

## Устройство для индикации с энергосберегающим режимом

Альберт В. Патраль  
Россия, Санкт-Петербург  
Март 01, 2012

Начертания цифровых знаков на основе 4-сегментного формата /1/ в отличие от начертания цифровых знаков 7-сегментного формата имеют преимущества не только в расширении диапазона по габаритным размерам форматов индикаторов, но и по снижению затрат на электропитание. Но привычность восприятия цифровых знаков арабского происхождения будет еще долго препятствовать внедрению наиболее эффективных по восприятию сегментных знаков на основе 4-позиционных форматов индикаторов. Под эффективностью применения понимается выполнение функционального назначения устройства для индикации с наименьшими затратами (энергетическими, конструктивно-габаритными, экономическими и т.д.). Так, например, дальность наблюдения цифровых знаков на основе 4-сегментного формата /1/ из верхних или нижних элементов 7-сегментного формата равна дальности наблюдения цифровых знаков арабского происхождения 7-сегментного формата при вдвое большем их габаритном размере. А дальность наблюдения 4-хпозиционных цифровых знаков 6-сегментного формата на основе 7-сегментного формата, в котором не используется средний горизонтальный сегмент, в два раза больше. Пропорционально числу используемых сегментов на знак изменяется и потребление электроэнергии. Чтобы начертания цифровых знаков 4-сегментного формата стали привычными, необходимо обеспечить индикацию их на электронных табло бытовых приборов.

Самым распространенным устройством для индикации, в котором возможно на практике осуществить поочередно визуальную индикацию 7-позиционных и 4-позиционных знаков является табло электронных часов.

Структурная схема электронных часов для индикации цифровых знаков в различных форматах должна содержать преобразователи двоично-десятичного (DD1-DD4) кода, например, 8-4-2-1:

1. в **7-позиционный** код (DD1) управления **семисегментным** форматом (HG1) индикатора при формировании цифровых знаков арабского происхождения (рис. 1а, рис. 1б);
2. в **4-позиционный** код (DD2) управления **четырёхсегментным** форматом индикатора при формировании цифровых знаков **из нижних** элементов 7-сегментного формата (HG1) индикатора (рис. 1в, рис. 1г);
3. в **4-позиционный** код (DD3) управления **четырёхсегментным** форматом индикатора при формировании цифровых знаков **из верхних** элементов 7-сегментного формата (HG1) индикатора (рис. 1д, рис. 1е);

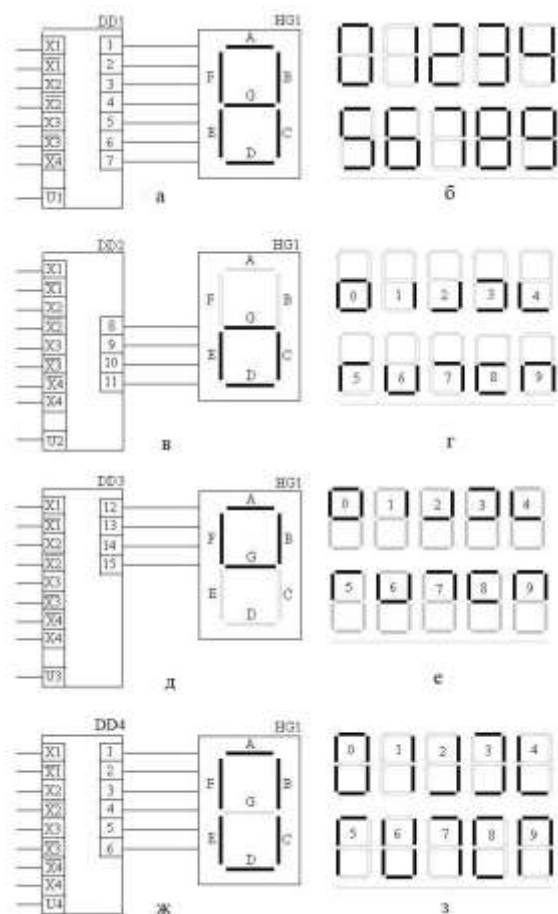


Рис.1

4. в **4-позиционный** код (DD4) управления **шестисегментным** форматом индикатора при формировании цифровых знаков из **шести** элементов того же 7-сегментного формата (HG1) индикатора без среднего горизонтального сегмента (рис.1ж, рис.1з).

Для построения преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в семипозиционный код управления элементами 7-сегментного формата индикатора необходимы таблица истинности /2/ двоично-десятичного кода 8-4-2-1 (рис.2а) и таблица истинности /2/ 7-позиционного кода (рис.2в). Аналогично табличной записи истинности двоично-десятичного кода 8-4-2-1 и табличной записи семипозиционного кода представлены их построчные записи /3, 4/ цифрами десятичного кода (рис.2б, рис.2г). Цифровой метод записи сигналов цифрами десятичного кода на входных и выходных выводах структурной схемы преобразователя кода позволяет наглядно проследить процесс происхождения в цифровые знаки на запись 7-позиционного кода (рис.2г) цифрами десятичного кода аналогична цифровой записи сигналов гашения и высвечивания (рис.2е) элементов формата индикатора (рис.2д). По этим записям легко проверить правильность формирования цифровых знаков. По сигналам с уровнем логической «1» позиции Y1 (рис.2г) видно, что гашение элемента А (А-1,4) цифрового формата индикатора происходит только при формировании цифровых знаков 1 и 4 (что и записано в построчной цифровой записи при гашении элементов индикатора). Точно также осуществляем по таблице истинности 4-позиционного кода (рис.3а) построение структурной схемы преобразователя кода 8-4-2-1 в четырехпозиционный код /5/ управления цифровыми форматами, либо из четырех нижних, либо из четырех

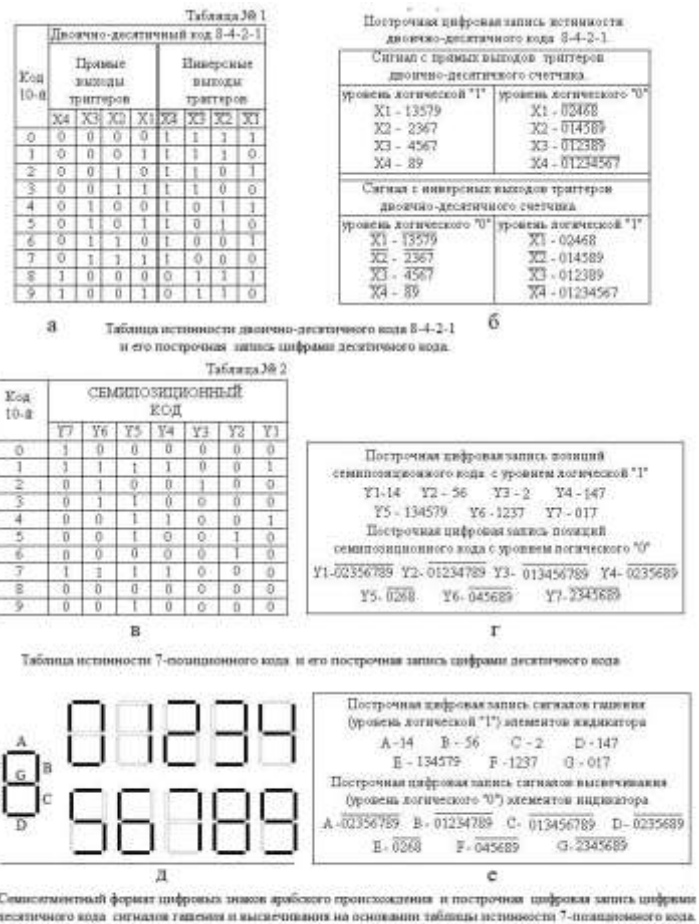


Рис.2

преобразования цифровых знаков арабского основе семисегментного формата. Построчная

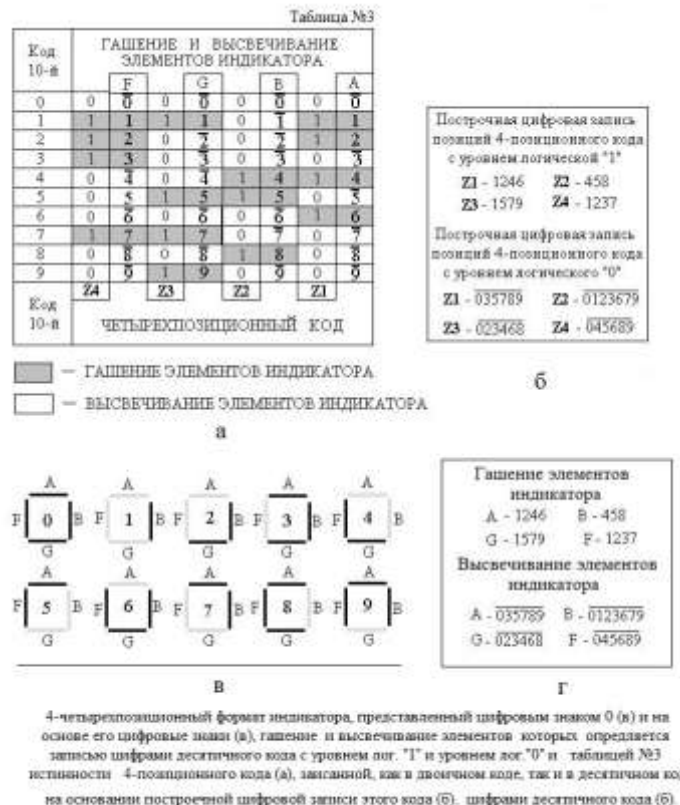


Рис.3

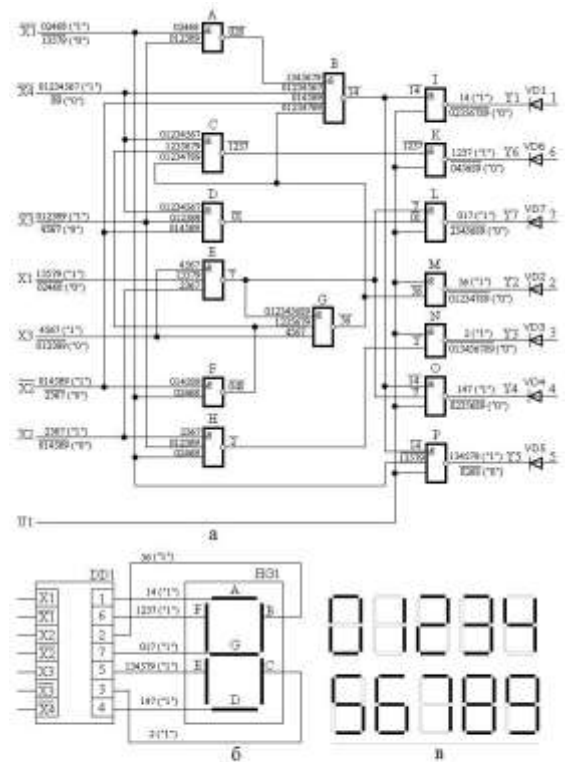
верхних, либо из шести элементов (без среднего горизонтального сегмента) 7-сегментного формата индикатора.

Наилучшая структурная схема преобразователя /3, 4/ кода 8-4-2-1 в 7-позиционный код представлена рис.4а. Аналогично построенная цифровым методом структурная схема преобразователя двоично-десятичного кода в четырехпозиционный код представлена на рис 5а. Выходные выходы (1-7) структурной схемы преобразователя двоично-десятичного кода в 7-позиционный код (рис.4а) и выходные выходы (3-5,7) структурной схемы преобразователя двоично-десятичного кода в 4-хпозиционный код (рис.5а), подключаемые к входным выводам **одного и того же формата индикатора** (рис.4б, рис.5б), разделены диодами (VD1-VD11).

Если на общие входные выходы логических элементов И-НЕ (I-P) поступает разрешающий сигнал (U1) с уровнем логической «1» (рис.4а), то на общие входные выходы логических элементов И-НЕ (J, U, V, W) поступает запрещающий сигнал с уровнем логического «0» (рис.5а). На выходных выводах (Z1-Z4) логических элементов И-НЕ (J, U, V, W) устанавливается уровень логической «1» (рис.5а). Постоянный уровень логической «1» на выходных выводах (Z1-Z4) логических И-НЕ (J, U, V, W) не оказывает влияния на уровни сигналов на выходных выводах логических элементов И-НЕ (I-P) структурной схемы преобразователя двоично-десятичного кода в 7-позиционный код. На семисегментном формате индикатора (рис.4б) формируются цифровые знаки арабского происхождения (рис.4в).

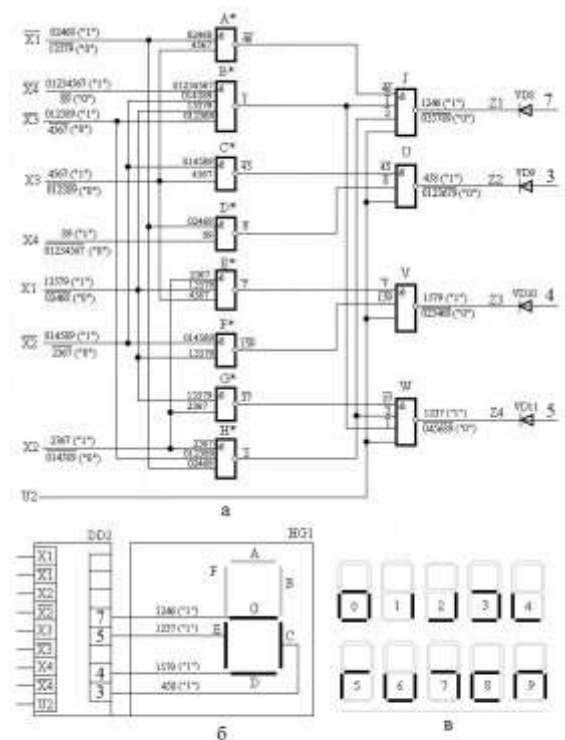
Если на общие входные выходы логических элементов И-НЕ (J, U, V, W) поступает разрешающий сигнал (U2) с уровнем логической «1» (рис.5а), то на общие входные выходы логических элементов И-НЕ (I-P) поступает запрещающий сигнал с уровнем логического «0» (рис.4а).

На выходных выводах (Y1-Y7) логических элементов И-НЕ (I-P) устанавливается уровень логической «1» (рис.4а). Постоянный уровень логической «1» на выходных выводах логических И-НЕ (I-P) не оказывает влияния на уровни сигналов на выходных выводах (Z1-Z4) логических элементов И-НЕ (J, U, V, W) структурной схемы преобразователя двоично-десятичного кода в 4-хпозиционный код.



Наилучшая структурная схема преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в 7-позиционный код (а) управление элементами формата индикатора (б) при формировании цифровых знаков (в)

Рис.4



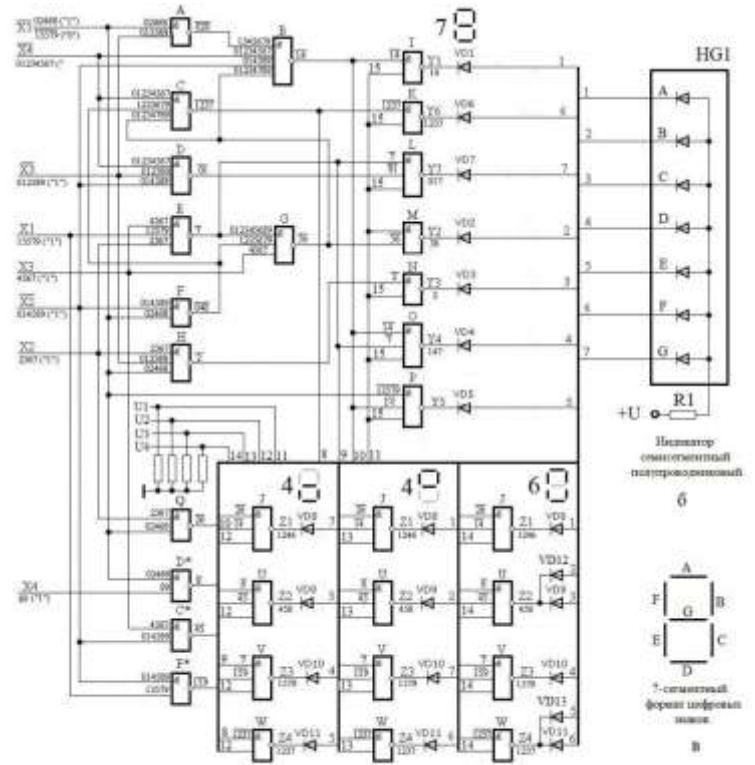
Структурная схема преобразователя кода 8-4-2-1 в 4-хпозиционный код (а) управление индикатором (б) элементами 7-сегментного формата индикатора при формировании 4-хпозиционных цифровых знаков (в)

Рис.5

На четырехсегментном формате из нижних элементов 7-сегментного формата индикатора (рис.5б) формируются цифровые знаки (рис.5в).

Подобным же образом осуществляется формирование 4-позиционных цифровых знаков 4-сегментного формата из верхних элементов 7-сегментного формата и 6-сегментного формата (без среднего горизонтального сегмента) из элементов 7-сегментного формата индикатора.

Структурная схема многофункционального преобразователя кода 8-4-2-1 в 7-позиционный и 4-позиционные коды управления элементами 7-сегментного формата индикатора представлена на рис.6а. Структурная схема преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в 7-позиционный код управления элементами индикатора (рис.4а) без изменения входит в структурную схему многофункционального преобразователя кода 8-4-2-1 в коды управления элементами 7-сегментного формата индикатора (верхняя часть структурной схемы). Выходные логические элементы И-НЕ (I, K-P) структурной схемы преобразователя кода 8-4-2-1 в 7-



Структурная схема многофункционального преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в 7-позиционный код и в 4-позиционные коды управления 4-элементным форматом из нижних, верхних элементов 7-сегментного формата и 6-сегментным форматом 7-сегментного формата без среднего горизонтального сегмента.

Рис.6

позиционный код обозначены индексом 7 с указанием формата, на основании которого формируются цифровые знаки. Выходными логическими элементами И-НЕ названы такие логические элементы, на выходных выводах которых сформированы сигналы управления элементами индикатора.

Структурная схема преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в 4-хпозиционный код управления **нижними** элементами 7-сегментного формата. Она содержит логические элементы И-НЕ (B, C, E, Q, D\*, C\*, F\*) и выходные логические элементы (обозначены индексом 4 с указанием формата **из нижних** элементов 7-сегментного формата, на основании которого формируются цифровые знаки) И-НЕ (J, U, V, W).

Структурная схема преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в 4-хпозиционный код управления **верхними** элементами 7-сегментного формата. Она содержит логические элементы И-НЕ (B, C, E, Q, D\*, C\*, F\*) и выходные логические элементы (обозначены индексом 4 с указанием формата **из верхних** элементов 7-сегментного формата, на основании которого формируются цифровые знаки) И-НЕ (J, U, V, W).

Структурная схема преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в 4-хпозиционный код управления шестью элементами 7-сегментного формата. Она содержит логические элементы И-НЕ (B, C, E, Q, D\*, C\*, F\*) и выходные логические элементы (обозначены индексом 6 с указанием 6-сегментного формата на основе 7-сегментного формата без среднего горизонтального сегмента, на основании которого формируются цифровые знаки) И-НЕ (J, U, V, W).



Позиционные сигналы (Z2 и Z4) с выходов логических элементов И-НЕ (U, W) поступают на элементы В, С и Е, F 6-сегментного формата одновременно, через разделительные диоды VD9, VD12 и VD11, VD13, соответственно.

Формирование цифровых знаков в том или ином формате обеспечивается подачей разрешающего сигнала с уровнем логической «1» на один из входов (U1-U4) структурной схемы многофункционального преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в 7-позиционный и 4-позиционные коды (рис.6).

В структурной схеме **многофункционального** преобразователя двоично-десятичного кода 8-4-2-1 в 7-позиционный и 4-позиционные коды сокращено число логических элементов И-НЕ и число информационных входов к ним в два раза, в сравнении с применением для тех же целей отдельных структурных схем преобразователей кода (рис.1). А число линий связи с семисегментным форматом индикатора при формировании четырех цифровых форматов знаков не превышает необходимое число линий связи с одним семисегментным форматом.

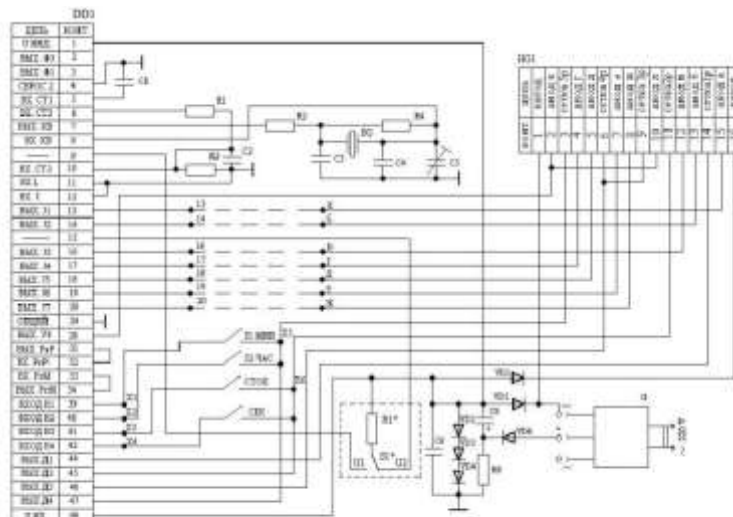
В зависимости от того, какой режим выбран для индикации цифровых знаков, можно получить соответствующую этому режиму эффективность использования 7-сегментного индикатора.

Наилучший режим по восприятию цифровых знаков: формирование на 7-сегментном индикаторе 4-хпозиционных цифровых знаков в 6-сегментном формате /6/.

Наилучший режим по энергосбережению - формирование на 7-сегментном индикаторе 4-хпозиционных цифровых знаков 4-сегментного формата из верхних (или нижних) элементов 7-сегментного формата /6/.

Практическое применение **устройства для индикации цифровых знаков с энергосберегающим режимом** осуществлено в электронных часах, как наиболее массовом цифровом приборе. Электронные часы построены на основе структурной схемы радиоконструктора «Старт 7176 «Электронные часы» (рис.7 /7/).

Структурная схема электронных часов построена на базе микросхемы БИС К145ИК1901 и индикатора типа ИВЛ1-7/5. Её можно дополнить переключателем (он выделен на схеме штрихпунктирной линией) на два положения: привычный режим 7-сегментного формата и режим энергосберегающий 4-позиционного формата цифровых знаков. На корпусе микросхемы БИС К145ИК1901 есть два не занятых вывода 9 и 15, которые можно использовать попеременно для включения-выключения 7-позиционного или 4-позиционного цифрового формата. Структурная схема микросхемы БИС К145ИК1901 в этом случае должна быть изменена. Преобразование двоично-десятичного кода в 7-позиционный код на основе микросхемы БИС К145ИК1901 должно быть заменено на два преобразования (по аналогии с многофункциональным преобразователем кода - рис.6), объединенных одной структурной схемой: преобразование в 7-позиционный код и преобразование в 4-позиционный код. Изменение структурной схемы БИС К145ИК1901 здесь не рассматривается.



Структурная схема радиоконструктора "Старт 7176 "Электронные часы".

Рис.7

На практике же эта задача решена /6/ на дискретных логических элементах И-НЕ (рис.8).

Структурная схема преобразователей двоично-десятичного кода в 7-позиционный и 4-позиционный коды включена в разрыв семи линий связи (линии связи на рис.7 обозначены штрихпунктирными линиями) между выходными выводами микросхемы БИС К145ИК1901 (DD1) и входными выводами 7-сегментного индикатора типа ИВЛ1-7/5 (HG1). Для согласования по уровню напряжения, между сигналами высокого уровня, поступающими с выходных выводов 13,14, 16-20 микросхемы БИС К145ИК1901 (рис.8а) и сигналами низкого уровня, необходимыми для работы логических элементов И-НЕ, включены делители напряжения на резисторах R1/R2 - R13/R14 (рис.8б).

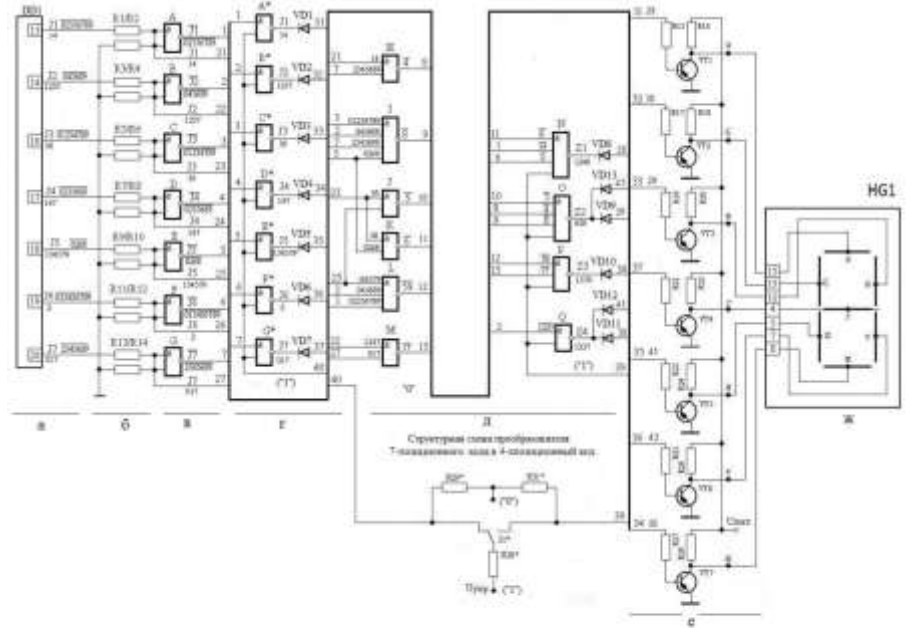


Рис.8

Для согласования по уровню напряжения между сигналами низкого уровня, поступающими с выходных выводов логических элементов И-НЕ (рис.8г, рис.8д) и сигналами высокого уровня, необходимыми для управления элементами формата индикатора HG1 (рис.8ж) включены усилители на транзисторах VT1-VT7 (рис.8е).

Структурная схема преобразователя семипозиционного кода в 4-позиционный код (рис.8д) построена на логических элементах И-НЕ (Н, I, J, K, L, M) и логических элементах И-НЕ (N, O, P, Q). Логические элементы И-НЕ (А, В, С, D, E, F, G) используются в качестве инверторов информационных сигналов (рис.8в). Сигналы с выходных выводов логических элементов И-НЕ (А, В, С, D, E, F, G) поступают:

- а. на входные выводы структурной схемы преобразователя семипозиционного кода в 4-позиционный код (рис.8д);
- б. на входные выводы логических элементов И-НЕ (А\*, В\*, С\*, D\*, E\*, F\*, G\*), на выходных выводах которых формируются сигналы 7-позиционного кода (рис.8г).

Информационные сигналы 7-позиционного кода могут быть отключены от управления элементами 7-сегментного формата индикатора HG1 при поступлении напряжения (провод 40) запрещения с уровнем логического «0» (переключатель S1\* в правом по схеме положении) на общие входные выводы логических элементов И-НЕ (А\*, В\*, С\*, D\*, E\*, F\*, G\*). На выходных выводах логических элементов И-НЕ (А\*, В\*, С\*, D\*, E\*, F\*, G\*) в этом случае устанавливается постоянный уровень логической «1». Постоянный уровень логической «1» не оказывает влияния на управление элементами формата индикатора сигналами 4-хпозиционного кода, на общие входные выводы логических элементов И-НЕ (N, O, P, Q) которых поступает напряжение (провод 39) разрешения с уровнем логической «1». Фактически информация 7-позиционного кода отключается от управления элементами формата индикатора.

С выходных выводов логических элементов И-НЕ (N, O, P, Q) сигналы 4-позиционного кода поступают на базы транзисторов VT1-VT3, VT5-VT7, коллекторы которых подключены к элементам (а, б, в, д, е, ж) формата индикатора HG1. Гашение и высвечивание этих элементов индикатора осуществляется в соответствии с 4-позиционным кодом при формировании соответствующих цифровых знаков (рис.9б) 6-сегментного формата (рис.9а).

Средний горизонтальный сегмент (г) 7-сегментного формата индикатора отключен от управления.

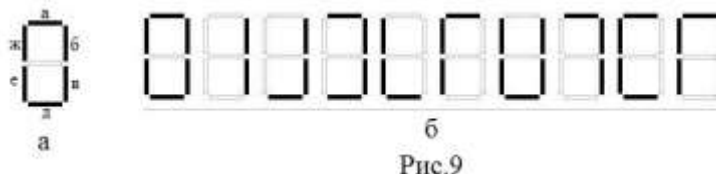


Рис.9

Точно также, информационные сигналы 4-позиционного кода могут быть отключены от управления элементами индикатора HG1 при поступлении напряжения (провод 39) запрещения с уровнем логического «0» (переключатель S1\* в левом по схеме положении) на общие входные выводы логических элементов И-НЕ (N, O, P, Q). На выходных выводах логических элементов И-НЕ (N, O, P, Q) в этом случае устанавливается уровень логической «1». Постоянный уровень логической «1» не оказывает влияния на управление элементами формата индикатора 7-позиционным кодом. Фактически информация 4-позиционного кода отключается от элементов формата индикатора. На общие входы логических элементов И-НЕ (A\*, B\*, C\*, D\*, E\*, F\*, G\*) поступает напряжение (провод 40) разрешения с уровнем логической «1» (рис.8г). На индикаторе (рис.8ж) формируются цифровые знаки арабского происхождения 7-сегментного формата.

Выходные выводы логических элементов И-НЕ (A\*, B\*, C\*, D\*, E\*, F\*, G\*) и выходные выводы логических элементов И-НЕ (N, O, P, Q) защищены друг от друга разделительными диодами (VD1-VD7 и VD8-VD13, соответственно).

Применение 6-сегментного формата в электронных часах (рис.10) обеспечивает не только улучшение восприятия цифровых знаков, у которых среднее число сегментов на знак меньше, чем у 7-сегментных цифровых знаков, но и снижение потребления электропитания. К тому же использование при 4-хпозиционном управлении 6 сегментов 7-сегментного формата индикатора величина эффективного углового размера знаков 6-сегментного формата в два раза больше /1/ угловых размеров знаков 7-сегментного формата.



Часы электронные (1999 год)

Рис.10

При использовании в электронных часах 4-хпозиционного управления нижними или верхними элементами семисегментного формата индикатора уменьшит потребление электроэнергии в два раза /6/, а величина эффективного углового размера их равна величине эффективного углового размера 7-позиционных знаков /1/.

### Используемые источники

1. Патент № 2037886 на изобретение «Устройство для индикации» выдан 19 июня 1995 г. Приоритет изобретения от 19 февраля 1992 г. Заявка № 5037630. Автор Патраль А.В.
2. Справочник по интегральным микросхемам. Под редакцией Тарабрина Б.В. Москва. «Энергия». 1980 г.
3. Петербургский журнал Электроники №2/2011. «Простой метод построения преобразователя кодов». Автор Патраль А.В.
4. Энциклопедически Фонд России: [www.russika.ru](http://www.russika.ru) – П - Преобразователь кода.

5. Патент № 2432621 на изобретение «Устройство для индикации с масштабированием сегментного знака» выдан 27 октября 2011 г. Приоритет изобретения от 11 января 2010 г. Заявка № 2010100684. Автор Патраль А.В.
6. Патент № 2427930 на изобретение «Устройство для индикации цифровых знаков с энергосберегающим режимом» выдан 27 августа 2011 г. Приоритет изобретения 09 марта 2010 года. Заявка № 2010108561. Автор Патраль А.В.
7. Инструкция по сборке и эксплуатации радиоконструктора «Старт 7176 «Часы электронные» 1989 г., соответствует техническому описанию ТО 17 И-11-1132-87 и ОСТ 17-847-80. 266028 г. Ровно, завод им. 60-летия Октября.