

## **Рідкі кристали.**

Жк-технологія вже далеко не нова. Жидкокристаллические дисплеї першого покоління можна спостерігати в калькуляторах, електронних іграх і годинник. Треба сказати, що перші рідкі кристали відрізнялися нестабільністю, для масового виробництва великих матриць були мало придатні і перспективи розвитку, якщо так можна виразитися, мали дуже мрячні.

Дійсний розвиток ЖК - технології почався з винаходом британськими вченими стабільного рідкого кристала — бифенила (Biphenyl).

Перший робочий дисплей був створений у 1970 р. Джеймсом Фергюсоном і рік по тому був представлений на суд широкої громадськості. До цього жидкокристаллические пристрою були дуже енергоємні, термін їхньої служби — невеликим, а контраст зображення — занадто вуж обтяжуючим. Звичайно, дітищу Фергюсона не так вуж і далеко удалося піти від перерахованих недоліків, однак новинка одержала визнання і сферу застосування, зокрема — у компактних ПК.

Далі Жк-монітори розвивалися досить неспішно: на ті часи технологія була досить нова і поки ще вогкувата, властивості рідких кристалів відкривалися поступово. З іншого боку — вартість була занадто висока, унаслідок чого продукти на їхній основі не могли конкурувати з куди більш дешевими Елт-моніторами, розвиток яких теж не стояло на місці.

Дійсний бум Жк-моніторов, як відомо, почався наприкінці дев'яностих років і продовжується донині, супроводжуючи бурхливими суперечками про те, що ж усе-таки краще — монітори на основі ЕЛТ чи Жк-матриц. Суперечки ці тим більше безпредметні, оскільки в них рідко фігурують факти і технологічні нюанси — усе більше переважають явні PR-формулювання фірм-виробників. Насправді ж ідеальної технології не існує, так само як не існує ідеального монітора. Для кожного конкретного випадку гарна конкретна технологія.

Існує два види Жк-моніторов:

- DSTN (dual-scan twisted nematic) — кристалічні екрани з подвійним скануванням;
- TFT (thin film transistor) — на тонкопленочных транзисторах.

Їх називають також пасивними й активними матрицями, відповідно.

Активна матриця має на увазі, що жидкокристаллическая панель сама по собі не є джерелом світла — вона лише пропускає світло, випромінюваний неоновую лампою. Для того щоб зрозуміти, як при постійному світлі можна контролювати яскравість, необхідно згадати ефект поляризації світла з курсу загальної фізики. Якщо не вдаватися в подробиці, то даний ефект можна описати в такий спосіб: світло поляризується, проходячи через перший спеціальний фільтр, характеризуемый визначеним кутом поляризації. Для людського ока нічого не міняється, тільки вдвічі зменшується яскравість світла. Але якщо за першим фільтром поставити ще одне такий же, те світло буде або цілком їм поглинатися (у випадку якщо кут поляризації другого фільтра перпендикулярний куту першого), або безперешкодно проходити, якщо кути збігаються. Плавна зміна кута другого фільтра дозволяє плавно регулювати інтенсивність світла. При нормальних умовах, коли немає електричного заряду, рідкі кристали знаходяться в аморфному стані, вільно пропускаючи світло. Кількість світла, що проходить через рідкі

кристали, регулюється за допомогою електричних зарядів — при цьому змінюється орієнтація кристалів. Як і в традиційних електроннолучевих трубках, піксель формується з трьох ділянок: червоного, зеленого і синього. А різні кольори виходять у результаті зміни величини відповідного електричного заряду, що приводить до повороту кристала і зміни яскравості минаючого світлового потоку. Тут варто згадати ще про одну особливість LCD-екрана: він складається з цілої сітки пікселів, де роботою кожної колірної ділянки (кожного пікселя) керує окремий транзистор. А тому для нормального забезпечення екранного дозволу — скажемо, режиму SVGA (1024\*768) — монітор повинний мати кількість пікселів, рівне зазначеним показникам, помноженим один на одного ( $1024 * 768 = 786432$ ). І це - не єдиний мінус технології поляризації, що складає основу LCD-технології.

Докладніше про недоліки ми розповімо нижче, а поки згадаємо лише про одному з них, а саме: про скорочення угла огляду жидкокристалічного дисплея. В даний час існує три основних технології, спрямованих на боротьбу з цим недоліком.

TN TFT, чи TN+Film TFT (Twisted Nematic + Film), — перша технологія, що з'явилася на ринку LCD. Вона і донині почуває себе досить комфортно в сегменті бюджетних рішень, оскільки створення подібних цифрових панелей відносно дешево. Суть її полягає в додатковому зовнішньому плівковому покритті (Film), що дозволяє збільшити кут огляду зі стандартних дев'яноста до ста сорока градусів. Коли транзистор знаходиться у виключеному стані, тобто не створює електричне поле, молекули рідких кристалів знаходяться у своєму нормальному стані і вибудовані так, щоб змінювати кут поляризації минаючого через них світлового потоку на  $90^\circ$ . Оскільки кут поляризації другого фільтра перпендикулярний куту першого, те минаючий через неактивний транзистор світло буде без утрат виходити назовні, утворити яскраву крапку, колір якої задається колірним фільтром. Коли транзистор генерує електричне поле, усі молекули рідких кристалів вибудовуються в лінії, рівнобіжні куті поляризації першого фільтра і, тим самим, ніким образом не впливають на минаючий через них світловий потік. Другий поляризуючий фільтр поглинає світло цілком, створюючи чорну крапку на місці однієї з трьох колірних компонентів (мал. 2).

Перші моделі моніторів на основі TN-технології практично не мали чорного кольору — його заміняв темно-сірий, оскільки розгорнути всі рідкі кристали строго перпендикулярно до фільтра на той момент було дуже важко. З роками технологічний процес трохи покращився, і треба визнати, що нові TN-панелі мають досить пристойну глибину темних відтінків. Ще один значний мінус TN — у випадку відмовлення транзистора на екрані утвориться не «мертва» крапка чорного кольору, з яким ще якось можна миритися, але яскравий, що ріже око піксель. Утім, значимість цих недоліків не йде ні в яке порівняння з головним плюсом TN — дешевиною. Підтвердженням тому — ведуче місце даної технології в 15,1 -дюймових панелях.

Друга технологія, на яку хотілося б звернути увагу, це Super-TFT, чи IPS (In-Plane Switching — приблизно це можна перевести як «площинне переключення»). Ця технологія розроблена компанією Hitachi і використовується нині у виробництві дисплеїв такими компаніями, як NEC і Nokia.

Об'єктивно говорячи, IPS не була кроком уперед — скоріше, це деяка альтернатива TN, в одних характеристиках уступаюча останньої і виграє за рахунок цього в інші. Але, незважаючи на це, Super-TFT цілком може розраховувати на значну частку ринку — у першу чергу, завдяки активній підтримці компаній-гігантів LCD-індустрії.

IPS дозволила — за рахунок більш точного механізму керування орієнтацією рідких кристалів — розширити кут огляду до приблизно  $170^\circ$  (що практично соотнесимо з аналогічними показниками ЭЛТ-мониторів), але в той же час контрастність залишилася на колишньому рівні, а час відгуку пікселя навіть збільшилося.

Основна відмінність Super-TFT від TN TFT полягає в тому, що при відсутності електричного поля молекули рідких кристалів вибудовані вертикально і не впливають на кут поляризації минаючого через них світла (мал. 3). Оскільки кути поляризації фільтрів перпендикулярні, то світло, що йде через виключений транзистор, цілком поглинається другим фільтром. Створюване електродами поле повертає молекули рідких кристалів на  $90^\circ$  щодо позиції спокою, змінюючи тим самим поляризацію світлового потоку, що пройде другий поляризуючий фільтр без перешкод. Електроди розташовуються на одній площині, по парі на колірний елемент, і закривають собою частину минаючого світла. У результаті страждає контрастність, що приходиться компенсувати більш могутнім підсвічуванням. А, крім того, створення електричного поля в подібній системі вимагає великих витрат енергії і займає більше часу, через що росте час відгуку транзистора матриці. До позитивних же моментів можна віднести те, що при такому підході «мертвий» піксель дійсно вмирає, а не світиться, як у випадку з TN TFT

I, нарешті, найбільш перспективна на сьогодні технологія, розроблена компанією Fujitsu, — MVA (Multi-Domain Vertical Alignment). Символ M в аббревіатурі MVA означає «многодоменний», тобто має на увазі безліч областей в одному осередку. VA — «вертикальне вирівнювання».

MVA — подальший розвиток технології VA, розробленої Fujitsu ще в 1996 р. Дисплеї, створені на основі цієї технології, відрізняються досить великим кутом огляду — до  $160^\circ$  — і малим часом реакції на зміну зображення (менш 25 мс).

Суть технології: для розширення кута огляду всі колірні елементи панелі розбиті на осередки (чи зони), утворені виступами на внутрішній поверхні фільтрів. Ціль такої конструкції — дати можливість рідким кристалом рухатися незалежно від своїх сусідів у протилежному напрямку. Це дозволяє спостерігачу, поза залежністю від кута огляду, бачити той самий відтінок кольору — відсутність такої можливості бути головним недоліком попередньої технології VA. У виключеному положенні молекули рідких кристалів орієнтовані перпендикулярно другому фільтру (кожному його виступу), що на виході дає крапку чорного кольору.

При слабкому електричному полі молекули небагато повертаються, утворити на виході крапку половинної інтенсивності сірого кольору. Варто помітити, що інтенсивність світла для спостерігача не залежить від кута огляду, оскільки більш яскраві осередки, що потрапили в поле зору, будуть компенсуватися находящимися поруч більш темними. У повному електричному полі молекули вишикуються так, щоб при різних кутах спостереження на виході була видна крапка максимальної інтенсивності (див. мал. 4). На даний момент MVA є технічно найбільш зробленим LCD-рішенням. Один з головних плюсів технології — скорочений час відгуку — був дійсним бичем ЖК-мониторів. Остаточному тріумфу MVA заважає лише складний пристрій панелі, що не тільки збільшує вартість готового LCD-рішення, але і не дозволяє виробнику реалізувати можливості MVA повною мірою. Причиною тому — складності технічного характеру і не доведений до розуму процес виробництва.

Зворотна сторона медалі

Останнім часом LCD-монітори так часто і так сильно хвалять, що виникає мимовільне бажання їх небагато насварити. Крім того, про переваги LCD-моніторів перед ЕЛТ не чув тільки глухий, а от про те, чого варто остерігатися при покупці цифрової панелі, знає далеко не кожний.

Перший і, мабуть, найважливіший недолік — сучасні LCD-монітори у своєму розвитку поки ще не досягли того рівня, який би дозволив би чистоті відображуваних ними квітів зрівнятися з тим, що пропонує ЕЛТ. Зрозуміло, розкривши документацію купленого вами жидкокристалічного монітора, ви знайдете всілякі запевнення в тому, що він з легкістю здатний відображати 24-бітний колір. Однак насправді це не зовсім так. Саме звичайне явище — кілька тонів гамми в LCD-заміняються одним кольором, а текстури виглядають зернистими. Звідси логічний висновок: якщо ви професійно працюєте з графікою і кольором, то вам поки краще зробити вибір на користь старої доброї Елт-технології.

Ще один момент, у якому ЖК програє традиційній технології, це контрастність. Звичайно, цей параметр зображення на цифрових панелях за останні кілька років помітно виріс, майже зрівнявшись з показниками Елт-моніторів, але, помітьте, саме «майже». І от чому. Як відомо, контрастність — це співвідношення між максимальною і мінімальною яскравістю монітора. Ніяких проблем з високою яскравістю в LCD-моніторів немає — вона куди вище тієї, що доступно Елт-моніторам, але от зі створенням темних тонів справа обстоїть гірше. У LCD-технології важко створювати крапки чорного кольору, оскільки тут, на відміну від CRT, лампа підсвічування включена постійно, і для одержання темних тонів необхідно використовувати ефект поляризації. Отже, чорний колір буде чорним рівно настільки, наскільки удалося заблокувати безупинний світловий потік. Поки що найкращих успіхів у цьому удалося досягти в технології MVA, однак монітори на її основі усе ще дорожче інших, а тому рідкі.

Недолік контрастності сильно позначається на кількості квітів: близькі за значенням відтінки зливаються в один — особливо в області темних тонів. Це можна небагато підправити налаштуваннями яскравості і контрасту, але вже на шкоду іншим відтінкам. Коефіцієнт контрастності, що рекомендується, (співвідношення між середньою яскравістю білих і чорних прямокутників, де яскравість чорного прямокутника приймається за 1) складає 300:1 і вище.

Ще один момент, на який варто звернути увагу при виборі LCD-монітора, цей час відгуку пікселя матриці (період, необхідний пікселю для зміни кольору). Чим цей показник нижче, тим швидше піксели реагують на сигнал і тем якісніше буде зображення. Час відгуку коливається в межах від 10 до 50 мс. Чим більше розмір LCD-екрана, тим нижче час відгуку пікселя. Для сучасних TFT-дисплеїв типовим значенням відгуку є 20—30 мс (у деяких моніторів класу low-end і в більшості старих моделей цей параметр складає 40—50 мс). Для нормального перегляду відео необхідно відображати 25 кадрів у секунду, тобто кожен кадр відображається протягом 41,6 мс. Це говорить про те, що кращі представники класу LCD-моніторів, у принципі, справляються з цією задачею без затягувань зображення. Але як поведуться їх більш дешеві побратими, що мають час переключення пікселя, рівне часу відображення одного кадру, залежить від конкретного екземпляра LCD-монітора.

Однак, якщо ви аматор динамічних ігор, то цілком можете зштовхнутися з тим, що монітор просто не буде поспівати за що відбувається, унаслідок чого почнуть з'являтися різні артефакти (такі як, наприклад, розмитість картинки і «примарний шлейф» за

быстродвижущимся об'єктом). У цьому випадку, знову ж, не варто особливо довіряти тому, що написано в документації монітора — виробники схильні дуже вільно трактувати значення окремих параметрів. Кращою перевіркою буде особисте спостереження — достатнє поставити динамічну гру і подивитися, чи не з'явиться «післясвітіння».

На закінчення повернемося до тому, з чого ми починали. Елт-мониторам рано ще іти з ринку. Як і рано заявляти про те, що LCD — панацея від усіх лих. Якість картинки в LCD-моніторів поки ще не дотягає до рівня Елт-моніторів.

Серед переваг LCD варто назвати бездоганну геометрію, відсутність реакції на електромагнітні полючи, компактність і низьке енергоспоживання (у середньому — 30 Вт, що майже у п'ятеро менше, ніж у Елт-моніторів).

Недоліками ж є відносно довгий час реакції на промальовування картини й обмежена колірна гама.

Отже, художникам і дизайнерам LCD-монітори поки протипоказані. Якщо ж ви — власник LCD-монітора, що використовується в офісі, для роботи з бізнесами-додатками або для наповнення Інтернет-сторінок, то навряд чи хтось зможе переконати вас повернути на ваш робочий стіл громіздкий Елт-монітор.