

Применение TFT-дисплеев со встроенным контроллером

Виктор БЕЛЕЦКИЙ,
к. т. н.
belvi@cec-mc.ru
Алексей ДАНЬКО
danko@cec-mc.ru
Ольга КОСТИНА
olga_k@cec-mc.ru

В современных условиях производители электронных приборов и оборудования поставлены в жесткие условия конкуренции на внутренних рынках сбыта — это системы безопасности, коммутационное оборудование и оборудование для связи, автомобильная электроника, измерительная аппаратура, автоматизация производства. Что касается внешних рынков, то на экспорт электроника российских производителей поступает в основном в составе вооружения.

Если говорить о предметной конкуренции (например, электронные изделия для одного и того же применения, выпускаемого разными предприятиями), то конкурентоспособность определяется функциональностью, ценой и эргономичностью прибора.

При прочих равных условиях потребитель остановит свой выбор на изделии, где в наилучшей степени проявляется оптимизация взаимодействия системы «оператор – прибор». Сказанное относится в первую очередь к органам управления и индикации, размещенным на лицевой панели. Оснащение приборов цветным дисплеем позволяет значительно повысить уровень комфортности восприятия информации.

Модернизация электронных приборов путем использования индикаторов со встроенным контроллером

Наиболее бюджетный вариант модернизации выпускаемой продукции — замена монохромного индикатора на цветной, что сегодня сделать достаточно просто. На рынке представлено значительное количество TFT- и OLED-дисплеев размерами от 0,66" и выше. В большинстве своем малогабаритные индикаторы имеют встроенный контроллер. Подобные контроллеры отличаются разнообразием применяемых интерфейсов: I²C, SPI, параллельный, цифровой RGB. При этом доработка прибора не потребует значительных затрат.

Значительно сложнее вариант модернизации прибора, когда планируется использование цветного индикатора большого формата. В основном рынок TFT-дисплеев размером более 4 дюймов представлен моделями с аналоговым RGB или цифровым интерфейсом, в котором каждая цветовая составляющая пикселя задается 6- или 8-битным значением с передачей сигнала уровнями LVTTTL (Low Voltage TTL) или LVDS (Low Voltage Differential Signaling — низковольтная диф-



Рис. 1. TFT-дисплей MTF-TQ57SN741-AV (фирма Microtips)

ференциальная передача сигналов). В этом случае модернизация прибора потребует замены элементной базы, обновления и отладки программного обеспечения, что фактически означает разработку прибора с нуля с соответствующими финансовыми затратами.

Дисплейные технологии постоянно развиваются: сейчас доступны цветные TFT-индикаторы размерами 4,3", 5,6" и 7" со встро-

енным контроллером (Microtips, Powertip, Bolymin, Winstar и др.).

Возьмем, к примеру, два дисплея производства фирмы Microtips — MTF-TQ57SN741-AV (5,7", 320×240×RGB, рис. 1) и MTF-TV57NN831-AV (5,7", 640×480×RGB) (таблица).

По своим габаритам (144×104,6 мм) и размерам видимой области (115,2×86,4 мм)

Таблица. Технические характеристики дисплеев

Характеристики	MTF-TQ57SP741-AV	MTF-TV57NN831-AV
Размер экрана	5,7"	5,7"
Разрешение дисплея	320×RGB×240 точек, 262 К цветов	640×RGB×480 точек, 262 К цветов
Размер пикселя	0,36×0,36 мм	0,18×0,18 мм
Видимая область	115,2×86,4 мм	115,2×86,4 мм
Внешние габариты	144×104,6×12,8 мм	144×104,6×2,8 мм
Вес	155 г (MTF-TQ57SN741-AV) — без сенсорной панели 202 г (MTF-TQ57SP741-AV) — с сенсорной панелью	155 г (MTF-TV57NN831-AV) — без сенсорной панели 202 г (MTF-TV57NP831-AV) — с сенсорной панелью
Яркость	500 кд/м ² (400 кд/м ² в варианте с сенсорной панелью)	450 кд/м ² (360 кд/м ² в варианте с сенсорной панелью)
Контрастность	250:1	250:1
Угол видимости	6 о'clock	12 о'clock
Угол обзора	±65°	±65°
Время отклика	15–50 мс	15–50 мс
Подсветка	Светодиодная LED, срок жизни 50 000 ч, 6,6 В, 300 мА	Светодиодная LED, срок жизни 50 000 ч, 10 В, 200 мА
Интерфейс	8/16-битный (Intel 8080) CPU-интерфейс	8/16/18-битный (Intel 8080, Motorola 6800) CPU-интерфейс
Контроллер	SSD1926 (Solomon), 256 К видео SRAM	SSD1961 (Solomon), 675 К видео SRAM
Напряжение питания	+3,3 В, потребляемый ток 85 мА	+3,3 В, потребляемый ток 85 мА
Рабочая температура	–20...+70 °С (хранения) — –30...+80 °С	–20...+70 °С (хранения) — –30...+80 °С

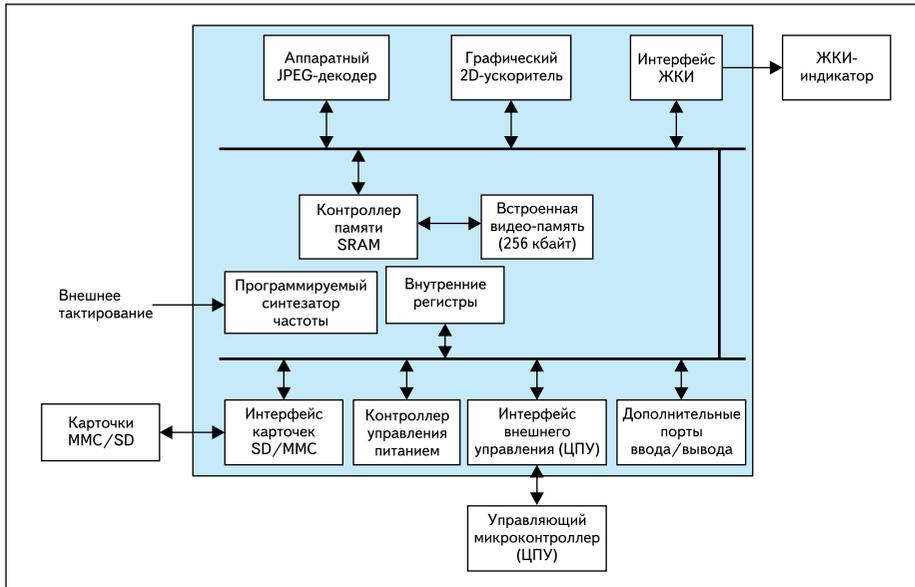


Рис. 2. Блок-схема контроллера TFT SSD1926

они аналогичны таким широко распространенным монохромным индикаторам с разрешением 320×240 точек, как PG320240x (Powertip), MTG-F32240x (Microtips), BG320240x (Bolymin), WG320240x (Winstar) и др. Это позволяет провести модернизацию прибора без корректировки конструкции его корпуса.

На тыльной стороне индикатора размещена плата управления с контроллером и элементами схемы управления, а также разъем под плоский шлейф (26 контактов, шаг 0,5 мм — MTF-TQ57SP741-AV и 33 контакта, шаг 0,5 мм — для MTF-TV57NN831-AV), на который выведены интерфейсные линии контроллера SSD19xx.

Графические контроллеры фирмы Solomon Systech Limited

Следует отметить, что видеопроцессоры SSD1926 (рис. 2) и SSD1961 имеют прекрас-

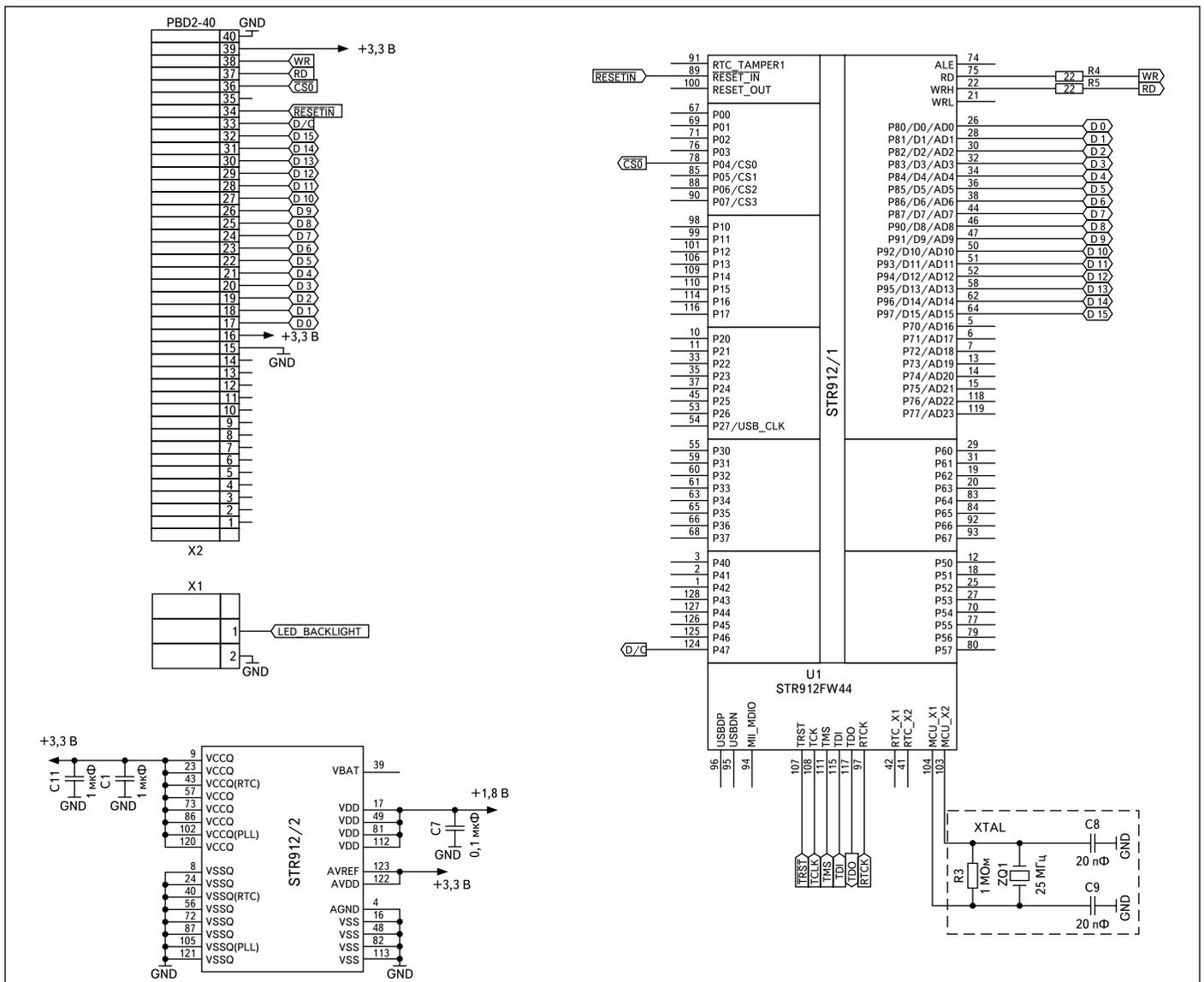


Рис. 3. Фрагмент схемы подключения индикатора MTF-TQ57SP741-AV к процессору STR912FAW44X6 (STMicroelectronics)

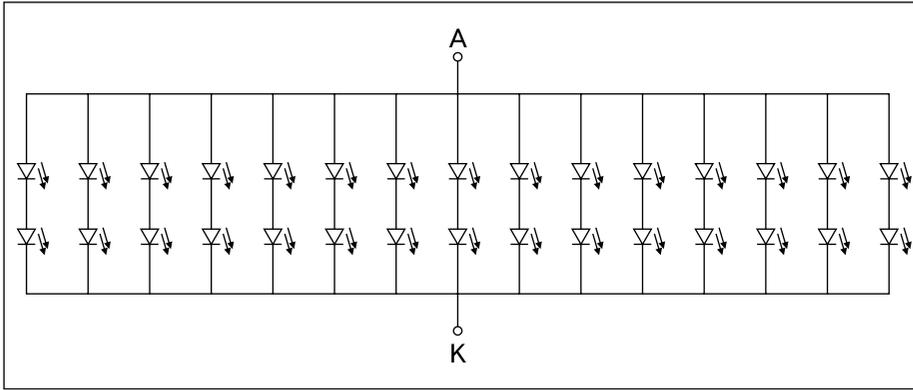


Рис. 4. Схема светодиодной подсветки дисплея

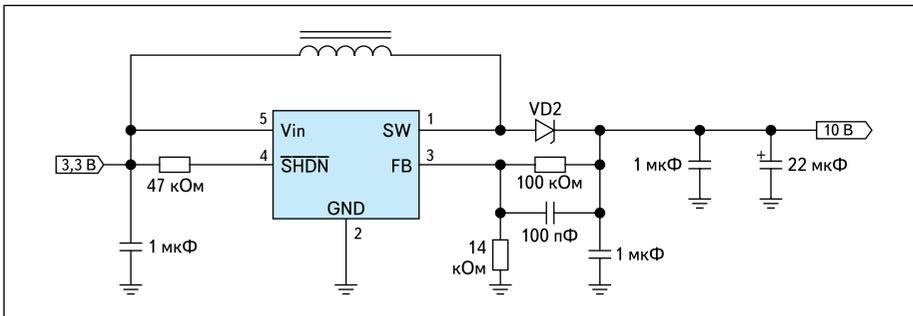


Рис. 5. Схема формирователя напряжения 10 В для светодиодной подсветки индикатора MTF-TV57NN831-AV

ные характеристики, облегчающие программисту обработку графики.

Возможности 2D-графического ускорителя:

- Прокрутка изображения и панорамирование экрана.
- Вращение изображения (угол 0°, 90°, 180°, 270°).
- Два курсора. Цвет — один из трех плюс прозрачный. Возможность мигания.
- Рисование линии, прямоугольника, эллипса.
- Функция BitBLT (Bit block transfer). Растровые операции, заполнение цветом выделенного пространства, работа с видеобуфером, масштабирование, преобразование цветовых пространств и др.

В задачах, где требуется большее разрешение экрана, можно применить TFT-дисплей MTF-TW70SN911-AV (SP — вариант с сенсорной панелью), с экраном 800×480 точек.

Методы подключения цветного индикатора к микроконтроллеру

Сопряжение индикаторов с микроконтроллером можно осуществить двумя методами: либо как устройство на параллельной шине, либо подключение к независимым GPIO-портам процессора. При этом следует учитывать, что гораздо большей скорости прорисовки изображения можно добиться при подключении индикатора к интерфейсу внешней памяти.

Рассмотрим вариант такого подключения на примере процессора STR912FAW44X6 (рис. 3). Этот процессор имеет мультиплицированную внешнюю шину с сигналом ALE

для защелкивания адреса. В нашем случае используются сигналы A0/D0–A15/D15, WRH, CS. Недостатком такого подключения является невозможность чтения информации из индикатора.

Для питания светодиодной подсветки индикатора (рис. 4) требуется напряжение 10 В (типичное значение) при токе через светодиоды 200 мА. Для формирования этого напряжения можно применить любой из индуктивных повышающих DC/DC-конвертеров. В нашем случае это микросхема LM2733x производства National Semiconductor (рис. 5).

При инициализации MTF-TQ57SP741-AV в регистры контроллера записываются значения, обеспечивающие соответствующие настройки интерфейса и режимы работы индикатора.

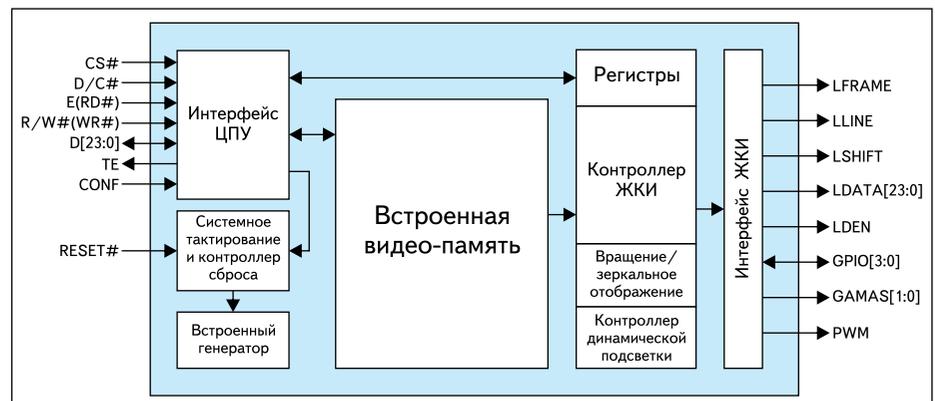


Рис. 6. Блок-схема контроллера TFT SSD1963

```
void LCD_MT_TFT_Init() {
// Software reset to SSD192X
Set_LCD_REG(0xA2,1);
Set_LCD_REG(0xA2,0);

// Clock Configuration Registers
Set_LCD_REG(0x126,0x0A); // PLL Clock Setting Register 0
.....
Set_LCD_REG(0x1A4,0xFF); // Display mode [1] (YUV/RGB)
}
```

Интересен также 7-дюймовый дисплей MTF-TW70SP911-AV. На его плате управления установлен контроллер SSD1963 (рис. 6), имеющий следующие характеристики:

- встроенная видеопамять размером 1215 кбайт.
- управление дисплеями разрешением до 864×480 с глубиной цвета 24 bpp;
- аппаратное вращение изображения на угол 0°, 90°, 180°, 270°;
- аппаратное зеркальное отображение изображения;
- аппаратная поддержка оконного режима;
- программируемые яркость, контрастность, насыщенность.

Более подробную информацию можно почерпнуть из оригинального описания контроллеров SSD19xx (SSD1926 Application Note, Solomon Systech). С примером же инициализации дисплеев с контроллерами SSD19xx можно ознакомиться на сайте фирмы КТЦ-МК [3].

Чаще всего выбор модели цветного дисплея для электронного прибора определяется требованиями конкретного применения и в значительной степени — его стоимостью. Поскольку дисплеев большого размера со встроенным контроллером не так много, можно пойти на некоторое удорожание модуля визуализации, применив иное решение.

Подбирается полностью соответствующий поставленной задаче дисплей. К примеру, 4,8-дюймовый TFT-дисплей WVGA LMS480KC04 фирмы Samsung (рис. 7) со следующей спецификацией:

- Технология LTPS (Low Temperature Poly Silicon), SOG (System On Glass).
- Светодиодная подсветка.
- Диагональ — 4,8".

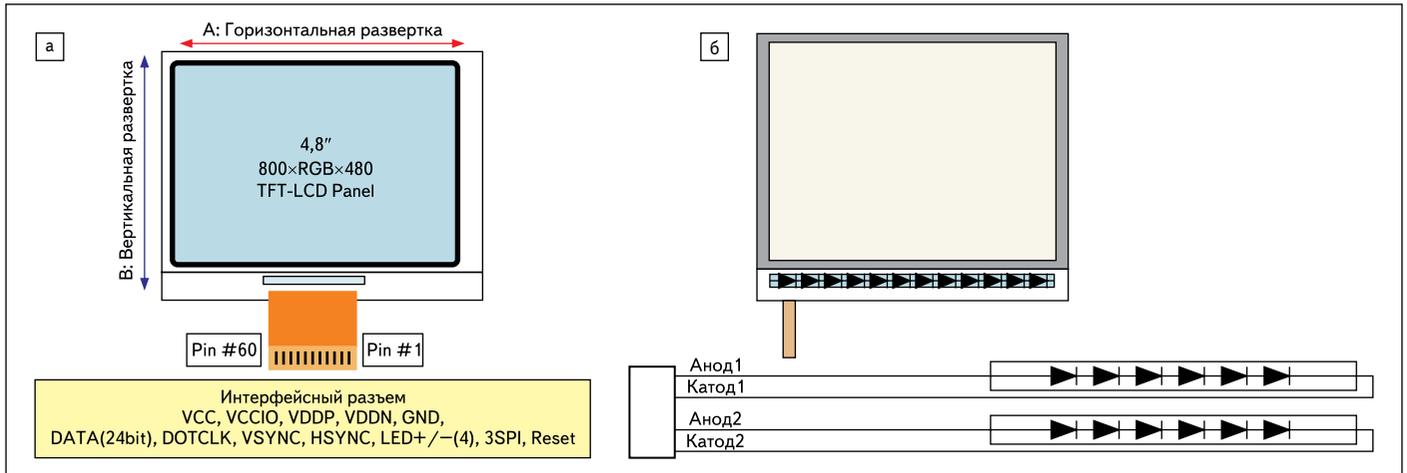


Рис. 7. TFT-дисплей LMS480KC04, изготовленный по технологии LTPS (низкотемпературный поликремний): а) блок-схема дисплея; б) подсветка собрана из 12 белых светодиодов (ток I = 25 мА)

- Формат — 15:9.
- Разрешение — 800×RGB×480.
- Время отклика — 25 мс.
- Частота кадров — 60 Гц.
- Интерфейс — 24-битный RGB.
- Количество цветов — 16,7 млн.
- Сенсорная панель — встроенная 4-проводная, резистивная.
- Яркость — 500 нит.
- Контрастность — 800:1.
- Угол обзора — 80/80/80/80°.
- Активная область — 104,4×62,64 мм.
- Габариты — 112×75×2,95 мм.
- Диапазон рабочих температур: -20...+60 °С.
- Температура хранения: -40...+85 °С.

Внешний контроллер управления дисплеем можно реализовать на графических контроллерах от Solomon Systech — SSD1926/196x или же Epson, например S1D13504 (рис. 8).

Несомненный плюс решений от Solomon Systech — наличие видео-ОЗУ на кристалле контроллера.

Поскольку цифровой интерфейс RGB (Direct support for 9/12/18/24-bit TFT) является стандартным, то очень просто будет переходить на различные модели дисплеев.

Достаточно распространены также TFT-дисплеи с LVDS-интерфейсом. В том числе и дисплеи малого формата. К примеру, дисплей LMS480JC01 фирмы Samsung (рис. 9), имеющий следующие характеристики:

- Технология LTPS (Low Temperature Poly Silicon), SOG (System On Glass).
- Диагональ — 4,8".
- Светодиодная подсветка — (потребляемая мощность 726 мВт при токе 20 мА).
- Формат — 15,4:9 (более информативный).
- Разрешение — 1024×RGB×600.
- Время отклика — 28 мс.
- Частота кадров — 75 Гц.
- Интерфейс — LVDS.
- Количество цветов — 262 К.
- Яркость — 280 нит.
- Контрастность — 350:1.
- Угол обзора — 65/65/55/50°.

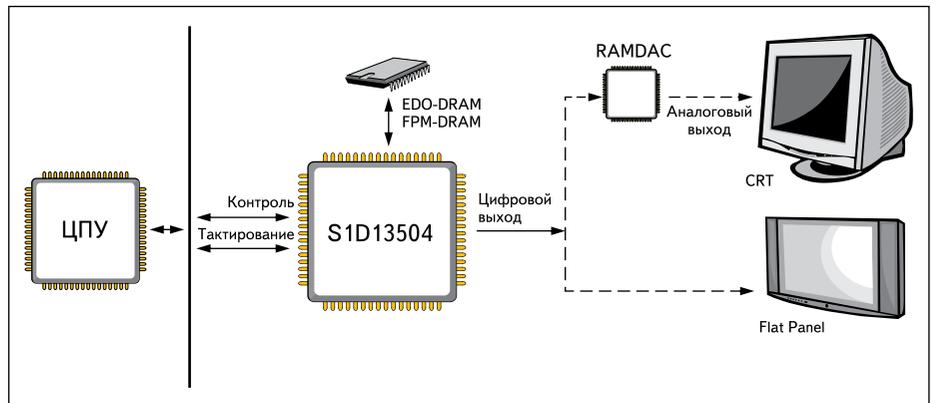


Рис. 8. Реализация управления TFT-дисплеем с помощью внешнего видеоконтроллера

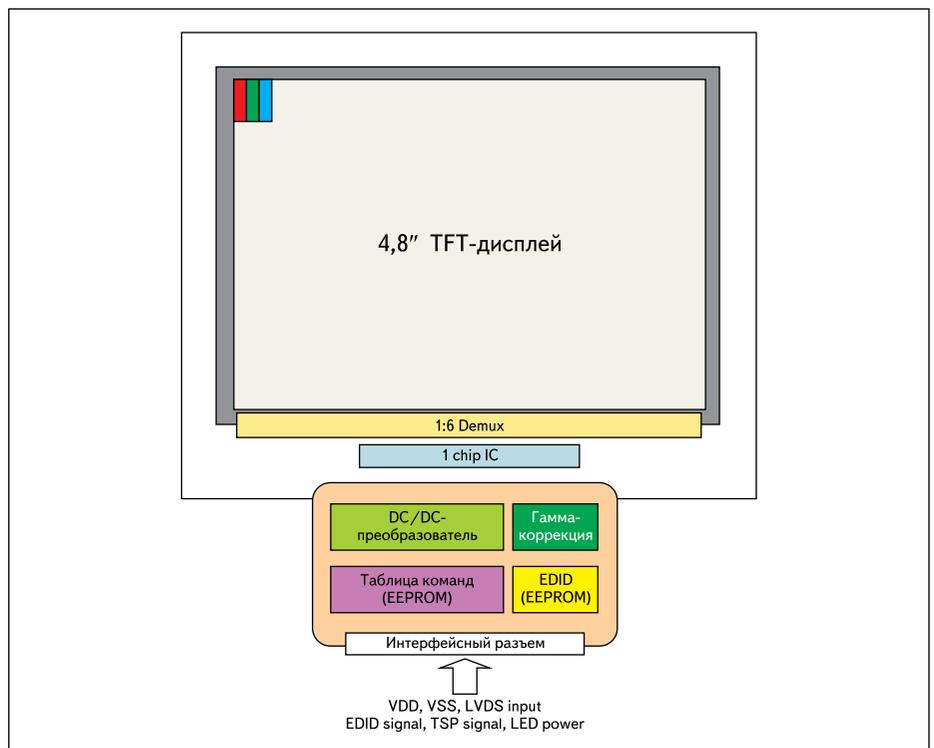


Рис. 9. Функциональная блок-схема дисплея LMS480JC01

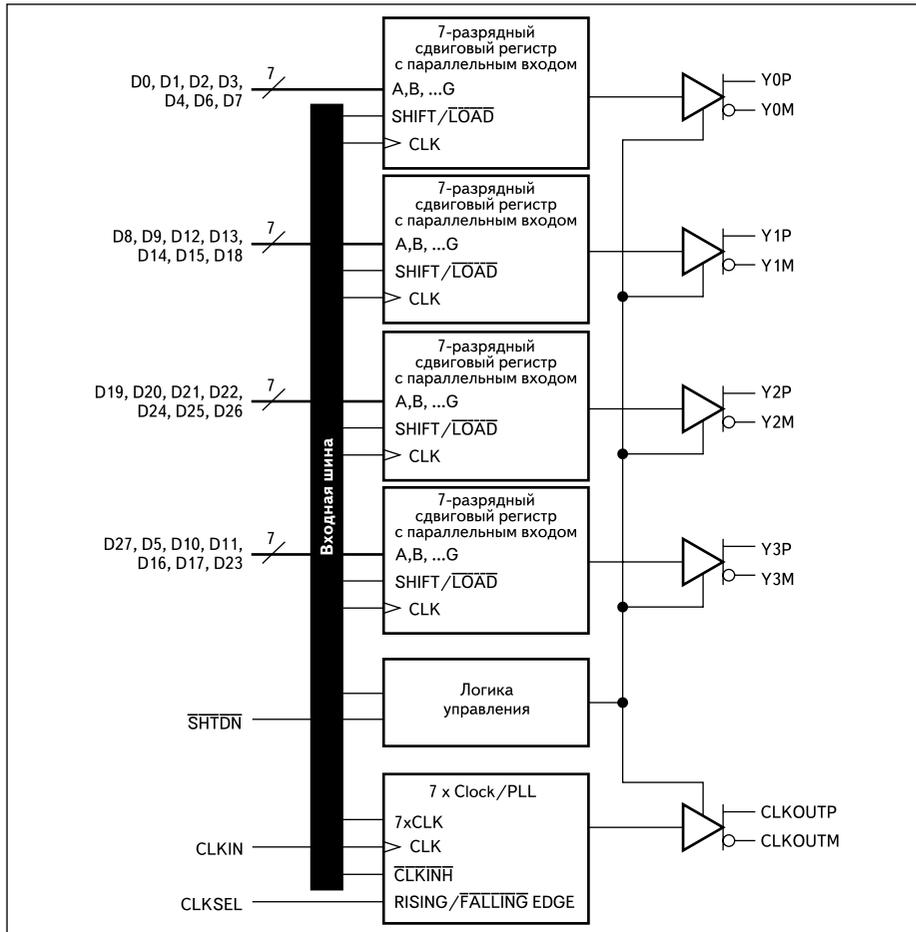


Рис. 10. Функциональная блок-схема драйвера LVDS SN75LVDS83DGG (Texas Instruments)

- Сенсорная панель — встроенная 4-проводная, резистивная.
- Активная область — 104,45×61,2 мм.
- Потребляемая мощность — 300 мВт (напряжение питания 3,3 В).
- Габариты — 112,05×73,26×5,68 мм.
- Диапазон рабочих температур: –20...+60 °С.
- Температура хранения: –30...+70 °С.

Интегрировать дисплей с LVDS-интерфейсом в разрабатываемый прибор достаточно просто, используя специализированные микросхемы-сериализаторы: FIN3385 (Fairchild), SN75LVDS83DGG (Texas Instruments) и др.

Они трансформируют 28-разрядную параллельную шину LVTTTL в последовательную LVDS. Высокие скорости LVDS и использование самосинхронизирующихся кодов позволяют передавать больше данных по меньшему количеству проводов, чем при применении параллельной шины (рис. 10). В данном случае цифровой поток данных (рис. 8) направляется на входы сериализатора, выходы которого подключаются непосредственно к входам дисплея.

Таким образом, сегодня у разработчиков электроники различного назначения имеется масса возможностей, чтобы на рынок попали конкурентоспособные, функциональные, имеющие современный облик приборы и оборудование. ■

Литература

1. www.solomon-systech.com
2. www.microtips.com.tw
3. www.ccc-mc.ru