

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

УДК 621.382.81

Б. С. БОРИСОВ, А. В. ЛУБАШЕВСКИЙ, А. А. КОРНЕВ, В. В. СУВОРОВ

МИКРОМОЩНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ
ТИПА Т14

Описывается система логических элементов комплекса микромощных логических микросхем, состоящего из десяти типов Т1411 ÷ 91. В основу конструктивного оформления серии положен многокристальный вариант объединения схем типа МТ4 ÷ 6 на общей керамической подложке корпуса 2МП12-1. Приведена методика измерения электрических параметров схем.

Для конструирования различных устройств, предназначенных для дискретной обработки информации, необходим комплекс логических элементов с малым потреблением мощности при сравнительно небольшом быстродействии.

Построение устройств из элементов одного типа приводит к увеличению их общего числа, усложнению межсхемного монтажа, уменьшению плотности упаковки, увеличению габаритов и веса. Более удобно строить счетно-решающие устройства из различных по функциям логических элементов, которые составляют систему логических элементов. Выбор состава системы логических элементов основан на компромиссном решении схемотехнических и конструкторско-технологических вопросов, которые зависят от типа корпуса и числа внешних выводов; возможности осуществления внутренних межсхемных соединений (в соответствии с электрической схемой модуля), а также уменьшения межмодульных соединений в составе блока; от применимости модулей, входящих в систему, и универсальности системы при ее ограниченной номенклатуре.

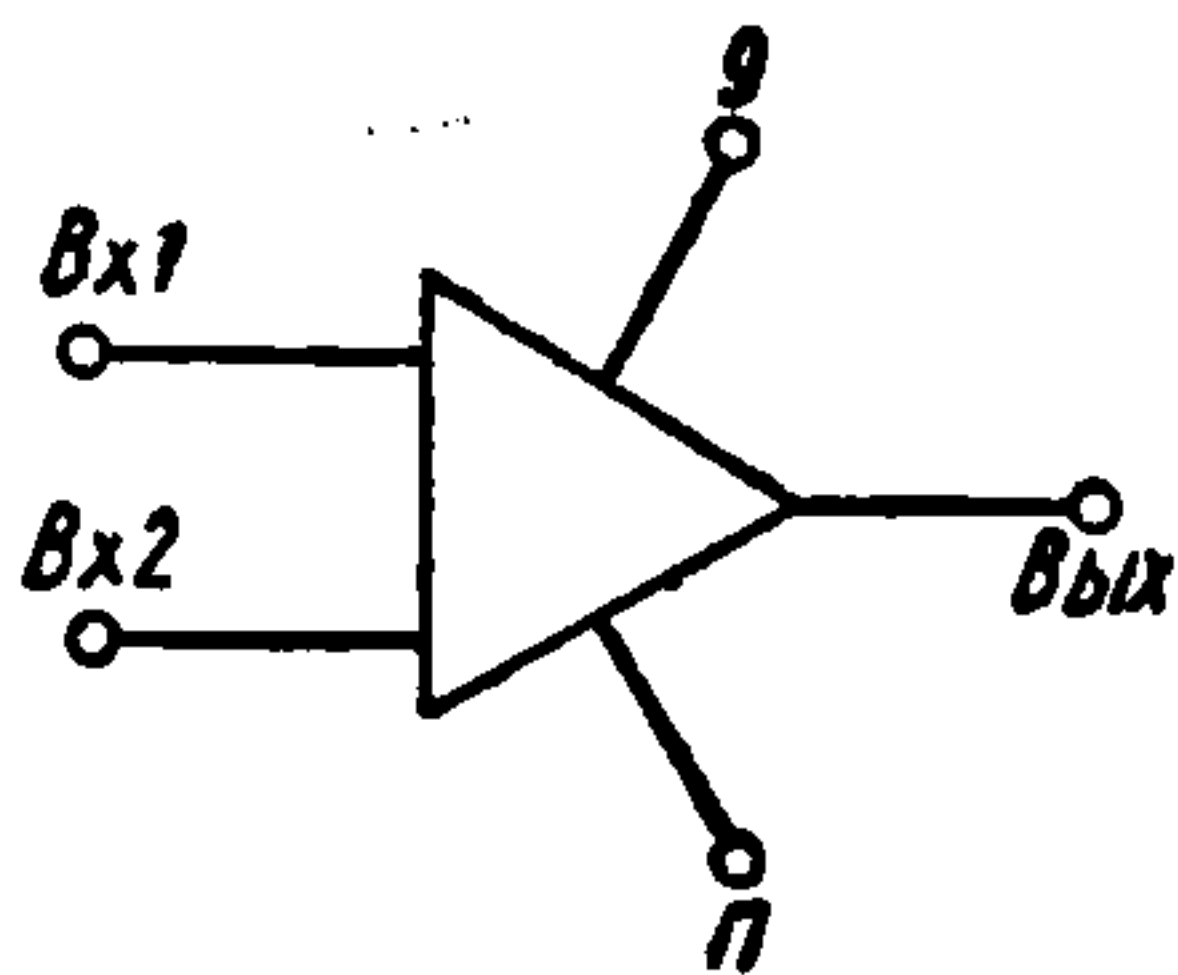


Рис. 1. Условное обозначение базовой микросхемы МТ.

Серия микросхем типа Т14 разработана на базе двухвходового логического элемента типа МТ4 ÷ 6 (рис. 1), являющегося логической схемой с модифицированной непосредственной связью. Он выполняет функцию ИЛИ—НЕ. Основные параметры такого элемента приведены в табл. 1.

Наличие данного элемента и керамического корпуса типа 2МП12-1 во многом определило конструктивное решение серии в виде многокристального варианта объединения микросхем на общей подложке внутри корпуса. Серия микросхем типа Т14 (рис. 2) состоит из 10 модулей: Т1411—клапан ИЛИ; Т1412—4 расширителя на два входа; Т1421—шестивходовые ИЛИ—НЕ с клапаном; Т1431—2 двухходовые ИЛИ—НЕ с клапаном; Т1441—2 четырехходовые схемы; Т1442—2 расширителя по ИЛИ на 4 входа; Т1461—полусумматор с дополнительной двухходовой схемой ИЛИ—НЕ; Т1471—триггер; Т1481—разряд регистра сдвига; Т1491—мощный элемент с нагрузочной способностью 50.

Таблица 1

Параметры	МТ4	МТ5	МТ6
Нагрузочная способность, n	≥ 4	≥ 4	≥ 4
Мощность, потребляемая от источника питания, $P_{\text{ср}}, \text{мвт}$	0,5	0,75	1,5
Среднее время задержки распространения информации, $t_{\text{з.р.ср}}, \text{нсек}$	≤ 500	≤ 300	≤ 100
Напряжение питания, v	$4 \pm 10\%$	$4 \pm 10\%$	$4 \pm 10\%$

Разработанная серия логических микросхем имеет достаточно большой набор микросхем разных типов, что позволяет строить на ее основе широкий класс различных устройств для дискретной обработки информации. Основным недостатком данной серии—отсутствие в ней элемента, выполняющего функции счетного триггера. Однако построение такого элемента при заданном конструктивном решении связано с большими трудностями.

Выбор многокристального варианта конструкции позволяет, с одной стороны, снизить стоимость схем, и в случае необходимости быстро изменять состав серии выделением новых схем, изменяя лишь топологию печатного монтажа на керамической основе корпуса.

Изготовление схем типа Т14 заключается в нанесении печатного монтажа соответствующей топологии на керамическую плату корпуса, приклейки эмалью ЭП-91 на посадочные места платы бескорпусных приборов МТ с золотыми проволочными выводами. Затем золотые проводники путем импульсной микропайки припаиваются к токоведущим дорожкам печатного монтажа. Для исключения возможности замыкания золотых проводников с токоведущей дорожкой лицевую поверхность платы покрывают пленкой фторопластового лака ФП-525. Корпус герметизируется путем заливки выступающей части колпачка специальным эпоксидным герметиком ЭК-16Б.

В качестве системы электрических параметров для каждой логической схемы, определяющей ее нагрузочную способность, помехоустойчивость и быстродействие, берется система параметров схем типа МТ как основной ячейки схем Т14, а именно: $I_{\text{вх}}$ — входной ток открытой схемы; $I_{\text{вых}}$ — выходной ток закрытой схемы; $U_{\text{вых}}$ — выходное напряжение открытой схемы; $I_{\text{к.з}}$ — ток коллектора закрытой схемы. За основной параметр для динамического режима выбрано $t_{\text{з.р.ср}}$ — среднее время задержки распространения сигнала.

В основу методики измерения статических параметров схем Т14 положена методика измерения схем типа МТ с учетом некоторых особенностей ряда схем Т14, имеющих внутренние связи между элементами МТ, которые не позволяют измерять каждую схему отдельно. Перед

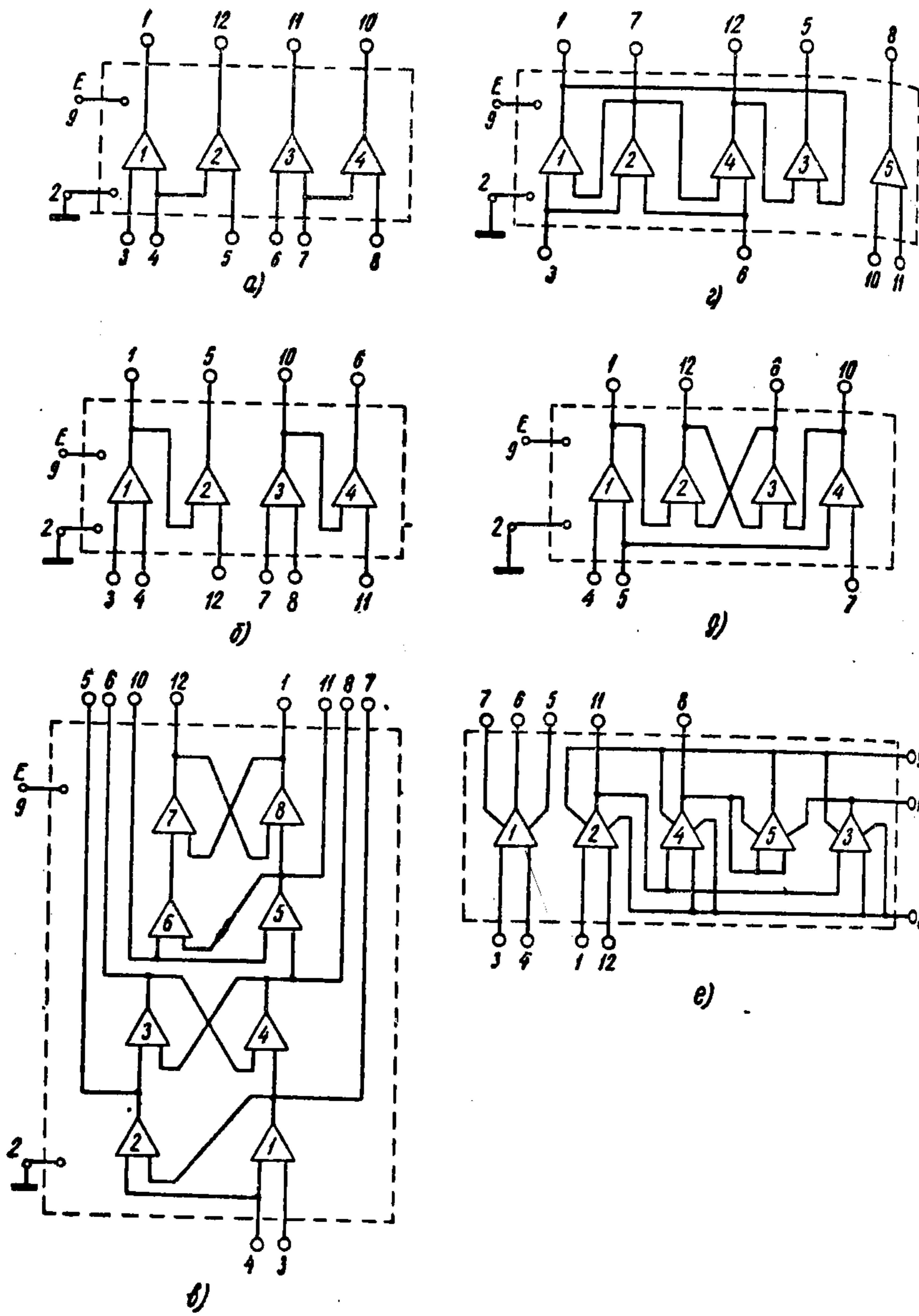


Рис. 2. Серия схем элементов Т14:
 а) Т1411; б) Т1431; в) Т1481; г) Т1461; д) Т1471; е) Т1491.

тем как перейти к рассмотрению особенностей измерения многофункциональных схем, введем определение некоторых тестовых напряжений:

- $U_{пор}^0$ — максимальное напряжение на входе закрытой схемы (состояние «1»), при котором она остается закрытой;
- $U'_{пор}$ — минимальное напряжение на входе открытой схемы (состояние «0»), которое достаточно для ее полного открывания;
- U'_{max} — максимальное напряжение на входе открытой схемы, когда она является единственной нагрузкой управляющей схемы;
- $U_{пэ}$ — напряжение помехи в цепи эмиттера;
- $U_{п}^-$ — напряжение запирающей помехи на входе схемы.

Каждый параметр микросхем МТ4 ÷ 6 измеряется в наихудшем случае, т. е. методика измерения гарантирует работоспособность схем при самых неблагоприятных сочетаниях. Для обеспечения работоспособности схем-нагрузок, подключенных к одному узлу, но расположенных в различных местах платы, входной ток схемы измеряется при дополнительной помехе в цепи эмиттера $U_{пэ}^- = 40$ мв. Эта величина гарантирует разность температур между схемами нагрузки $\sim 20^\circ\text{C}$ или падение напряжения на шине эмиттера, равного 40 мв. Рассмотрим более подробно методику измерения микросхем типа Т14.

Измерение входного тока схем можно производить лишь для тех входов, которые не имеют внутренних связей с выходами других элементарных схем. Напряжение питания при измерении входного тока $E = E_{min}$, $U_{вх} = U'_{пор} + U_{пэ}$.

На измеряемый вход подается напряжение U_{max} , а на второй вход, если он свободен, — напряжение U'_{max} . Если второй вход схемы соединен с выходом другой элементарной схемы, то входы последней заземляются. При этом на второй вход первой схемы подается напряжение с выхода второй схемы, соответствующее U'_{max} (рис. 3).

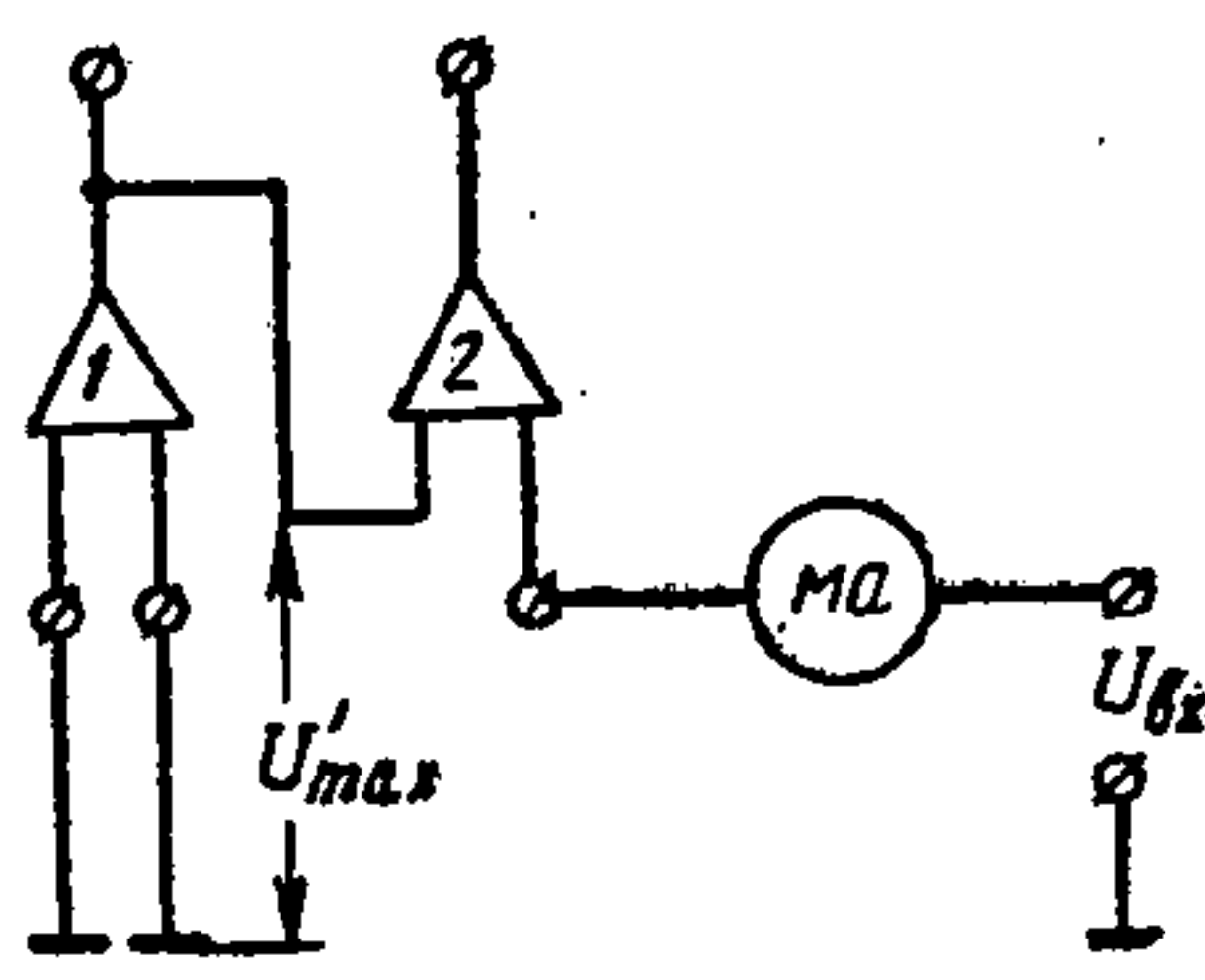


Рис. 3. Принципиальная схема измерения входного тока.

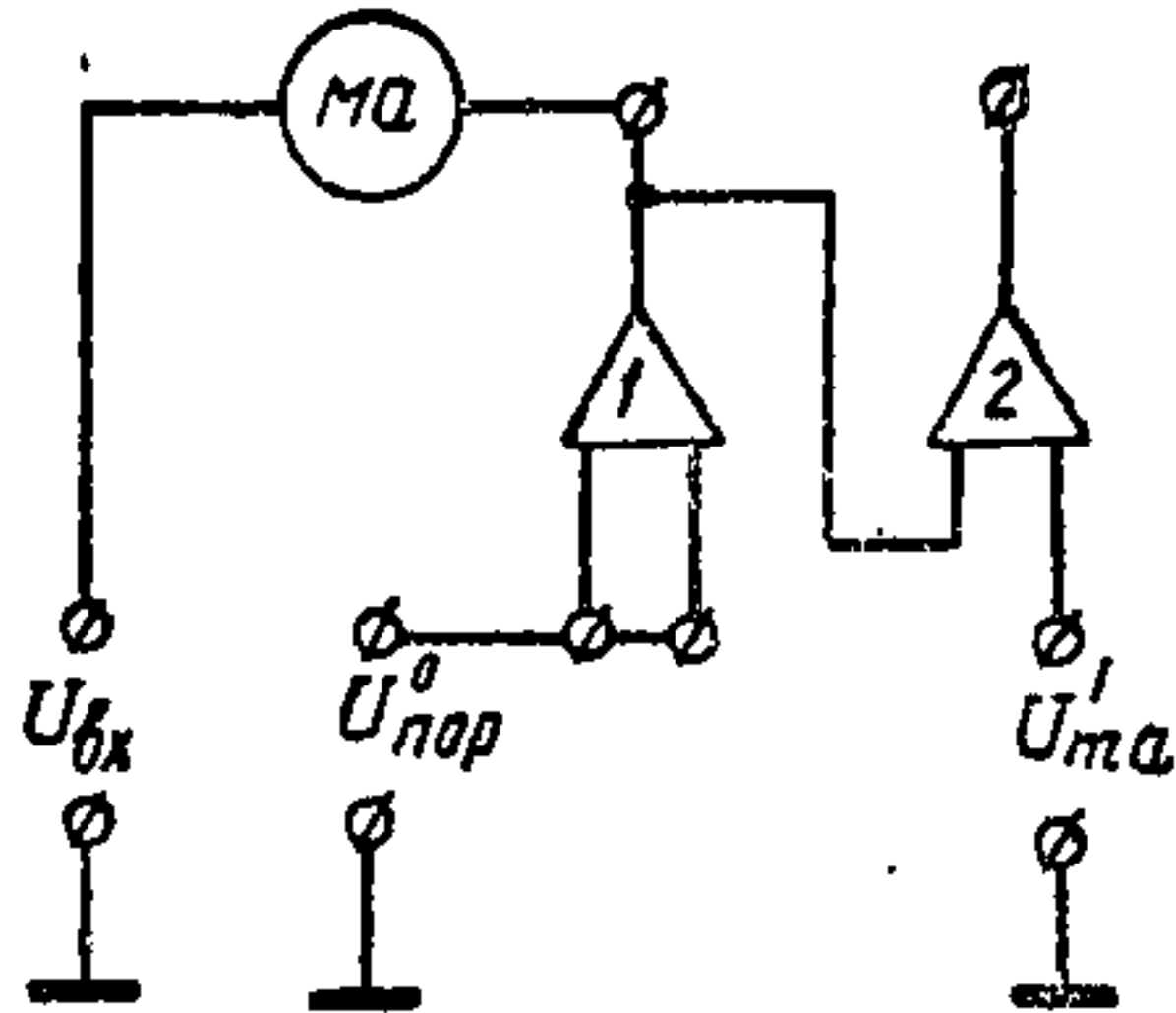


Рис. 4. Принципиальная схема измерения выходного тока.

Если у двух схем два входа объединены и выведены на один вывод (см. рис. 2, а), то входной ток по объединенным входам измеряется при подаче на этот вывод напряжения $U_{вх}$ и напряжения U'_{max} на свободные входы этих схем. При измерении входного тока по одному из свободных входов на объединенные входы подается напряжение U'_{max} , а другой свободный вход заземляется. При измерении входного тока у схем, имеющих 4 и более входов, на измеряемый вход подается напряжение $U_{вх}$, а на остальные входы напряжение U'_{max} .

Измерение выходного тока отдельных схем производится при подаче на вход напряжения $U'_{пор}$ и на выход напряжения $U'_{min} = U'_{пор} + U'_{пэ} + U_{п}^-$. Напряжение питания при измерении выходного тока $E = E_{min}$.

Если в многофункциональной схеме к выходу одной элементарной схемы подключены один или два входа других элементарных схем, то часть выходного тока ответвляется на входы схем нагрузок. Например, на рис. 4 выходной ток схемы 1 ответвляется на вход схемы 2.

Как уже указывалось, на входы измеряемой схемы должно подаваться напряжение $U'_{пор}$, если входы свободны. Если один или оба входа схемы подключены к выходам других схем, то эти схемы должны быть открыты по одному из входов путем подачи напряжения $U'_{пор}$. При этом на выходе этой схемы и на входе измеряемой будет напряжение меньше или равно $U'_{вых}$.

Подача напряжения на вход измеряемой схемы с выхода включенной схемы соответствует реальной работе модуля, поскольку между выходом схемы 1 и входом схемы 2 не может существовать помехи. При наличии внутренних связей на выход измеряемой схемы не может быть подано напряжение U'_{min} , так как при воздействии этого напряжения во вход схемы 2 течет ток, величина которого не контролируется. В связи с этим при измерении выходного тока у схем со связанным выходом измерение производится при соблюдении режима измерения входного тока схемы, вход которой подключен к измеряемому выходу, т. е. на этот выход подается напряжение $U_{вх}$, а на другие выводы схемы нагрузки подаются необходимые напряжения для создания режима измерения входного тока.

Так как измерение выходного тока в этом случае происходит при другом напряжении, по сравнению со схемами с несвязанными выходами, то необходимо соответствующим образом пересчитывать норму на выходной ток

$$I_{\text{вых min}}(r) = I_{\text{вых min}} \frac{E - U_{\text{min}}}{E - U_{\text{вх}}} - r I_{\text{вх max}},$$

где r — число внутренних нагрузок данной схемы по измеряемому выходу.

Измерение выходного напряжения в открытом состоянии производится так же, как и у базовых схем. У схем со связанным входом проверка отпираания производится при подаче на этот вход напряжения $U'_{пор}$, а входы схемы, с выходом которой связан проверяемый вход, заземляются. На рис. 5 показано измерение, соответствующее описываемому случаю. При измерении по другому входу выход схемы 1 заземляется.

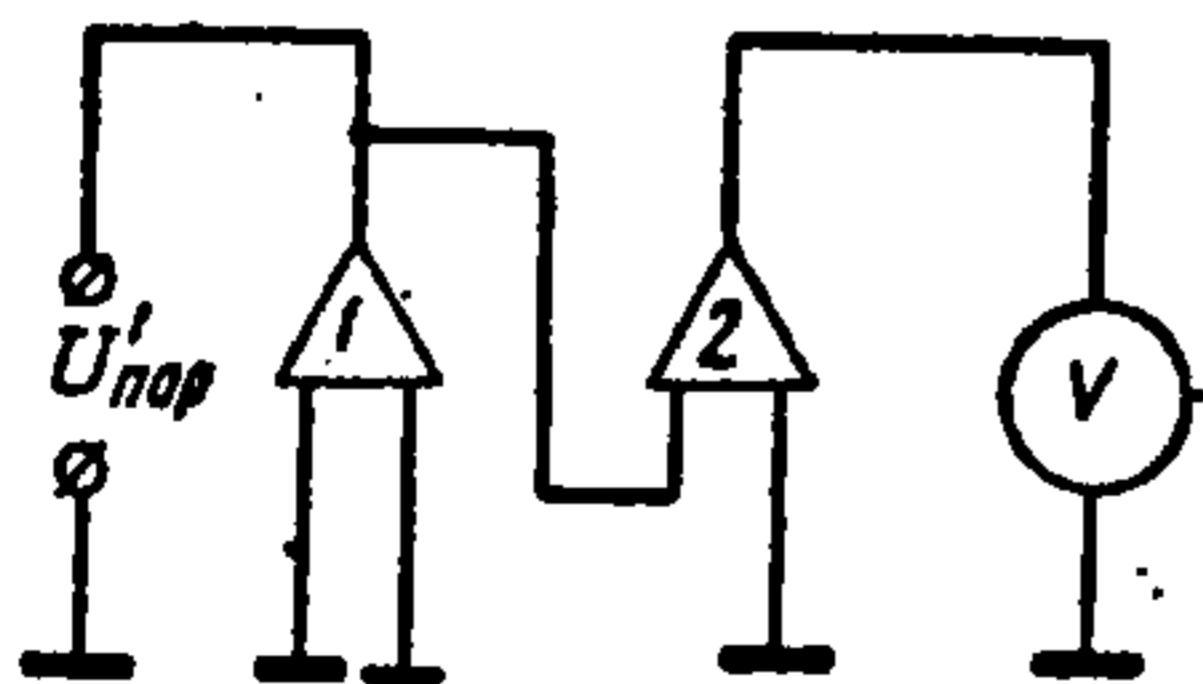


Рис. 5. Принципиальная схема измерения выходного напряжения.

Измерение динамических параметров. Как и в микросхемах МТ4÷6, у элементов серии Т14 производится измерение $t_{з.р.ср}$ по общепризнанной методике — путем воздействия прямоугольного импульса. Измерение $t_{з.р.ср}$ у сложных схем производится между основными входами и выходами при емкостной нагрузке $C_n = 20 \pm 2 \text{ нф}$ и $n=1$, где n — коэффициент разветвления. Поскольку в качестве базовой микросхемы для построения комплекса логических микросхем Т14 используется микросхема МТ, для которой уже определены нормы и режимы измерения, то они распространяются и на серию Т14. Статические параметры микросхем Т14, с учетом особенностей измерения приведены в табл. 2 и 3, а динамические параметры в табл. 4.

Таблица 2

Параметры схем T14	Нормы	
	группа А	группа Б
Входной ток несвязанного входа, мка	≤17	≤24
Входной ток 2 связанных входов, мка	≤34	≤48
Выходной ток несвязанного выхода, мка	70—110	100—180
Выходное напряжение открытой схемы, мв	≤200	<200

Таблица 3

Тип микросхемы	Потребляемая мощность (мвт) в различных логических состояниях				Примечание
	„1“		„0“		
T1411A T1411B	—	1,8 2,4	1,6 2,4	2,8 4,4	Состояние определяется по выходам
T1421A T1421B	0,85 1,2	1,15 1,7	0,85 1,2	1,15 1,7	Состояние определяется по выходу 8
T1431A T1431B	1,7 2,4	2,3 2,8	1,6 2,4	2,8 4,4	При $n=4$ состояние определяется по выходам 5 и 6
T1441A T1441B	0,9 1,2	0,9 1,2	0,8 1,2	1,4 2,2	Состояние определяется по выходам
T1461A T1461B	2,15 3,0	2,55 4,0	2,05 3,0	3,25 5,0	В состоянии логической «1» на входы 3; 6; 10 и 11 подано напряжение логического «0». В состоянии логического «0» на входы 3 и 10 подано напряжение логической «1»
T1471A T1471B	1,65 2,4	2,55 3,9	1,7 2,4	2,3 3,4	Состояние определяется состоянием токового входа
T1481A T1481B	3,3 4,8	5,1 7,5	3,4 4,8	4,6 6,8	Состояние определяется состоянием токовых входов
T1491A T1491B	18	25	1,4	3,2	Режим 1. Состояние определяется по выходу 10

Тип микросхемы	Номера выводов входа и выхода	Среднее время задержки распространения информации не более (нсек)
T1411A T1411B	3—1; 5—12; 6—11; 8—10 То же	600 400
T1421A T1421B	3—8; 5—8; 7—8 То же	1000 800
T1431A T1431B	3—5; 7—6 То же	1000 800
T1441A T1441B	3—1; 5—1; 8—7; 11—7 То же	500 400
T1451A T1451B	3—10 То же	1000 800
T1461A T1461B	3—5; 6—5; 10—8 То же	1000; 1000; 500 800; 800; 400
T1471A T1471B	4—12; 7—8 То же	1000 800
T1481A T1481B	3—8; 3—6; 8—1; 8—12 То же	1000; 1500; 1000; 1500 800; 1200; 800; 1200
T1491A* T1491B*	1—10 То же	800 700

* Для микросхемы T1491 приведено значение времени задержки на выключение при $R_H=510$ ом и $C_H=510$ пф.

Исходя из приведенных параметров и номенклатуры серии T14, можно считать, что она может использоваться для построения различных устройств дискретной обработки информации.

Статья поступила 24 января 1969 г.