

УДК 621.38

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ КАЛЬКУЛЯТОРА С ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ИНДИКАТОРОМ

Парфенцова С.В., Шахновская В.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Первые карманные, электронные калькуляторы стали появляться благодаря развитию кремниевых микросхем в конце 1960-х и в начале 70-х годов. Калькуляторы имеют много общего с компьютером: они работают подобным образом, но есть одна большая разница: калькулятор – это полностью управляемая человеком машина для обработки математической информации, а компьютер кроме этого может быть запрограммирован для решения целого ряда других заданий более общего назначения.

На рисунке 1 изображены виды спереди и сзади со снятой крышкой калькулятора CITIZEN SR-135N.



Рисунок 1 – Виды спереди и сзади со снятой крышкой калькулятора CITIZEN SR-135N

Калькулятор состоит из корпуса, клавиатуры с резиновыми кнопками и платы. В данной модели плата сделана из стеклотекстолита с нанесенными на нее проводниками. Питание – от двух малогабаритных батареек. В верхней части калькулятора расположен жидкокристаллический индикатор.

На плате расположены токопроводящие проводники с открытыми контактными местами. При нажатии на кнопку прижимается участок пленки, расположенной между кнопками и платой, к токопроводящим местам платы и происходит электрический контакт. Часто токопроводящий контакт наносят на обратную сторону кнопки. В том случае сама кнопка прижимается к плате для создания контакта. Главной частью калькулятора является чип микропроцессора. Он управляет работой калькулятора.

Рассмотрим, как работает индикатор на жидких кристаллах.

Жидкие кристаллы (ЖК) – это специальные молекулы, которые при приложении между ними напряжения поворачиваются и меняют поляризацию света.

Простыми логическими уровнями здесь не обходятся. Возбуждение ЖК слоя в индикаторах осуществляется переменным напряжением синусоидальной формы или формы

типа меандр, с эффективным значением (в зависимости от типа) от 2,7 В и частотой 30–1000 Гц. Постоянная составляющая напряжения не допускается из-за появления электролитического эффекта, что ведёт к резкому сокращению срока службы приборов с индикаторами. Чтобы обеспечить переменное напряжение и отсутствие постоянной составляющей используются уровни напряжений в $1/3$ и $2/3$ от максимума. В итоге форма импульсов будет ступенчатой.

Основным параметром ЖК индикаторов, отражающим качество их работы, является контраст знака по отношению к фону. Он определяется как отношение интенсивностей света, выходящего из ЖК индикатора, в исходном (невозбужденном), и возбужденном состояниях. Если возбуждается не весь слой жидких кристаллов, а определенные участки в виде символа или цифры, то изображение данного символа (цифры) будет темным в проходящем свете по сравнению с невозбужденной областью (фоном).

Принцип работы микропроцессора калькулятора мало чем отличается от обычного персонального компьютера, имеющего процессор, память, клавиатуру и видеокарту.

Если посмотреть на фото кристаллов, то можно заметить, что все пространство микропроцессора примерно делится на три области: область постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) с постоянной программой ("прошивкой"), область оперативного запоминающего устройства (ОЗУ), где хранятся регистры памяти калькулятора. Остальные цепи процессора включают арифметически-логическое устройство (АЛУ), драйвер индикатора, драйвер клавиатуры, преобразователи напряжения и другие вспомогательные цепи.

При включении калькулятора сначала срабатывает сброс по питанию. При подаче электричества специальный узел заставляет программу работать с начального адреса. Команда за командой извлекается из ПЗУ и исполняется. Вначале происходит обнуление регистров, формирование числа "0.", сброс всяких признаков переполнения, операций и прочее. После сброса программа ожидает события от клавиатуры (нажатие кнопки).

Когда нажата кнопка, то процессор через некоторое время еще раз опрашивает клавиатуру, чтобы подавить дребезг кнопок (когда из-за плохого контакта может произойти одновременно несколько нажатий).

А дальше, в зависимости от предыдущих состояний, он по программе определяет, что с этим нажатием делать. Например, если идет ввод числа и введена цифра, то продолжить ввод. Если нажата кнопка операции, то выполнить операцию.

Сам алгоритм и логика выполнения операций целиком лежит на ПЗУ и программистах, которые писали прошивки.

Что интересно, все простые операции выполняются так, как их учат в школе: сложение и вычитание – в столбик. Выравниваются порядки двух введенных чисел, и происходит сложение или вычитание. Умножение и деление также в столбик. Разряд за разрядом. Сначала последовательным сложением умножают на младшую цифру множителя, затем вторую и так далее до старшей цифры. Деление – последовательным вычитанием.

После выполнения операции отдельная подпрограмма нормализует результат: отбрасывает незначащие нули и сдвигает его вправо.

Если в калькуляторе есть тригонометрические функции, то они также выполняются, как их запрограммировал программист. Есть разные способы вычисления элементарных функций: разложение в ряд Тейлора или по методу "Cordic".

Рассмотрим назначение кнопок MR, M –, M + на калькуляторе.

M + - добавить текущее значение на экране к значению в памяти (сложение);

M – - отнять текущее значение на экране к значению в памяти (вычитания);

MRC - вывод значения, хранящегося в памяти. Повторное нажатие производит очистку памяти.

Литература

1. <http://engineering-ru.dreamwidth.org/409437.html?thread=29191773>
2. <http://prevolutijn.albest.ru/radio/005098750.html>
3. <http://taxk1.narod.ru/index.files/jidko.html>