на двух интегральных схемах 74155 и получить набор всех 16 функций для четырех аргументов.

Дешифратор на интегральной схеме 7442 /4 входа, 10 выходов/ занимает особое место. Он имеет габариты схемы 74155, но обладает большими возможностями. Оптимальное проектирование дешифраторов функций или подадресов на этой схеме затруднено из-за того, что

в ней дешифрируются не все состояния четырех входных двоичных аргументов /разрядов/ A, B, C и D, а именно дешифрируются состояния, соответствующие десятичным числам от 0 до 9, и не дешифрируются состояния, соответствующие десятичным числам от 10 до 15 /недопозволенные комбинации/. Поэтому необходимо разместить требуемый набор функций среди комбинаций, соответствующих десятичным числам от 0 до 9.

Допустим, что задан набор функций $F(a), F(b), \dots, F(m), \dots, F(k)$, где a, b, \dots, m, \dots, k - числа в диапазоне $0 \div 31$ /число функций в стандарте КАМАК/. Общее число используемых функций в случае применения схемы 7442 должно быть ≤ 10 .

Так как на каждом из выходов дешифратора вырабатывается функция /логическая переменная/, принимающая значение 1 только при единственном значении кода, составленного из n аргументов на его входе, то любая функция на выходе дешифратора может быть записана как

$$F(m) = \tilde{X}_1 \tilde{X}_2 \dots \tilde{X}_j \dots \tilde{X}_n \quad /1/$$

Символ \tilde{X}_j означает, что аргумент может принимать значение либо 1, либо 0.

В нашем случае аргументами являются сигналы кодовых шин F1, F2, F8 и F16/считаем, что сигнал F4 включен в состав общего множителя/. Следовательно, выражение /1/ примет вид

$$F(m) = F(i+) = \tilde{F}_1 \tilde{F}_2 \tilde{F}_8 \tilde{F}_{16}, \quad /2/$$

где $i+$ - десятичный эквивалент кода двоичного числа, составленного из четырех аргументов на входе дешифратора при положительной логике. Он должен отвечать условию

$$0 \leq i+ \leq 9. \quad /3/$$

Задача сводится к тому, чтобы условие /3/ выполнялось для всего заданного набора функций.

Для выполнения этого условия можно перед подачей аргументов F1, F2, F8 и F16 на дешифратор с помощью соответствующих логических схем /рис. 2/ выполнять следующие операции:

- переставлять аргументы в любом порядке, т.е. присваивать значения разрядов A, B, C и D любым аргументам, что позволяет на любом выходе дешифратора получить любую заданную функцию;

- инвертировать значения аргументов в случае, если для всех требуемых функций какой-либо аргумент принимает логическое значение, противоположное тому, при котором можно обеспечить выполнение условия /3/.

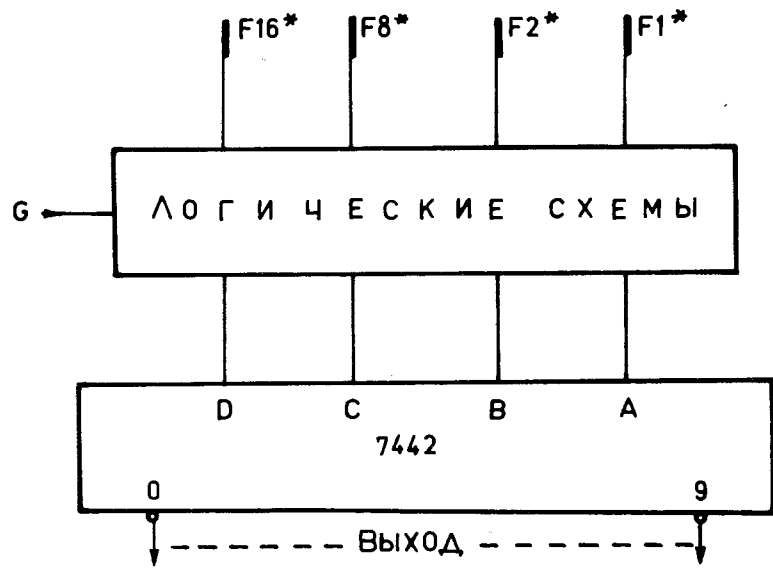


Рис. 2. Блок-схема подключения дешифраторов.

Однако нужно отметить, что общее число возможных комбинаций аргументов довольно велико. Его можно подсчитать как число перестановок из четырех элементов P_n , умноженное на число четырехразрядных двоичных кодов P_i , т.е. общее число комбинаций

$$P_{\text{ш}} = P_n \cdot P_i = 4! \cdot 2^4 = 24 \cdot 16 = 384.$$

Очевидно, что проверка всех этих комбинаций для нахождения искомого является весьма утомительной работой.

Ниже предлагается относительно простой способ нахождения требуемой комбинации или доказательства невозможности ее нахождения. Хотя здесь будет рассматриваться использование схемы 7442 для дешифрации функций КАМАК, этот способ можно применять и при проектировании дешифраторов подадресов, а также дешифраторов любого другого назначения.

В общем случае выходные функции дешифратора будут иметь вид, показанный в табл. 1.

Таблица 1

Арг. Вх. Функц.	F16	F8	F2	F1	$i+$
	D	C	B	A	
F(a)	\tilde{X}_{aD}	\tilde{X}_{aC}	\tilde{X}_{aB}	\tilde{X}_{aA}	ia
F(b)	\tilde{X}_{bD}	\tilde{X}_{bC}	\tilde{X}_{bB}	\tilde{X}_{bA}	ib
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
F(m)	\tilde{X}_{mD}	\tilde{X}_{mC}	\tilde{X}_{mB}	\tilde{X}_{mA}	im
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
F(k)	\tilde{X}_{kD}	\tilde{X}_{kC}	\tilde{X}_{kB}	\tilde{X}_{kA}	ik

В зависимости от значений \tilde{X}_m аргументов будет реализоваться соответствующая функция. Если при этом десятичный эквивалент кода i_m удовлетворяет условию /3/, то данная функция будет получена на соответствующем выходе дешифратора.

Это условие будет выполняться, если логическое значение $X_m=0$ имеет либо старший двоичный разряд D (2^3), либо одновременно два средних двоичных разряда B и C (2^1 и 2^2). Значения остальных разрядов

при этом несущественны. Указанные условия должны одновременно выполняться для всех требуемых функций.

Согласно сказанному выше, для выполнения этих условий можно делать перестановку и инвертирование аргументов /если логическое значение соответствующих аргументов $X_m=1$ /.

Если выполнение приведенных условий невозможно, то невозможна и реализация дешифратора на одной схеме 7442.

Проверка возможности выполнения условия /3/ на основе таблицы выходных функций делается следующим образом:

1/ Выбирается разряд, который нужно принять за старший (D). Из выражения /3/ следует, что в имеющемся наборе с учетом возможного инвертирования должно быть не более двух функций /двоичные коды которых соответствуют десятичным цифрам 8 и 9/, имеющих аргументы $X_{mD} = 1$.

2/ В случае наличия такого разряда нужно для функций с $X_{mD} = 1$ найти два других разряда, принимаемых за средние /В и С/, с аргументами $X_{mB} = X_{mC} = 0$.

Отсутствие таких разрядов среди всех четырех говорит о невозможности реализации дешифратора на одной схеме 7442.

Другими словами, дешифратор на одной схеме 7442 для требуемого набора функций можно построить в том случае, если один из аргументов имеет одинаковое логическое значение /"0" или "1"/ для всех функций набора или это значение отличается от остальных не более чем для двух функций, для которых два других аргумента должны иметь одинаковое значение.

В случае невозможности построения дешифратора на одной схеме 7442 выходом из положения может быть подключение добавочных модулей для реализации тех функций, которые не могут быть получены с помощью дешифратора на схеме 7442. Иногда это является более экономичным, чем использование дешифратора 74154. В этом случае предлагаемый способ помогает найти оптимальный вариант, для которого требуется наименьшее число дополнительных вентилях.

Приведенные рассуждения можно пояснить на примере. Пусть требуется иметь дешифратор для получения функций

$F(0); F(1); F(8); F(9); F(10); F(11); F(16); F(17); F(25)$.

В табл. 2 приведены эти функции, а также требуемые для их образования значения аргументов в принятой в стандарте КАМАК отрицательной логике на входе. Если перейти к положительной логике, то табл. 2 примет вид, показанный в табл. 3.

Согласно сказанному выше, аргумент F4 из рассмотрения исключен. Среди оставшихся аргументов за разряд D следует принять аргумент F2, имеющий одинаковое значение /"1"/ для всех функций, кроме F(10) и F(11) /см. обведенную область в табл. 3/. Для этих функций имеют одинаковое значение аргументы F8 и F16. Примем их за разряды В и С, соответственно. Далее делаем перестановку аргументов в соответствии с присвоенными им разрядами, т.е. аргумент F2 ставим на первое место, аргумент F16 - на второе, аргумент F8 - на третье, а аргумент F1 оставляем на четвертом месте. Затем производим инвертирование значений чисел в разрядах В и D. Результаты показаны в табл. 4. Как видно, условие $i_+ \leq 9$ выполняется для всего набора функций, следовательно, дешифратор может быть реализован на одной интегральной схеме 7442. Число i_+ указывает и порядковый номер соответствующего выхода дешифратора.

Для получения окончательной схемы дешифратора функций нужно определить место подачи общего логического множителя, с тем чтобы сигналы на всех выходах дешифратора могли быть только при его наличии. В схеме 7442 отсутствует управляющий вход, поэтому общий множитель следует подавать на ее логические входы вместе с аргументами /по схеме "И"/. Естественно стремиться при этом к упрощению схемы. Очевидно, что для нарушения справедливости выражения /3/ при отсутствии общего множителя G его достаточно подавать только на два входа: вход D и один из входов В и С. Причем, для уменьшения числа необходимых интегральных схем общий множитель следует подавать на тот вход из них, на котором производится инвертирование. В данном примере таким входом является вход В.

Таблица 2

Арг. Функц. Вх.	F16	F8	F2	F1
	D	C	B	A
F[0]	0	0	0	0
F[1]	0	0	0	1
F[8]	0	1	0	0
F[9]	0	1	0	1
F[10]	0	1	1	0
F[11]	0	1	1	1
F[16]	1	0	0	0
F[17]	1	0	0	1
F[25]	1	1	0	1

Таблица 3

Арг. Функц. Вх.	F16	F8	F2	F1	i_+
	D	C	B	A	
F[0]	1	1	1	1	15
F[1]	1	1	1	0	14
F[8]	1	0	1	1	11
F[9]	1	0	1	0	10
F[10]	1	0	0	1	9
F[11]	1	0	0	0	8
F[16]	0	1	1	1	7
F[17]	0	1	1	0	6
F[25]	0	0	1	0	2

Окончательный вид дешифратора функций показан на рис. 3.

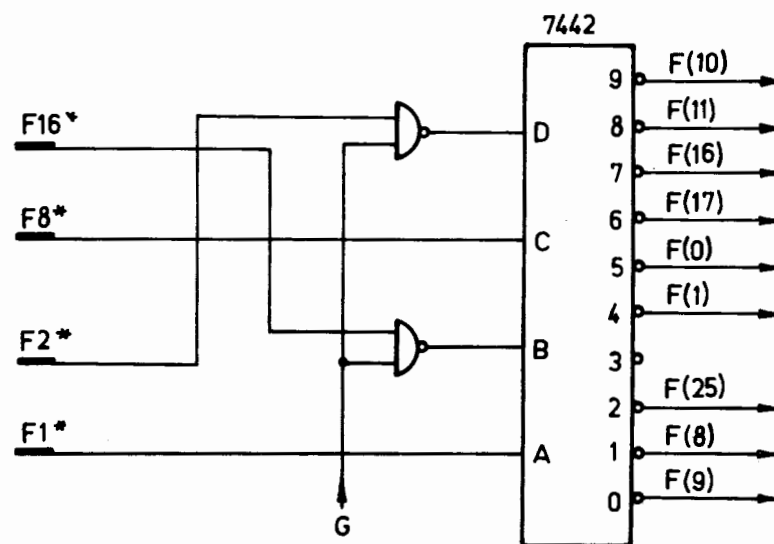


Рис. 3. Принципиальная схема дешифратора набора функций согласно табл. 4.

В табл. 5 показан пример другого набора функций, дешифратор для которых не может быть реализован на одной схеме 7442.

Из таблицы видно, что нет аргументов, имеющих логическое значение, отличное от остальных не более чем для двух функций. Наименьшее число функций с отличным значением равно 3 /для аргумента F2/. Оптимальным путем решения вопроса будет исключение из набора функции F(11) и получение ее с помощью дополнительных вентилях. Оставшийся набор функций с помощью указанного метода может быть осуществлен на дешифраторе 7442. Возможный вариант после перестановки и инвертирования аргументов показан в табл. 6.

В заключение авторы выражают благодарность А.Н.Синаеву и И.Н.Чурину за ценные замечания.

Таблица 4

Арг. Функц. Вх.	\bar{F}_2	F_8	\bar{F}_{16}	F_1	i_+
	D	C	B	A	
F[0]	0	1	0	1	5
F[1]	0	1	0	0	4
F[8]	0	0	0	1	1
F[9]	0	0	0	0	0
F[10]	1	0	0	1	9
F[11]	1	0	0	0	8
F[16]	0	1	1	1	7
F[17]	0	1	1	0	6
F[25]	0	0	1	0	2

Таблица 5

Арг. Функц. Вх.	F_{16}	F_8	F_2	F_1	i_+
	D	C	B	A	
F[0]	1	1	1	1	15
F[1]	1	1	1	0	14
F[8]	1	0	1	1	11
F[10]	1	0	0	1	9
F[11]	1	0	0	0	8
F[16]	0	1	1	1	7
F[17]	0	1	1	0	6
F[24]	0	0	1	1	3
F[25]	0	0	1	0	2
F[26]	0	0	0	1	1

Таблица 6

Арг. Функц. Вх.	\bar{F}_2	F_8	\bar{F}_1	F_{16}	i_+
	D	C	B	A	
F[0]	0	1	0	1	5
F[1]	0	1	1	1	7
F[8]	0	0	0	1	1
F[10]	1	0	0	1	9
F[11]	1	0	1	1	11
F[16]	0	1	0	0	4
F[17]	0	1	1	0	6
F[24]	0	0	0	0	0
F[25]	0	0	1	0	2
F[26]	1	0	0	0	8

Литература

1. *The Integrated Circuits Catalog for Design Engineers. Texas Instruments Incorporated, printed in USA, 1971.*

Рукопись поступила в издательский отдел
1 марта 1977 года.