

ЦВЕТНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ. TFT-МОДУЛИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ. ЧАСТЬ 2. БОЛЬШАЯ ДИАГОНАЛЬ? МЕСТО ВСЕГДА НАЙДЕТСЯ!

В первой части статьи мы рассматривали ЖКИ с пассивной матрицей и соразмерные им TFT-модули. В этот раз поговорим о специфике применения TFT-модулей больших диагоналей.

Малогабаритные дисплеи давно стали своими в мире промышленной электроники — ЖКИ с пассивной матрицей применяются лет 30, а близкие по функционалу и габаритам вакуумно-люминесцентные и того дольше — более 40 лет.

Как правило, на такие дисплеи выводится довольно ограниченная информация — цифровая, текстовая, нехитрые графики и диаграммы. Крупные, с диагональю более 5,7", дисплеи в промышленной электронике массово стали применяться именно с развитием TFT-технологии. Индикаторы с электронно-лучевой трубкой, несмотря на их освоенность промышленностью, применялись в самом крайнем случае — там, где огромный объем информации приводил бы к загромождению всего и вся контрольными лампами, малоразмерными индикаторами, а то и аналоговыми приборами, как, например, в диспетчерских залах атомных электростанций. Чудовищные массо-габаритные характеристики «телевизоров» губили идею больших многофункциональных дисплеев на корню (рис. 1).



Рис. 1. Применение большого TFT-модуля порой заменяет множество малых индикаторов и контрольных ламп

Верная консервативному подходу, промышленная электроника приняла в свои ряды TFT-модули больших диагоналей уже после того, как они прижились в мониторах, банкоматах — там, где спрос на красивое и яркое превалирует. Идея использовать большой TFT-модуль оказалась очень заманчивой: один дисплей может заменить массу малогабаритных экранов и контрольных ламп. Занимая порой почти всю переднюю панель прибора, TFT-модуль практически не требует места в его глубине. При этом он действительно многофункционален: на одно и то же устройство может сводиться информация с большого количества датчиков, сложные таблицы и графические схемы, а при необходимости и потоковое видео с камер. А любителям традиции ничто не мешает отображать информацию в виде традиционных шкал, имитируя аналоговые приборы.

Особенности многообразия

Для средних и крупных TFT-модулей характерны свои особенности, отличающие их от малоразмерных собратьев. С точки зрения гарантированного жизненного цикла, его прогнозируемости, оптимальными будут индустриальные модели. Практически для всех них характерны увеличенные ресурсы подсветки — 30–50 тыс. ч, а большая часть модулей рассчитана на расширенный рабочий температурный диапазон. С точки зрения интерфейсов — это почти безраздельное царство LVDS: лишь считанные модели имеют CMOS-интерфейсы — как правило, с самыми малыми разрешениями. Для высоких разрешений они были бы избыточно громоздкими и незргономичными. Редкий пример сравнительно крупного TFT-модуля (10,4") с параллельным CMOS-интерфейсом — Innolux G104VN01 V1 с разрешением 640x480. С точки зрения набора диагоналей/разрешений индустриальные модули в определенной степени унифицированы: различные производители предлагают схожие по этим параметрам модели. Вообще, «классические» индустриальные модели — это довольно ограниченный набор диагоналей/разрешений, заканчивающийся, как правило, 19" моделями (таблица 1).

Есть ли альтернатива индустриальным моделям, если предполагается длительный жизненный цикл конечного изделия? Отчасти ответ на этот вопрос лежит в специфике про-



Таблица 1. Разрешение наиболее распространенных промышленных TFT-модулей средних и больших диагоналей

Диагональ, дюйм	Разрешение		
5,7	320×240	640×480	
6,5		640×480	
7	800×480		
8,4	640×480	800×600	1024×768
10,4	640×480	800×600	1024×768
12,1	800×600	1024×768	
15	1024×768		
17/19	1280×1024		

исхождения промышленных TFT-модулей. Ведь часто это не некие самостоятельные устройства для промышленных применений, а панели, изначально разработанные для компьютерных мониторов и лишь позже переведенные в новое качество. Процесс этот продолжается и сегодня: появляются все новые промышленные панели, в том числе широкого формата (а много ли сейчас компьютерных мониторов 3:4?), что еще лет пять назад было в диковинку. При этом цена недорогих промышленных моделей с «мониторным» прошлым не столь велика, чтоб уравновесить риски скорого снятия с производства. Допустим, цена 17" AUO M170ETN01 V1 на российском рынке начинается от \$95, а сходной по характеристикам промышленной G170ETN01 V0 — около \$130. Разница заметна, но не критична в случае дорогостоящего конечного изделия.

И все же, в отличие от малогабаритных TFT-модулей, рынок мониторных панелей сравнительно прозрачен, а отдельные модели даже попадают в каталоги и «дорожные карты» (roadmap) промышленных модулей: жизненный цикл их не гарантирован, но все же не столь мимоулетен, как у «телефонных» дисплеев. В ряде случаев у «мониторных» панелей есть и свои «бонусы», за которые не надо переплачивать: например, расширенные углы обзора. В случае же диагоналей свыше 19" промышленных модулей исчезающе мало, и альтернативы мониторным модулям практически нет.

Настоящими же маргиналами рынка являются так называемые «ноутбучные» и «планшетные» TFT-панели. Бесконечно многообразные по диагоналям и разрешениям, изящные и тонкие, с подчас выдающимися оптическими характеристиками, эти изделия не предполагают никаких гарантий ресурса подсветки, а их жизненные циклы совершенно непредсказуемы.

Роль азиатских производителей «второго эшелона» в случае средних и больших диагоналей ничтожно мала: их решения далеко не всегда выигрывают по цене у грандов, а магия решений с адаптированными интерфейсами в этом мире не работает: и SPI, и I²C, и прочие микропроцессорные ин-

ЧТО ТАКОЕ «ШИРОКИЕ УГЛЫ ОБЗОРА»?

В документации на TFT-модуль производитель часто акцентирует внимание на широких углах обзора. Это понятие недостаточно формализовано, что открывает простор для манипуляций в рекламных целях. Как правило, под этим термином подразумевают те предельные значения углов обзора по продольной (X) и поперечной (Y) осям, при которых контрастность падает до 10% от максимального значения (т.е. при взгляде по нормали к плоскости панели). Не менее принципиальное значение имеет то, как выглядит угловая зависимость контрастности в диапазоне между 0° (нормаль) и упомянутыми предельными значениями. Даже если значение предельного угла достаточно большое (80–85°), то резкое падение контрастности в указанном диапазоне «девальвирует» этот показатель: падение характеристик при отклонении взгляда от нормали будет слишком заметным. Технология, известная как IPS (у Hitachi) и NSFT (у NEC), когда электроды для каждого пикселя расположены в одной плоскости, обеспечивая наибольший угол свечения, дает наилучший результат для TFT-панелей: зависимость контрастности от угла максимально «пологая». Более старые (и более дешевые) технологии TN и MVA дают гораздо более крутые зависимости, но в их наиболее продвинутых версиях, реализованных во многих моделях AUO и Innolux, удалось достичь значительного прогресса. К сожалению, в документации производителей эти зависимости практически никогда не указываются, что аналогично попытке изобразить средний класс в обществе как всю массу населения за вычетом 10% самых бедных и самых богатых, хотя за этой радужной картиной может скрываться совершенно нездоровое распределение доходов...

терфейсы крайне медленны, чтоб реализовать возможности TFT-панелей высокого разрешения.

Зато, в отличие от рынка малогабаритных панелей, здесь более заметна конкуренция между промышленными модулями различных производителей, между премиальным сегментом и «средним» классом.

Элита и «средний класс» промышленных модулей

Набившая оскомину аналогия с автомобильным рынком неплохо работает и в случае рынка TFT-модулей. В мире автомобилей самые престижные модели порой производятся компаниями, чья роль на рынке в целом невелика, а порой это и вовсе мастерские со штучным производством. Мне возразят, что сейчас все эти «Астон-Мартины» и «Бугатти» работают в составе огромных холдинговых компаний, производящих, в том числе, и ширпотреб, но речь идет именно о марках и производствах, за ними стоящих, а не о структуре собственности.

То же самое наблюдается и в случае TFT-модулей. Такие компании, как NEC (NLT), Mitsubishi и, отчасти, KOE, до 2010 г. несли славное знамя Hitachi, производят практически исключительно промышленные и очень дорогие модели. Цены большинства из них несравнимо выше цен мониторных панелей, зачастую в 3–4 раза и более. Это так называемый «суперпремиальный» сегмент. Сверхвысокая цена базируется на сочетании факторов как совершенно рациональных, понятных здравому уму (например, выдающиеся технические характеристики), так и чисто эмоциональных — психологическом значении бренда и, порой, его переоценке. Вопрос о технологическом превосходстве «суперпремиальных» производителей не имеет однозначного ответа. Действительно, ряд моделей выполнен на основе сложных и дорогих решений, редко применяемых в промышленных TFT-модулях иных производителей. Например, IPS (Super-IPS, SFT) — технология, обеспечивающая наименьшее снижение контрастности при широких углах обзора, — нашла широкое применение именно в «суперпремиуме», что и акцентируется в каталогах производителей. Вторым и действительно важным преимуществом являются мощные светодиодные модули подсветки. Для многих диагоналей и разрешений эти производители предлагают версии с яркостью до 1000 кд/м² и более. Для ряда применений этот фактор становится решающим преимуществом (как в случае приборных досок транспортных средств, где высока вероятность сильной засветки солнечным светом).

И, наконец, для совсем небольшого количества моделей характерны выдающиеся технические инновации, например так называемые transfective-модели, в которых используется отраженный внешний свет, наряду со встроенной подсветкой. В предельном случае это позволяет разглядеть высококонтрастную картинку (особенно если это контуры на светлом фоне) на ярком солнечном свете при вовсе отключенной подсветке. К сожалению, пока transfective — это, скорее, знамя, обозначающее технологичность производителя, а не массовое явление. Даже Mitsubishi может пока похвастаться парой моделей (5 и 8,4"), не делающих погоду на рынке. Большая же часть модулей указанных производителей не обладает уникальными характеристиками — это, как правило, TN-технология (с модификациями для увеличения углов обзора) и средние значения яркости/контрастности — 500–600 кд/м². Именно такие TFT-модули являются наиболее востребованными на рынке. В относительно массовом сегменте промышленной электроники — безбумажных регистраторах, станках с ЧПУ, промышленных мониторах, коммуникационном оборудовании — выдающиеся оптические характеристики и очень широкие углы обычно не требуются (рис. 2).

И вот здесь на сцену выходят крупнейшие производители TFT-панелей для рынка потребительской электроники: корпорации с годовыми оборотами, давно перевалившими за \$10 млрд. С одной стороны, рынок промышленных модулей ничтожно мал в сравнении с рынком коммерческих TFT-панелей, с другой — он предсказуем, устойчив и, конечно, позволяет работать с большей прибылью.

Ряд компаний сознательно дистанцируется от промышленных решений: Samsung сконцентрирована на удовлетворении внутреннего спроса своей империи бытовой техники, BOE сосредоточилась на мобильных и телеви-

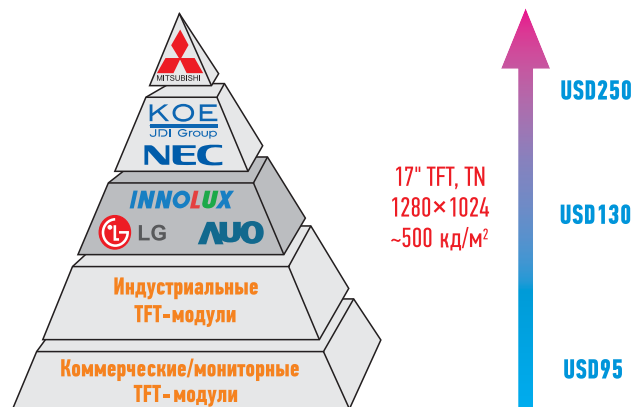


Рис. 2. Зависимость цены на условную 17" TFT-панель в зависимости от класса и производителя

РАСШИРЕННЫЙ ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН

Расширенный температурный диапазон является порой важнейшим критерием при выборе TFT-модуля. Как и в случае с углами обзора, здесь требуется ряд пояснений. С температурным диапазоном хранения все более или менее ясно: подразумевается, что после хранения в течение N (значение часто указывается производителем, обычно свыше 100) часов в условиях крайних значений диапазона, например –30...+70°C, модуль сохранит работоспособность и не произойдет заметных потерь в характеристиках.

Рабочий температурный диапазон — материя гораздо более таинственная. Не секрет, что очень низкие или очень высокие температуры оказывают влияние и на время отклика, и на оптические характеристики. К сожалению, эти аспекты в стандартной документации не отражаются, как зачастую не раскрывается методика проведения испытаний. TFT-панель можно поместить в морозильную камеру в уже включенном состоянии, а можно произвести «холодный запуск». В лучшем случае эта информация будет предоставлена в виде отдельной документации по запросу. Дело, скорее всего, не в коварстве производителей: в большинстве случаев контактные лица производителей мало знакомы с такими деталями, и они вынуждены запрашивать производства и испытательные лаборатории, что, согласитесь, требует некоторых усилий.



зионных модулях. А такие корпорации, как AUO, Innolux, LG Displays (все из первой пятерки мировых производителей), предлагают полноценные линейки промышленных модулей, подчас даже более широкие, чем упомянутые «суперпремиальные» игроки. Их продукция соответствует всем критериям промышленных модулей: здесь и расширенные рабочие температурные диапазоны, и ресурсы LED-подсветок в 50 000 ч, и, разумеется, гарантированные жизненные циклы в 3–5 лет. В чем же они уступают? Фактически, по двум более-менее существенным показателям: в данных моделях практически не реализована наиболее совершенная технология обеспечения сверхшироких углов обзора IPS (SFT), а яркость большинства моделей не превышает 500 кд/м².

Безусловно, это может оттолкнуть поставщика, исключительно требовательного к оптическим характеристикам и не особо стесненного в средствах. Примером таких применений могут быть дисплейные модули для мостиков судов, где высока вероятность сильной внешней засветки, а изображение должно быть доступно членам экипажа, стоящим по сторонам от дисплея.

В остальных случаях влияние этих факторов нивелируется различными подходами. Те же Innolux и AUO предлагают модификации традиционных TN- и MVA-технологий, позволяющих приблизиться по углу обзора к IPS (SFT) модулям. В случае AUO самые совершенные из подобных решений именуются AMVA (Advanced AMVA), хотя этот термин, скорее, маркетинговый и общего распространения не имеет. Интересно, что та же Innolux технологией IPS вполне владеет, но применяет ее только в коммерческих моделях для телевизоров и мониторов.

Вопрос же не всегда достаточной яркости подсветки решается совсем иным путем. Так, в Юго-Восточной Азии, преимущественно на Тайване, имеется немало компаний, специализирующихся на повышении яркости подсветки. Например, Ares, являющаяся многолетним партнером AUO, предлагает решения с увеличенной до 1000 или 1500 кд/м² яркостью практически для всей линейки промышленных модулей AUO, при этом сохраняются исходные значения контрастности, ресурса подсветки и температурного диапазона исходных моделей. Конечно, это приводит к заметному удорожанию — примерно на 50–60% от цены базовой модели AUO, но в большинстве случаев все равно дешевле соответствующих TFT-модулей производителей высшего ценового сегмента. Важнейшим преимуществом такого подхода является гибкость — заказчик может получить версию с повышенной яркостью для любой из приглянувшихся базовых моделей, ведь даже NLT и Mitsubishi предлагают ограниченное количество моделей в сверхъярком исполнении.

Не столь редки случаи, когда самые требовательные и не стесненные в средствах заказчики вынужденно обращаются к производителям среднего класса, ведь, в отличие от рафинированных производителей промышленных TFT-панелей высшего ценового сегмента, AU, Innolux, LG и многие другие — это производители огромной номенклатуры TFT-панелей для рынка потребительской электроники. Если заказчику необходимы TFT-модули с диагональю свыше 19", обращение к «мониторным» панелям зачастую неизбежно и при этом не столь рискованно, как может показаться. Та же компания Innolux, учитывая такие запросы, представила особый, т.н. «гибридный» класс TFT-модулей. Оставляя эти модули с диагональю до 28"

в ранге продуктов для массового рынка, Innolux гарантирует для них одно-двухлетний жизненный цикл с надеждой на модель-преемник, что совсем близко к промышленным моделям.

А не проще ли взять готовое?

Рынок TFT-модулей сегодня уже достаточно насыщен и производителями, и решениями, и концепциями, чтоб заказчик имел свободу выбора и доступ к высококачественным решениям при известной экономии. При этом даже вооруженный всеми знаниями производитель оборудования очень часто встает перед выбором: разрабатывать ли TFT-модуль самостоятельно, интегрируя его в изделие, или приобрести готовый монитор с необходимыми интерфейсами.

Ответ на этот вопрос зависит от характера изделия, выбранной концепции и, наконец, самой философии организации опытно-конструкторских работ и производства. Выбор в пользу TFT-модуля достаточно очевиден, если дисплей сам по себе является основой изделия и на него изначально ориентированы аппаратные средства. Примерами таких изделий являются всевозможные безбумажные регистраторы, прикроватные мониторы и кардиографы и, наконец, собственно промышленные мониторы. Здесь изначально предполагается применение процессорных плат, поддерживающих LVDS- или CMOS-интерфейсы, а использование

4096 ОТТЕНКОВ СЕРОГО

Здоровье — самое главное (так считают и производители TFT-модулей), особенно если на нем можно хорошо заработать. В ряду промышленных едва ли не самый высокотехнологичный сегмент — специализированные «медицинские» TFT-панели. И это легко объяснимо: в рентгенографии, компьютерной томографии и УЗИ разрешение дисплея, способность его корректно передавать цвета крайне важны. «Медицинские» TFT-модули начинаются от диагоналей в 19–20", всегда имеют высокое разрешение (допустим, 2048×1536) с 10-, а иногда и 12-битным цветом. Для случаев, когда цвет не нужен вовсе (рентгенография), цвет заменяется градациями серого — это могут быть 1024 и 4096 оттенков. Не менее важны порой и углы обзора: врач может смотреть на монитор под разными углами, осматривая пациента или оперируя, а «картинка» исказиться при этом не должна, поэтому такие панели часто выполняют по IPS-технологии. Цена «медицинской» панели порой кратно превышает цену обычной промышленной. Это не столь массовый продукт, и запросы на него вызывают повышенный интерес производителя к проекту. Кстати, очень часто заказчиками таких панелей являются люди, очень далекие от здравоохранения: ведь для многих это просто TFT-модули с выдающимися характеристиками. На сегодня одна из самых широких линеек «медицинских» панелей представлена компанией Innolux.

TFT-модуля, не обремененного периферийными компонентами, позволяет эффективно интегрировать его в общий дизайн изделия. И, пожалуй, самое важное — разработчики этих устройств изначально готовы работать с TFT-модулями и их интерфейсами, это является органичной составляющей их деятельности. В случаях же, когда дисплей является лишь одной из сложных подсистем в составе большой интегрированной системы, для которой индикация — важная, но не основная функция, возможны оба подхода. Примерами таких систем могут быть шкафы автоматизации, органы управления транспортом, включая приборные доски локомотивов, трамваев, и та же медицинская техника — например, в аппаратах УЗИ «картинка» вполне может выводиться как на дисплей на лицевой панели, так и на отдельный монитор.

В общем случае выбор в пользу TFT-модуля будет оправдан при выполнении следующих условий:

- предполагается использование (желательно собственное производство) аппаратных средств, поддерживающих LVDS/CMOS;
- заказчик обладает квалифицированными инженерными кадрами для интеграции TFT-модуля и его периферии в конечное устройство без ущерба для основной задачи;
- TFT-модуль может быть без затруднений интегрирован в корпус (дизайн) изделия либо возможно и целесообразно производство отдельного корпуса (рис. 3);
- серийность изделия достаточно высока, чтоб оправдывать отдельные НИОКР по дисплейному модулю.

Во всех остальных случаях «крупноузловой» подход может оказаться более эффективным.

Как наиболее общий случай, рассмотрим ситуацию с интерфейсами TFT-модуля. Если аппаратные средства заказчика не предназначены для работы с LVDS/CMOS напрямую, а собственное производство плат преобразования интерфейсов неоправданно, заказчик столкнется с необходимостью закупки плат преобразования у сторонних производителей. В этом случае их цена может достигать 60–80% от стоимости TFT-модуля.



Рис. 3. В сложных интегрированных системах применение готовых встраиваемых мониторов может быть оправданным решением

Сегодня же на рынке присутствует большое количество производителей, предлагающих промышленные мониторы с VGA/DVI-интерфейсами, композитными и S-Video-входами с сенсорными панелями и без. Это могут быть как отдельно стоящие, так и встраиваемые решения и все бескорпусные сборки — т. н. open frame. Цена последних, например в случае 15" диагонали, может начинаться от \$300.

Если заказчик тверд в убеждении использовать готовый монитор, то все сказанное выше едва ли будет иметь для него практический интерес. Задача отображения информации из инженерной превращается, скорее, в коммерческую — выбор подходящей модели монитора на рынке. Безусловно, среди потерь окажется гибкость решения: возможностью выбора TFT-панелей, сенсорных панелей и периферии к ним в поисках лучших характеристик или удешевления придется пожертвовать в пользу качественного готового решения, экономящего и трудозатраты, и время. И, скорее всего, выбор будет успешным: число компаний, выпускающих промышленные мониторы, сейчас исчисляется сотнями, в их числе и такие именитые производители средств промавтоматизации, как Advantech, iEi, и сравнительно небольшие специализированные компании типа Winmate. Здесь есть место как высоконадежным промышленным изделиям, в основе которых лучшие из рассмотренных в статье TFT-модулей, так и совсем бюджетным решениям крохотных китайских производителей. Это рынок достоин своего отдельного обзора, который найдет место в одном из следующих номеров журнала.



По материалам журнала
Control Engineering Россия,
www.controleng.ru

