

Зміст

1 ЗОВНІШНІ ІНТЕРФЕЙСИ TFT ПАНЕЛЕЙ

1.1 Паралельний цифровий інтерфейс

1.2 Інтерфейс TMDS

1.3 Інтерфейс LVDS

1.4 Інтерфейс RSDS

2 РЕМОНТ LCD-МОНІТОРІВ. ОСНОВНІ НАПРЯМИ ТА МЕТОДИ РЕМОНТУ

1 ЗОВНІШНІ ІНТЕРФЕЙСИ TFT ПАНЕЛЕЙ

LCD - монітори стають основними пристроями відтворення інформації. Все частіше перед фахівцями сервісних служб стає питання про методи діагностики LCD - матриць. Одним з перших, в цьому випадку, діагностується зовнішній інтерфейс, через який на LCD матрицю передаються усі дані.

Топологія будь-якого LCD екрану є матриця, що утворена перетином електродів рядків та стовпців. При цьому кожен елемент зображення знаходиться на перетині рядка і стовпця (рис.1).

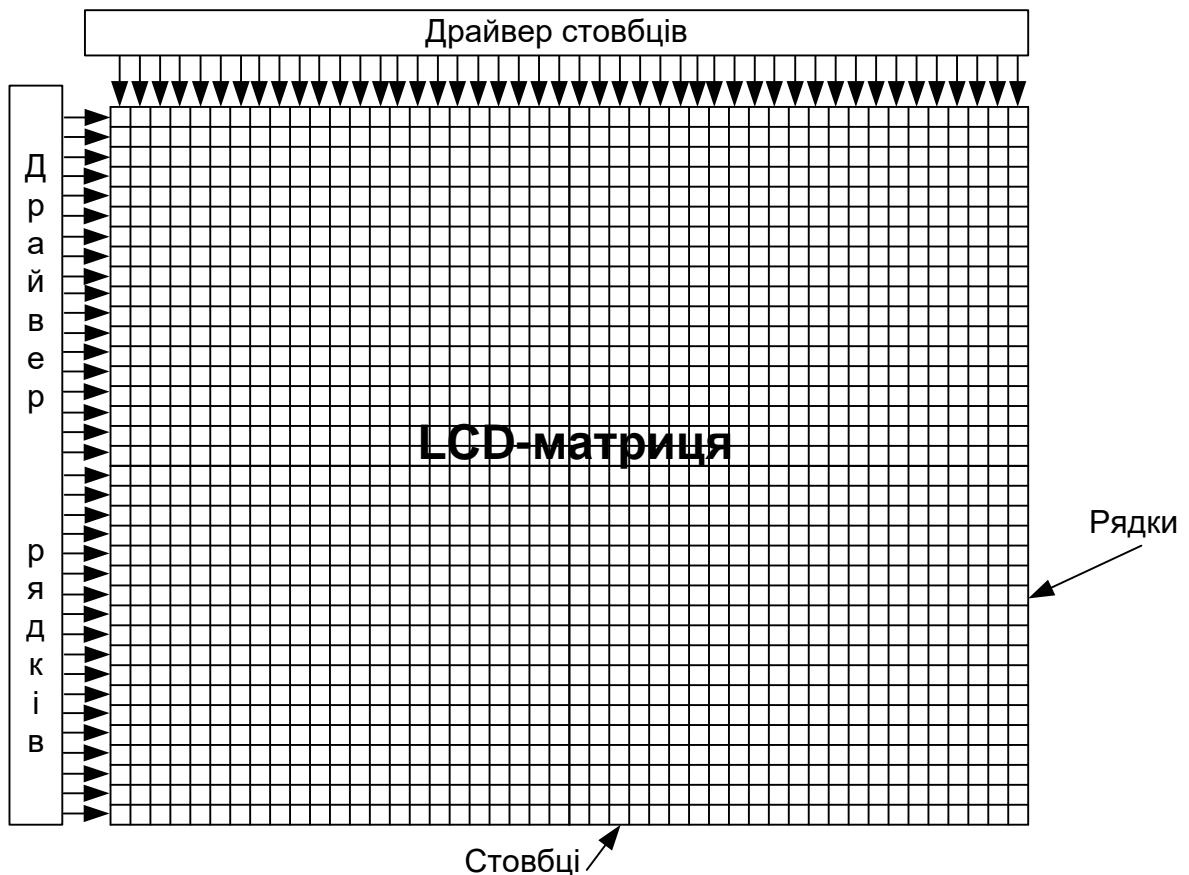


Рисунок 1 – Адресація комірки матриці номером рядка і номером стовпця

Для включення відповідного пікселя (точки) має бути вибраний стовпець та має бути вказаний рядок, в якому знаходиться цей піксел. У результаті, до комірки прикладається напруга, величина якої визначає яскравість точки. Вибірка рядків та стовпців здійснюється перемиканням ключових транзисторів, які утворюють так звані, драйвери стовпців (Column Driver - CD або Source Driver - SD) та драйвери рядків (Row Driver - RD або Gate Driver - GD). Природно, що

кількість транзисторів, що містяться в драйверах стовпців повинна точно відповідати кількості стовпців, а кількість ключових транзисторів драйверів рядків повинна дорівнювати кількості рядків на екрані. Безпосередню комутацію комірки здійснює TFT (тонкоплівковий транзистор). Кількість TFT-транзисторів дорівнює кількості комірок LCD-матриці. Нагадаємо, що напруга, що прикладається до комірки, формується драйвером стовпців, а драйвери рядків формують сигнал відкриття/замикання TFT-транзистора (рис.2).

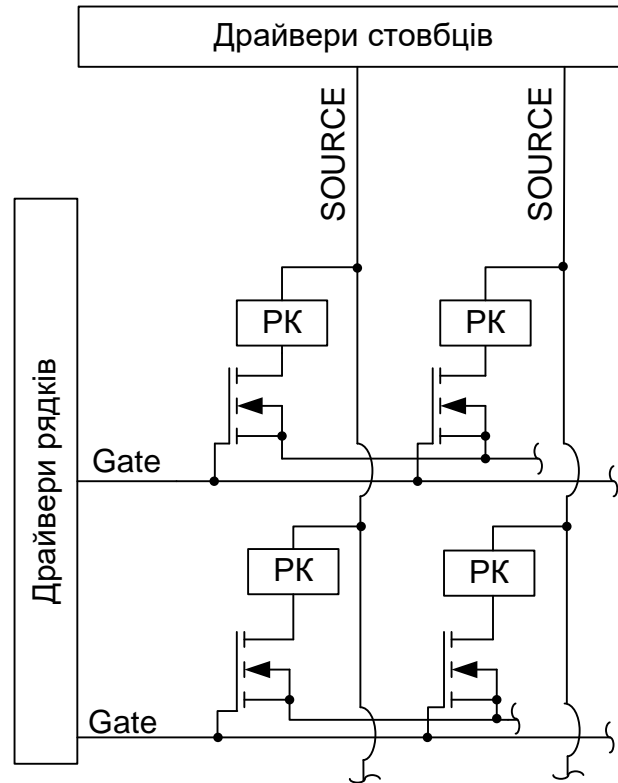


Рисунок 2 – Еквівалентна схема керування рідино-кристалічними комірками

Так, наприклад, у кольоровій панелі на 1024x768 точок є 1024 стовпців та 768 рядків, при цьому, оскільки панель кольорова, то кожен елемент зображення складається ще з трьох елементів – червоного, зеленого і синього. Тому така панель містить 3072 стовпців (1024x3) та 768 рядків. Таким чином, для управління цією панеллю потрібно $3072+768=3840$ транзисторів. Природно, що усі ці транзистори розміщуються в інтегральних мікросхемах, що утворюють разом з LCD - панеллю єдину нерозбірну конструкцію.

Інформація про градацію кольору передається у форматі R/G/B. Ці дані повинні поступати на драйвери стовпців у цифровому виді. Драйвера стовпців ці цифрові дані перетворюють в аналогову напругу, що прикладається до РК - комірок. Драйвери рядків ніяких перетворень не виконують, і тому забезпечують лише "перебір" рядків, вказуючи той рядок, РК-комірки якого засвічуються в

даний момент часу. У той же самий час, драйвери стовпців управляються сигналами, що дозволяють здійснювати перебір точок рядка, й одночасно з цим отримують ще й сигнали кольору R/G/B (рис.3).

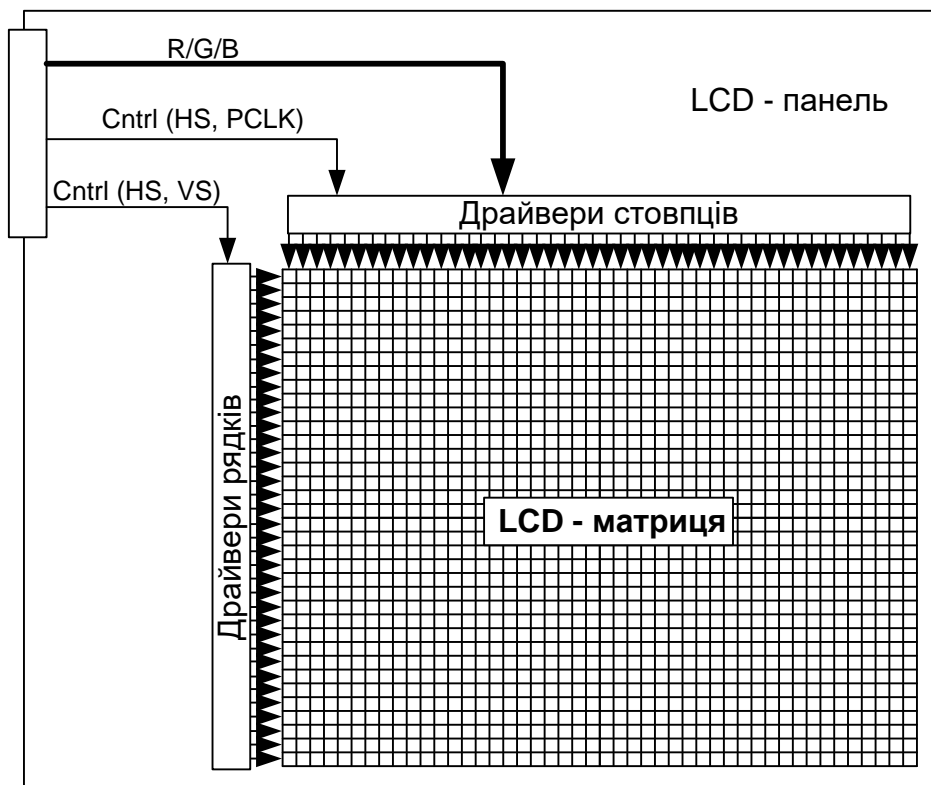


Рисунок 3 – Сигнали керування драйверами стовпців та рядків

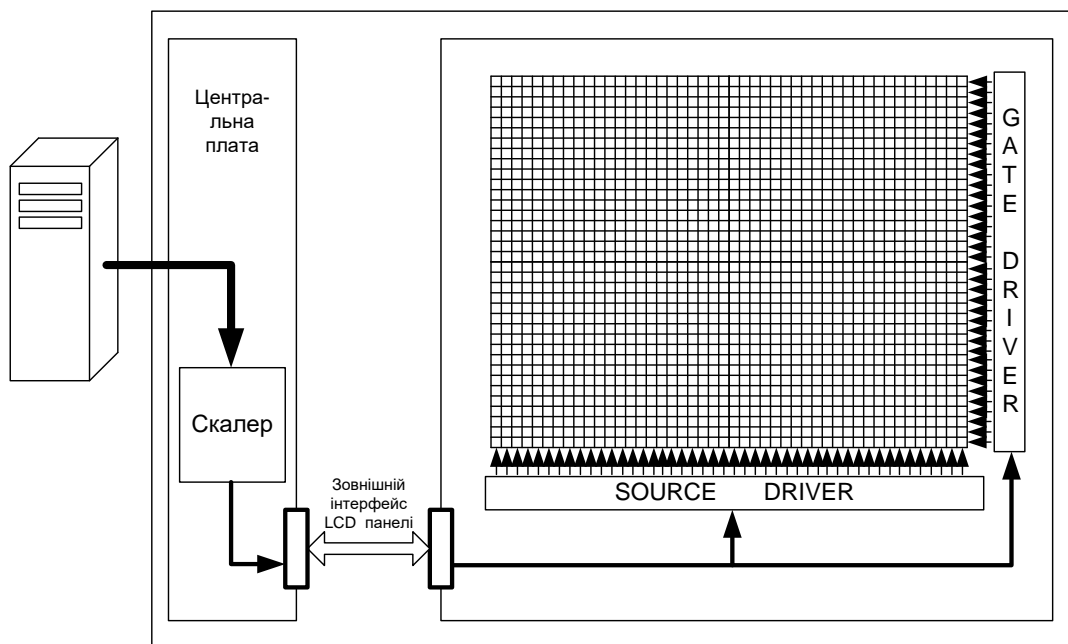


Рисунок 4 – Загальна архітектура LCD - монітора

Сигнали кольору у форматі R/G/B приходять на вхід монітора від персонального комп'ютера. Ці сигнали обробляються графічним контролером монітора, що називається скалер (Scaler). Скалер здійснює перетворення зображення, його масштабування з будь-якого вхідного формату у формат, що відповідає дозволу матриці. Таким чином, дані, що передаються на LCD - панель, формуються на основній (мікропроцесорною) платі монітора, а саме, на виході мікросхеми скалера та передаються на панель з використанням відповідного інтерфейсу (рис.4). Цей інтерфейс представляє значний практичний інтерес для фахівця, що здійснює діагностику монітора, оскільки дозволяє досить точно визначити місце розташування проблеми – на головній платі монітора або усередині LCD -панелі.

Існує декілька способів (декілька інтерфейсів) з'єднання LCD-панелі з головною платою:

- паралельний цифровий інтерфейс;
- інтерфейс TMDS;
- інтерфейс LVDS;
- інтерфейс RSDS.

1.1 Паралельний цифровий інтерфейс

Це найперший із зовнішніх інтерфейсів для LCD -панелей. На сьогодні він зустрічається украй рідко, лише в застарілих моделях моніторів. Його недоліки:

- дуже велика кількість ліній з'єднань, внаслідок чого шлейф виходить громіздким і негнучким;
- складність синхронізації при передачі даних на високих частотах (в режимах з високим розділенням);
- висока вартість;
- складність масштабування та нарощування інтерфейсу при зміні моделі LCD-панелі;
- слабка завадозахищеність та ін.

Усе це й привело до поступового витіснення паралельного інтерфейсу іншими інтерфейсами з послідовною передачею даних.

У разі паралельного інтерфейсу, усі сигнали, необхідні для управління драйверами рядків та стовпців формуються на головній платі. Усередині LCD -панелі є лише драйвери рядків та стовпців, які, фактично, управляються безпосередньо мікросхемою скалера (рис.5).

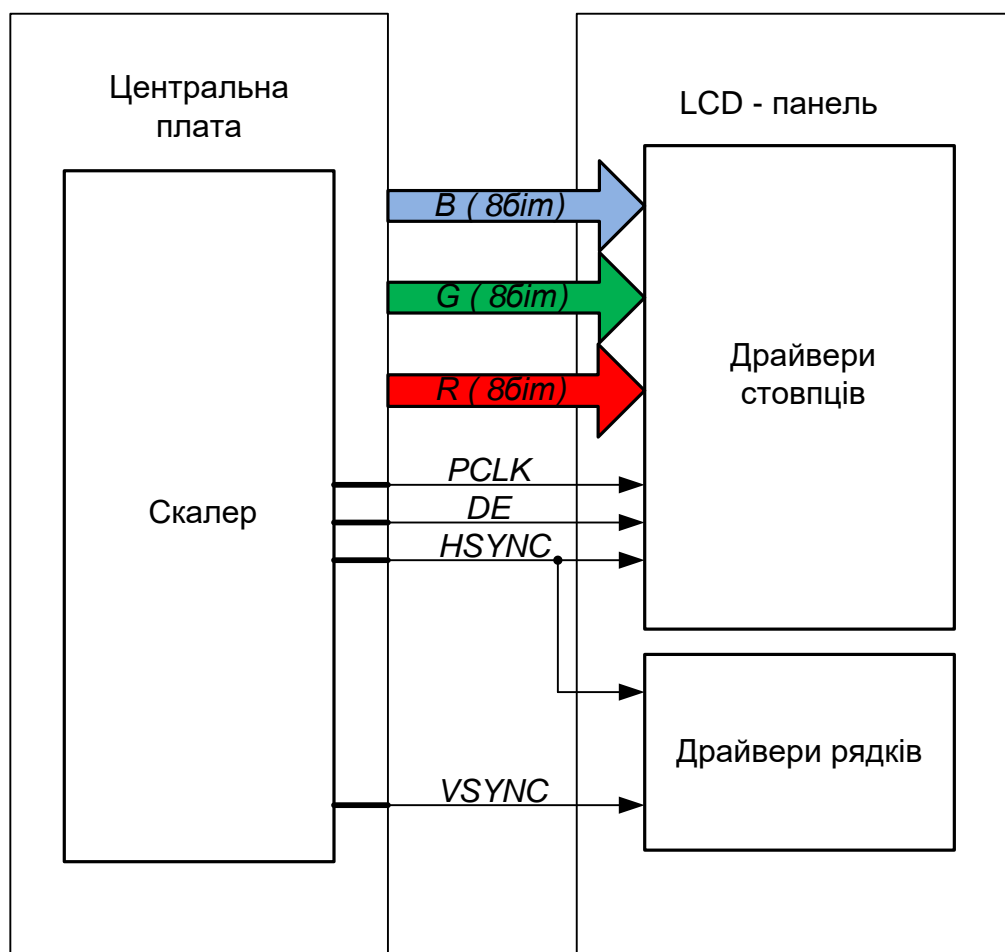


Рисунок 5 – Паралельний інтерфейс (драйвери рядків та стовпців безпосередньо керують мікросхемою скалера)

Паралельний інтерфейс в документації найчастіше позначають як цифровий інтерфейс (Digital), або як TTL інтерфейс. Найбільша кількість контактів інтерфейсу відповідає шинам даних кольору. Ці шини бувають 6-розрядні та 8-розрядні.

У першому випадку для передачі кольору задіяні 18 цифрових ліній (6 біт × 3 кольори), а в другому – 24 цифрових лінії (8 біт × 3 кольори). У деяких випадках можна зустрітися з двоканальним виконанням цифрового інтерфейсу. У цьому варіанті, RGB дані можуть передаватися або по 36 лініям (у разі 6-бітового кодування кольору), або по 48 лініям (рис. 6).

Паралельний цифровий інтерфейс використовує такі інформаційні сигнали керування:

- шина даних червоного кольору: 6-розрядна (R0 - R5) або 8-розрядна (R0 - R7);
- шина даних зеленого кольору: 6-розрядна (G0 - G5) або 8-розрядна (G0 - G7);

- шина даних синього кольору: 6-розрядна (B0 - B5) або 8-розрядна (B0 - B7);
- сигнал дозволу даних LCD-панелі (DE - Data Enable);
- сигнал тактової частоти (частота пікселей PCLK - Pixel Clock);
- сигнал рядкової синхронізації (HSYNC);
- сигнал кадрової синхронізації (VSYNC).

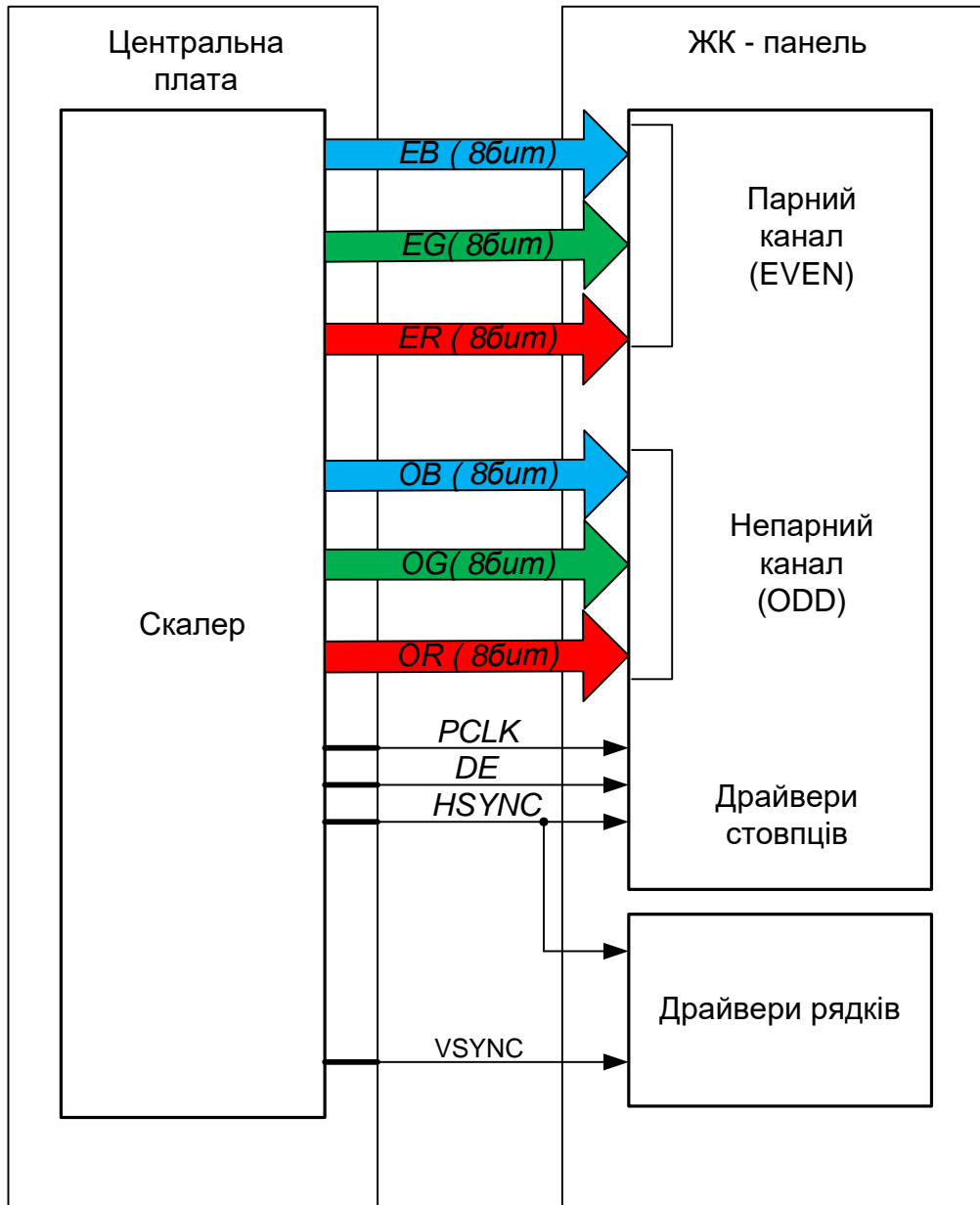


Рисунок 6 – Збільшення пропускної спроможності інтерфейсу забезпечується введенням другого каналу передачі даних

Природно, можуть бути присутніми і інші спеціальні сигнали. В результаті, кількість ліній з'єднань цифрового інтерфейсу коливається від 25 до 60, залежно від розрядності кольору, кількості каналів та кількості сигналів керування.

Цифровий інтерфейс є дуже простим для діагностики. Досить завантажити на екран зображення "біле поле", щоб добитися активності абсолютно усіх сигналів інтерфейсу, в чому можна переконатися за допомогою осцилографа. При цьому, усі активні сигнали матимуть регулярну структуру, їх амплітуда відповідатиме рівням TTL (рис.7). Якщо ж вимагається активізувати сигнали якогось одного каналу, то необхідно завантажити на екран відповідне "колірне поле".

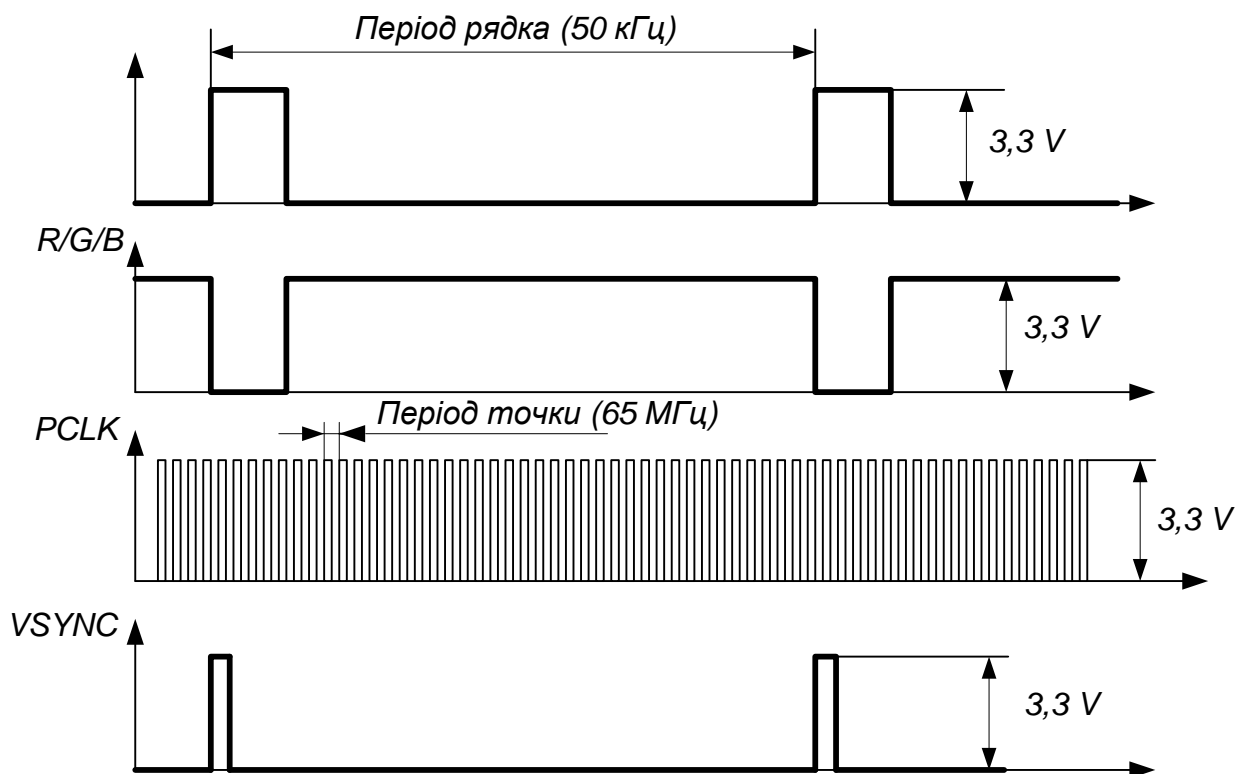


Рисунок 7 – Осцилограми основних сигналів паралельного інтерфейсу при роботі монітора з тестовим зображенням «біле поле»

На сьогодні, цифровий паралельний інтерфейс частіше можна зустріти в малогабаритних LCD дисплеях, наприклад, для стільникових телефонів та цифрових фотокамер.

1.2 Інтерфейс TMDS

Найбільше поширення інтерфейс TMDS набув як зовнішній інтерфейс для передачі даних від комп'ютера до монітору. TMDS є основою таких зовнішніх інтерфейсів, як P&D, DFP, DVI, HDMI. Проте TMDS застосовувався свого часу і для передачі даних між скалером і LCD -панеллю.

Інтерфейс TMDS є інтерфейсом з послідовною передачею цифрових даних. Інтерфейс є синхронним, тобто передача даних здійснюється відповідно до тактових сигналів, що формуються на окремій лінії. Передача даних здійснюється по диференціальних парах (рис.9), що забезпечує високу заводозахищеність інтерфейсу, дозволяє добитися високої пропускної спроможності.

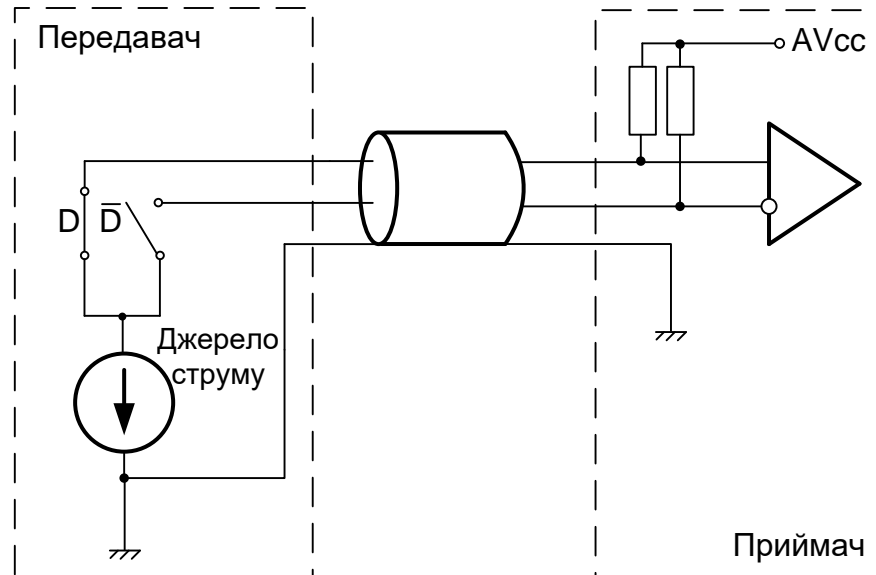


Рисунок 9 – Диференціальний спосіб передавання даних

Інтерфейс TMDS має такі основні електричні характеристики та технічні параметри :

- пропускна спроможність понад 1 Гб/с;
- довжина з'єднання до 15 метрів;
- напруга живлення елементів інтерфейсу – 4В;
- розмах диференціальних сигналів – від 400 мВ до 600 мВ;
- опір термінаторів – 50 Ом.

Інтерфейс TMDS допускає два варіанти сигналів: несиметричний сигнал, що формується тільки на одній з двох диференціальних ліній (або на "+", або на "-"); диференціальний сигнал.

Високому рівню несиметричного сигналу відповідає напруга живлення AV_{cc} , номінальне значення якої складає 3.3В, а максимальне – 4.0В. Низький рівень несиметричного сигналу рівний $AV_{cc} - V_{swing}$ складає від 400мВ до 600мВ.

Диференціальний сигнал знаходиться в діапазоні між $+V_{swing}$ та $-V_{swing}$, тобто від +600мВ до -600мВ (у максимальному варіанті). Різницю між диференціальним сигналом і несиметричним сигналом, що передається по диференціальних лініях TMDS, демонструє рис.10.

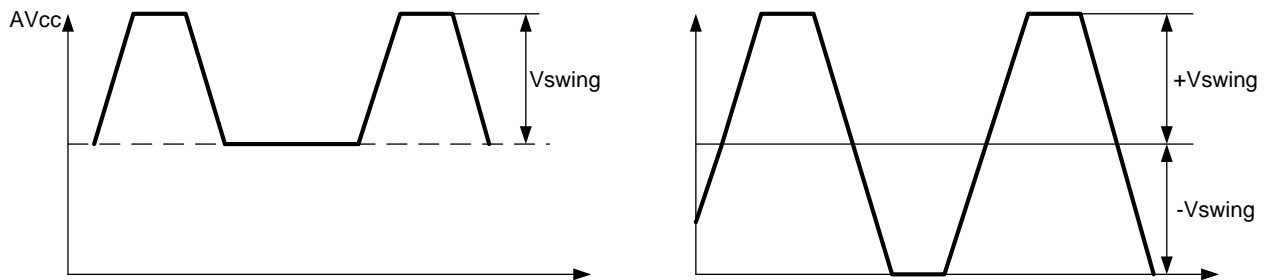


Рисунок 10 – Симетричний та несиметричний диференціальні сигнали

Існує одноканальний та двоканальний TMDS. Використання двоканального TMDS обумовлене необхідністю забезпечення великої пропускнуєї спроможності інтерфейсу у разі використання великих LCD - панелей та режимів з високим роздільним. Використання двох каналів TMDS доцільно при роботі в режимах, що мають смугу пропускання відеосигналів понад 165 МГц.

Одноканальний (класичний TMDS) складається з чотирьох диференціальних пар:

- трьох диференціальних пар, що призначені для передачі даних;
- однієї диференціальної пари, що призначена для передачі тактових сигналів.

Таким чином, одноканальний TMDS складається з восьми ліній – 4 пар (рис.11), по яких передаються і сигнали кольору R/G/B, і сигнали рядкової та кадрової синхронізації, і інші сигнали керування. Оскільки дані по TMDS передаються в послідовному виді, а на виході скалера ці ж дані формуються в паралельному виді, виникає необхідність перетворення паралельного коду в послідовний з одночасним перетворенням TTL-сигналів в диференціальні сигнали. Таке перетворення повинний здійснювати передавальний пристрій. Пристрій, що приймає дані по TMDS, навпаки, повинний здійснювати

перетворення диференціальних послідовних даних в паралельні дані TTL-рівня. Таким чином, в системі передачі даних з'являються два пристрої: передавач – трансмітер (Transmitter) та приймач – ресівер (Receiver).

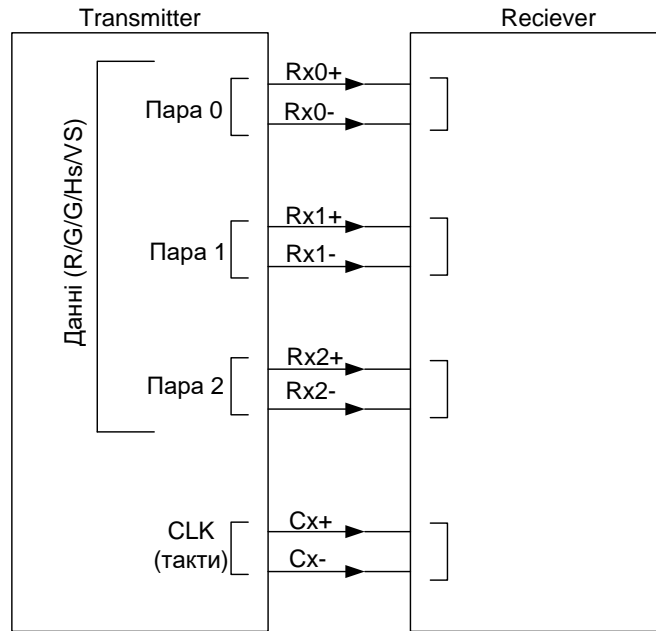


Рисунок 11 – Інтерфейс TMDS

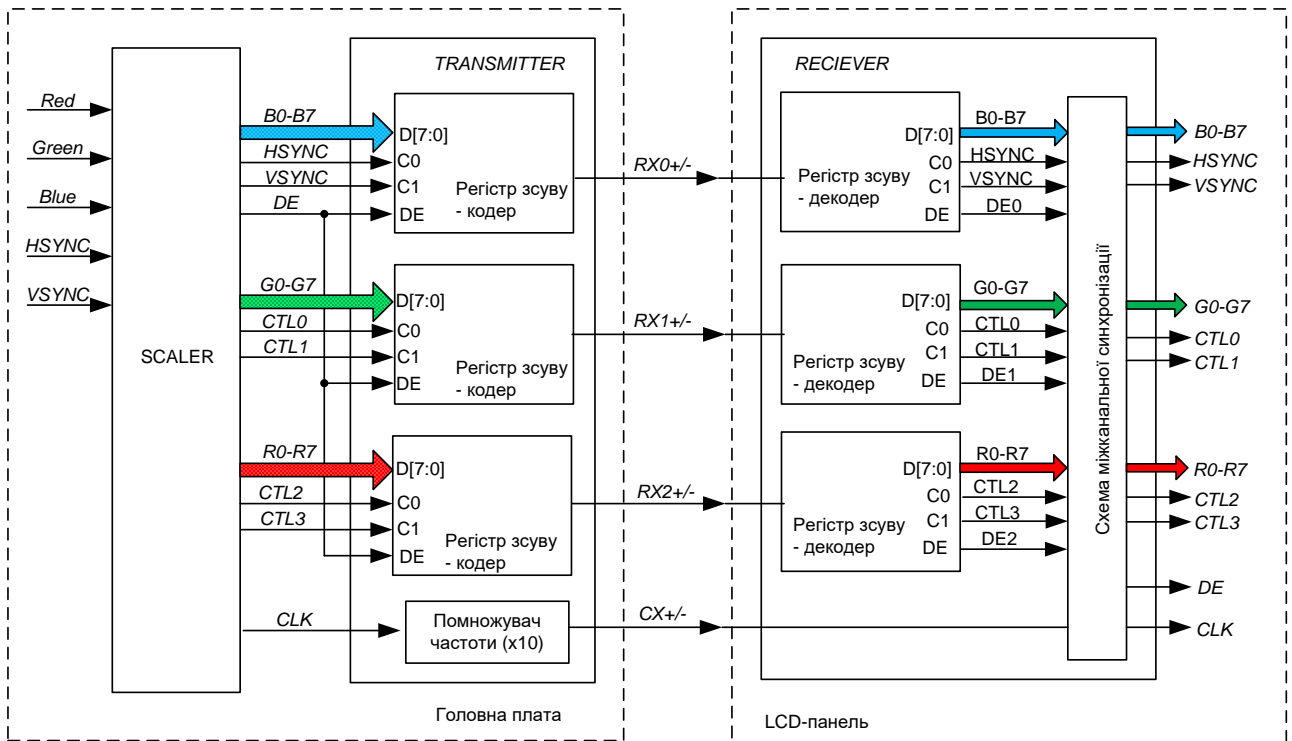


Рисунок 12 – Повна архітектура TMDS - інтерфейсу

Трансмітер здійснює перетворення паралельного коду в послідовний, а ресівер, навпаки – послідовний код в паралельний. Таким чином, з боку головної плати монітора знаходиться Transmitter, а на LCD-панелі розміщується Receiver (рис.12). Трансмітер є мікросхемою, що складається з трьох 10-розрядних регістрів зсуву, помножувача частоти та вихідних диференціальних підсилювачів (рис.13).

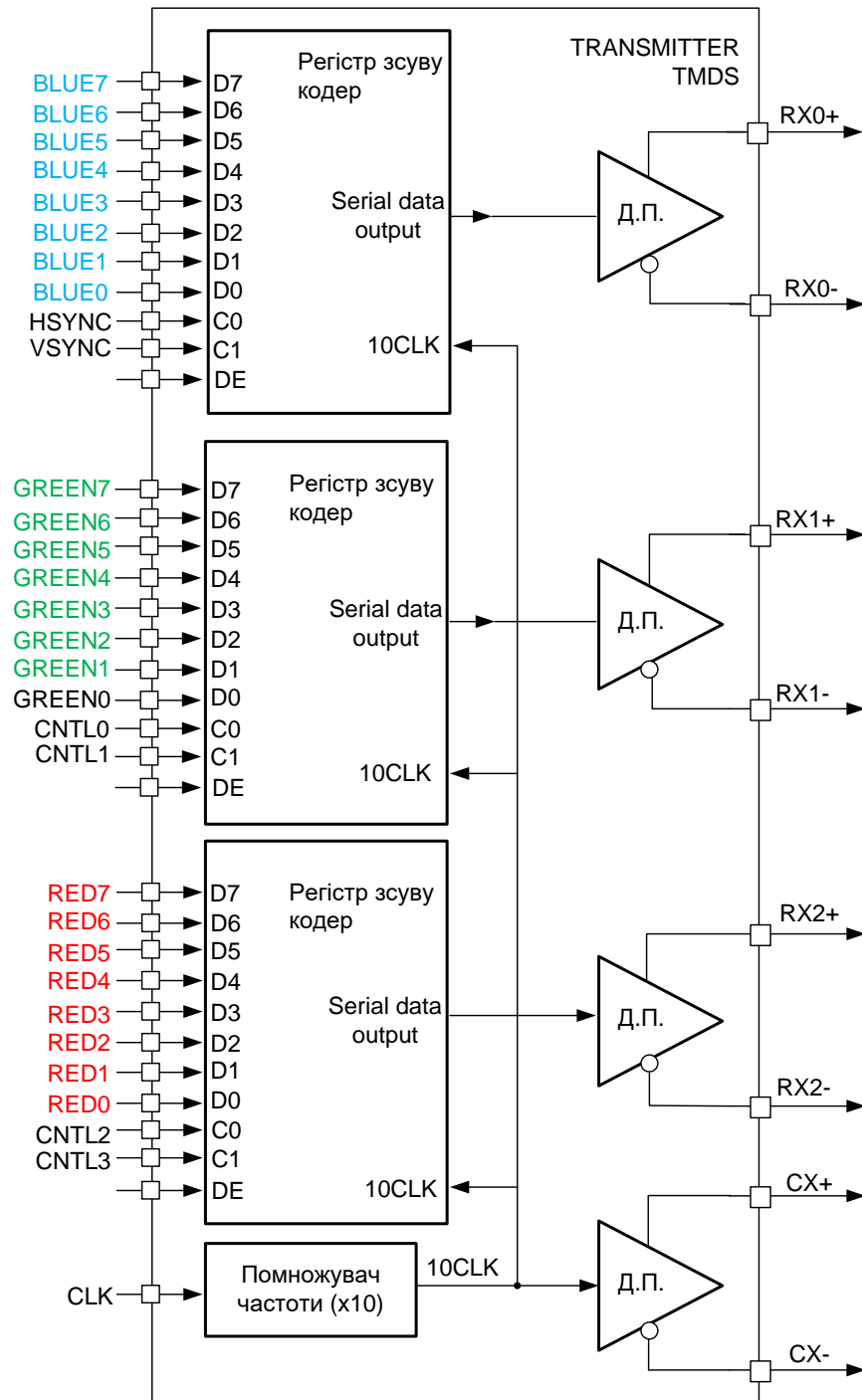


Рисунок 13 – Внутрішня архітектура трансмітера TMDs

Вхідний сигнал CLK є сигналом піксельної частоти (Pixel Clock) і він визначає частоту формування сигналів R/G/B на вході трансмітера. Помножувач частоти множить частоту CLK в 10 разів. Отриманий тактовий сигнал (10CLK) використовується для регістрів зсуву, а також передається по диференціальних лініях CX+/-.

Регістри зсуву трансмітера по кожному такту сигналу 10CLK по черзі передають свої вхідні біти на відповідну вихідну диференціальну лінію. Таким чином, на кожній з трьох диференціальних ліній даних (RX0+/-, RX1+/-, RX2+/-) формується 10-розрядний послідовний код, що передається синхронно з тактовими сигналами на лінії CX+/- . Трансмітер TMDS не лише проводить перетворення паралельного коду в послідовний, але і забезпечує перетворення 8-бітового коду в 10-бітовий з метою зменшення кількості фронтів і одночасно з метою забезпечення балансу сигналу за постійною складовою. Для кодування використовується фірмовий запатентований метод.

Зворотне перетворення послідовного коду в паралельний здійснюється ресивером, що входить до складу LCD-панелі.

Отже, на LCD-панель, необхідно передати 27 сигналів (24-розрядний код кольору (три по 8 біт), сигнали HSYNC та VSYNC, сигнал дозволу даних DE). У трансмітера є 30 вхідних контактів. Розподіл сигналів по входах трансмітера, демонструє рис.13, з якого видно, що кожному базовому кольору відповідає своя диференціальна пара TMDS :

- синій колір – лінії першої пари (RX0+/- -);
- зелений колір – лінії другої пари (RX1+/- -);
- червоний колір – лінії третьої пари (RX2+/- -).

Сигнали синхронізації підмішуються до синього кольору, тобто передаються по лініях першого каналу. Такий чіткий розподіл сигналів кольору по каналах інтерфейсу TMDS дає можливість досить легко діагностувати інтерфейс при завантаженні на екран зображення "кольорове поле" (червоне, синє або зелене), а також зображення "біле поле". Інколи можна зустріти таке позначення диференціальних пар інтерфейсу TMDS, як REDTMDS +/-, GREENTMDS+/-, BLUETMDS+/-, що говорить саме за себе.

Другий варіант кодування має на увазі, що сигнали HSYNC та VSYNC повинні передаватися по інших окремих лініях у вигляді TTL-сигналів, тобто ці сигнали не підмішуються в диференціальний потік даних синього кольору. Диференціальні лінії, в даному випадку, використовуються, виключно, для передачі 8-розрядних даних, тобто для передачі кольору і при цьому 8-розрядний

код про колір перетвориться в надлишковий 10-розрядний послідовний код. Різницю між двома варіантами кодування даних в TMDS, демонструє рис.14.

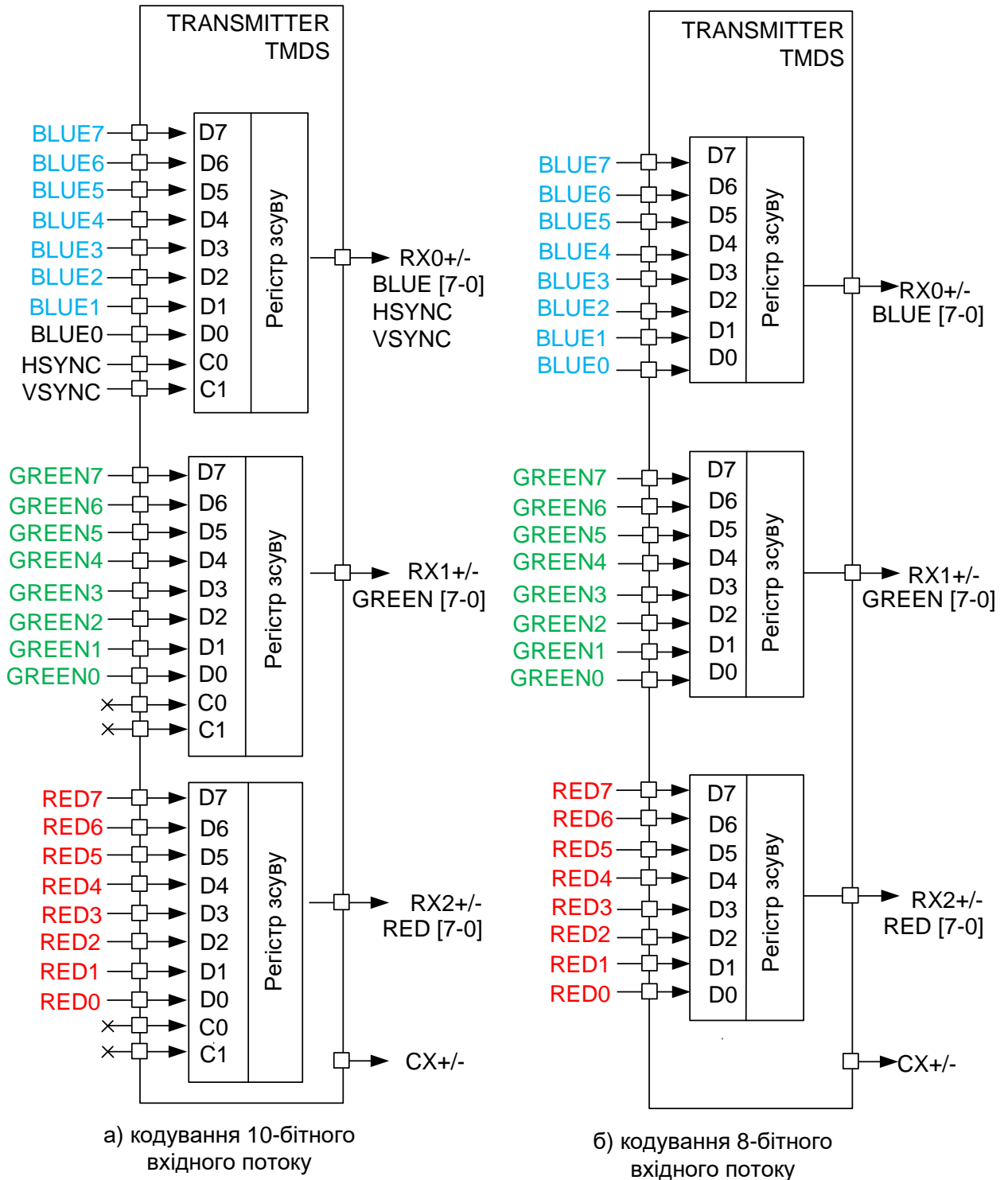


Рисунок 14 – 10 та 8 розрядні регістри TMDS-трансмiтера

Двоканальний TMDS дозволяє збільшити пропускну спроможність інтерфейсу. У двоканальний TMDS вводиться ще три диференціальні пари для передачі даних. При цьому лінія синхронізації залишається єдиною, і вона тактує передачу даних вже по шести лініях даних.

Таким чином, виходить два канали передачі даних по три диференціальні лінії в кожному. Збільшення пропускну спроможності здійснюється за рахунок того, що один канал використовується для передачі даних про колір парних точок екрану (каналу Even), а другий – для передачі даних кольору непарних точок (Odd). За один цикл (один такт CLK) передаються дані, що описують відразу дві точки екрану, тобто передається 48 розрядів замість 24 при одноканальному TMDS.

Канал, утворений парами RX0+/-, RX1+/-, RX2+/-, призначений для передачі даних про колір непарних точок. Другий канал, утворений парами RX3+/-, RX4+/-, RX5+/-, призначений для передачі даних про колір парних точок екрану.

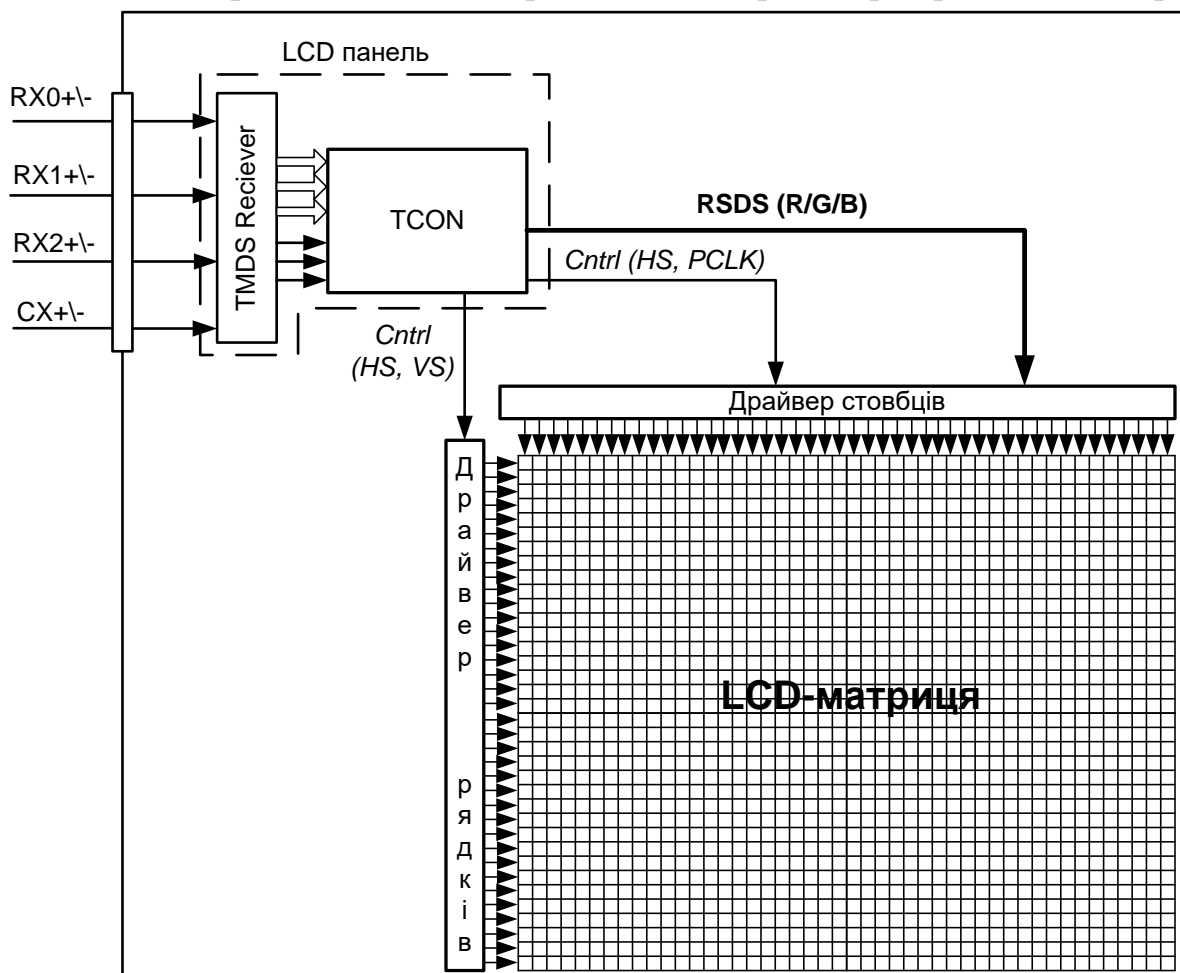


Рисунок15 – Внутрішня архітектура LCD-панелі із інтерфейсом TMDS

У разі використання інтерфейсу TMDS, у складі LCD-панелі з'являється спеціальна мікросхема – контролер синхронізації TCON (Timing CONtroller). Контролер TCON здійснює перетворення вхідних сигналів (R/G/B, HSYNC, VSYNC) в сигнали керування драйверами рядків та стовпців. Внутрішня архітектура LCD-панелі з інтерфейсом TMDS представлена на рис.15. Необхідно відмітити, що багато контролерів TCON інтегровані з TMDS -ресивером. В цьому випадку вхідними сигналами TCON є диференціальні пари TMDS.

Дані про колір R/G/B від контролера TCON до драйверів стовпців передаються по внутрішньому інтерфейсу RSDS або MLVDS.

Аналіз величезної кількості LCD-панелей показав, що інтерфейс TMDS (Panel Link) використовувався і використовується у край рідко. Його застосування, у більшості випадків, характерно для 14-15 дюймових моделей.

1.3 Інтерфейс LVDS

Інтерфейс LVDS на даний момент часу є найпоширенішим інтерфейсом для моніторів настільного типу та матриць ноутбуків. У порівнянні з TMDS, інтерфейсом LVDS забезпечується більш висока пропускна спроможність, що і привело до того, що LVDS, фактично, став стандартом зовнішнього інтерфейсу для сучасної LCD -панелі.

LVDS здатний передавати до 24 бітів інформації за один піксельний такт, що відповідає режиму True Color (16,7 млн. кольорів). При цьому початковий потік паралельних даних (18 біт або 24 біта) конвертується в 4 диференціальних пари послідовних сигналів з множенням початкової частоти в сім разів. Тактова частота передається по окремій диференціальній парі. Рівні робочих сигналів складають 345 мВ, вихідний струм передавача має величину від 2,47 до 4,54 мА, а стандартне навантаження дорівнює 100 Ом. Цей інтерфейс дозволяє забезпечити надійну передачу даних із смугою пропускання понад 455 МГц без спотворень на відстань до декількох метрів.

Трансмітер LVDS складається з чотирьох 7-розрядних регістрів зсуву, помножувача частоти та вихідних диференціальних підсилювачів (рис.16).

Досить часто в технічній документації широко застосовується таке позначення сигналів інтерфейсу LVDS, як RX0+/-, RX1+/-, RX2+/-, RX3+/-, RXC+/-.

Вхідний сигнал CLK є сигналом піксельної частоти (Pixel Clock) і він визначає частоту формування сигналів R/G/B на вході трансмітера. Помножувач частоти множить частоту CLK в 7 разів. Отриманий тактовий сигнал (7xCLK) використовується для того щоб тактувати регістри зсуву, а також передається по

диференціальних лініях CLKP/CLKM.

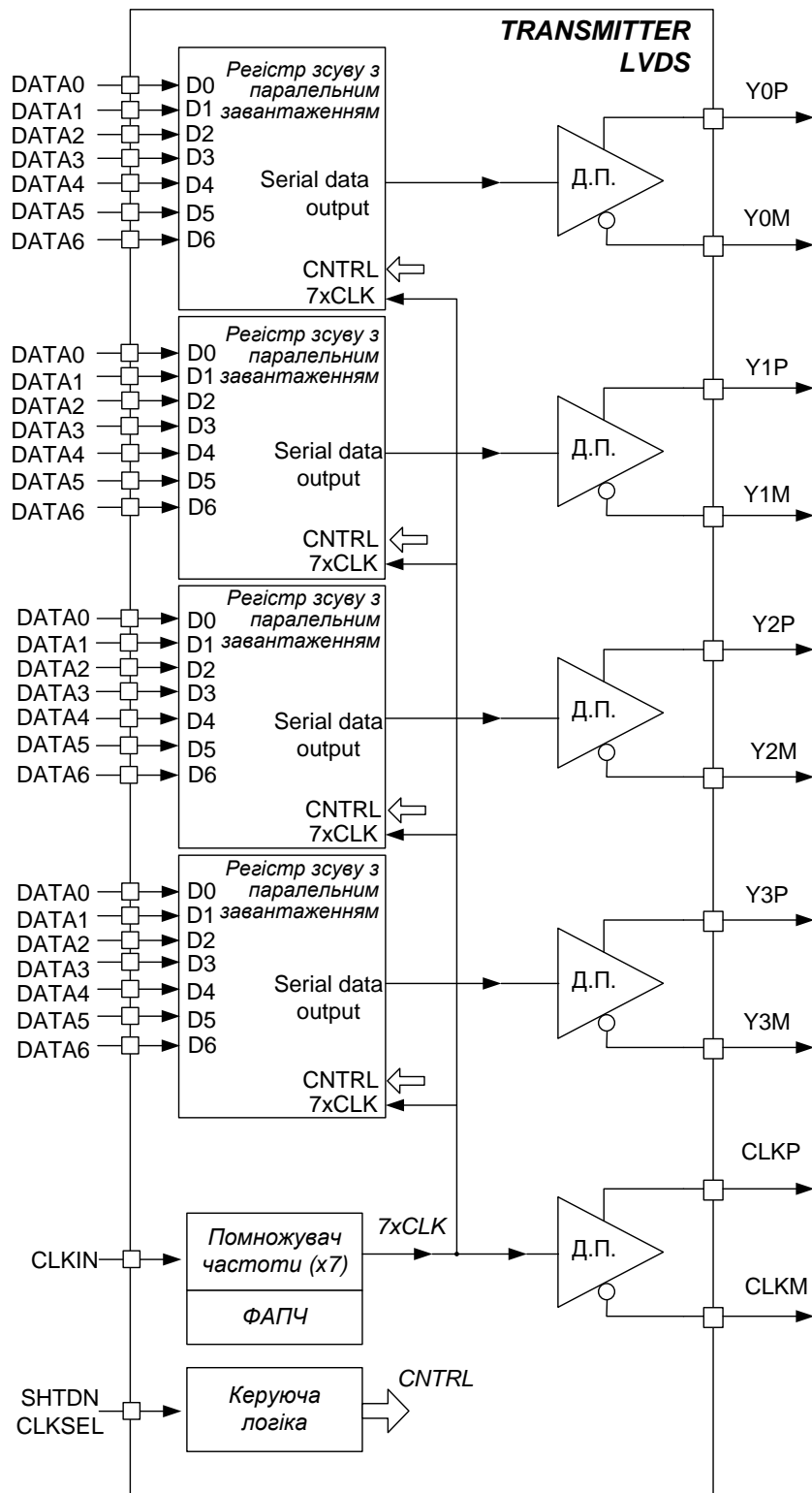


Рисунок 16 – Внутрішня архітектура трансмітера LVDS

7-розрядний паралельний код завантажується в реєстри зсуву трансмітера за строб сигналом, що виробляється внутрішньою логікою керування

трансмiтера. Після завантаження починається передавання біт на відповідну диференціальну лінію. Цей процес тактується сигналом 7xCLK.

Таким чином, на кожній з чотирьох диференціальних ліній даних (Y0P/Y0M, Y1P/Y1M, Y2P/Y2M, Y3P/Y3M) формується 7-розрядний послідовний код, що передається синхронно з тактовими сигналами на лінії CLKP/CLKM.

Інтерфейс LVDS використовується для передачі як 18-розрядний код (3 кольори по 6 біт), так і 24-розрядний код (3 кольори по 8 біт). Але на відміну від інтерфейсу TMDS, кожному кольору не виділяється окрема диференціальна пара, тобто кожен диференціальний канал LVDS призначений для передачі окремих біт різних кольорів. Окрім сигналів кольору, на LCD - панель повинні передаватися ще: сигнал рядкової синхронізації (HSYNC); сигнал кадрової синхронізації (VSYNC); сигнал дозволу даних (DE).

Ці сигнали керування також передаються по диференціальних каналах, що призначені для передачі даних, тобто по лініях YnP/YnM. Таким чином, існує два варіанти формату даних, що передаються на LCD -матрицю.

Перший варіант відповідає 18-розрядному коду про колір, і при цьому на вхід трансмітера подається 21 розряд даних. Другий варіант – 24-розрядний код кольору, при якому на вході трансмітера повинно бути 27 біт даних. Загальна схема, що пояснює архітектуру інтерфейсу LVDS, представлена на рис.17.

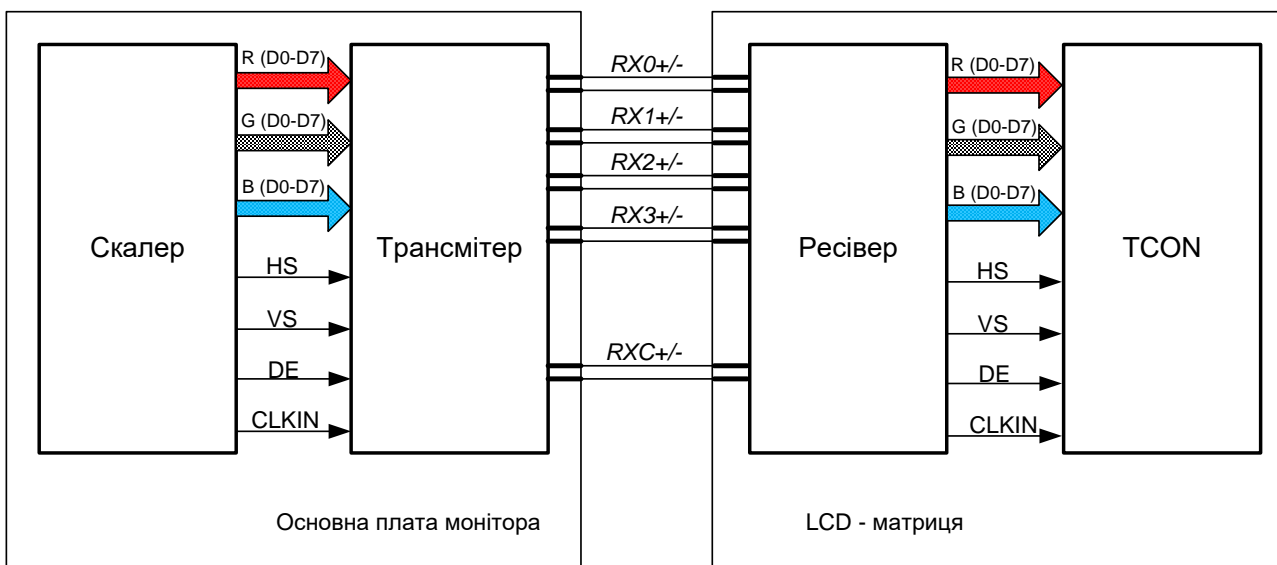


Рисунок 17 – Архітектура інтерфейсу LVDS

Практично усіма виробниками LCD-моніторів та телеприймачів використовується певний формат вхідних даних, що дозволяє до будь-якої плати підключати будь-яку LCD-панель. LVDS перетворився на уніфікований

інтерфейс, в якому однозначно прописаний протокол передачі, формат вхідних даних, з'єднувач. В результаті, протокол передачі даних по диференціальних каналах інтерфейсу LVDS виглядає так, як це показано на рис.18.

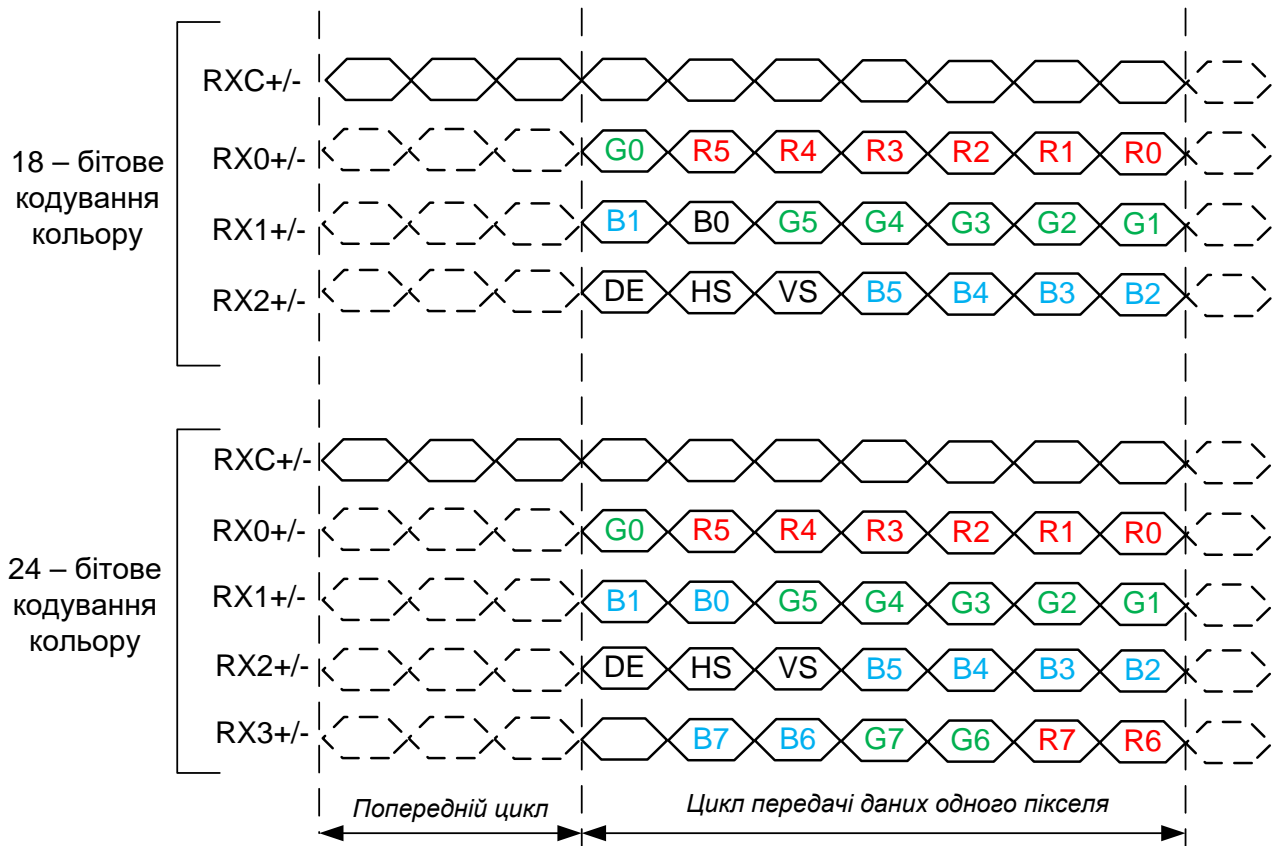


Рисунок 18 – Протокол передачі даних інтерфейсом LVDS

Для збільшення пропускної спроможності інтерфейсу, компанія розробник (National Semiconductor) розширила інтерфейс LVDS та подвоїла кількість диференціальних пар, що використовуються для передачі даних, тобто тепер їх стало вісім (рис.19). Це розширення дістало назву LDI - LVDS Display Interface. У інтерфейсі LVDS (LDI) є 8 диференціальних пар, призначених для передачі даних, і дві диференціальні пари тактових сигналів, тобто в LDI є два, практично, незалежних повнофункціональних каналу, передача даних в кожному з яких тактується власним тактовим сигналом. Наявність двох каналів дозволяє удвічі збільшити пропускну спроможність інтерфейсу, оскільки за один піксельний такт можна передати інформацію про два пікселя. Один канал призначений для передачі парних точок екрану (канал Even), а другий - для непарних точок екрану (канал Odd).

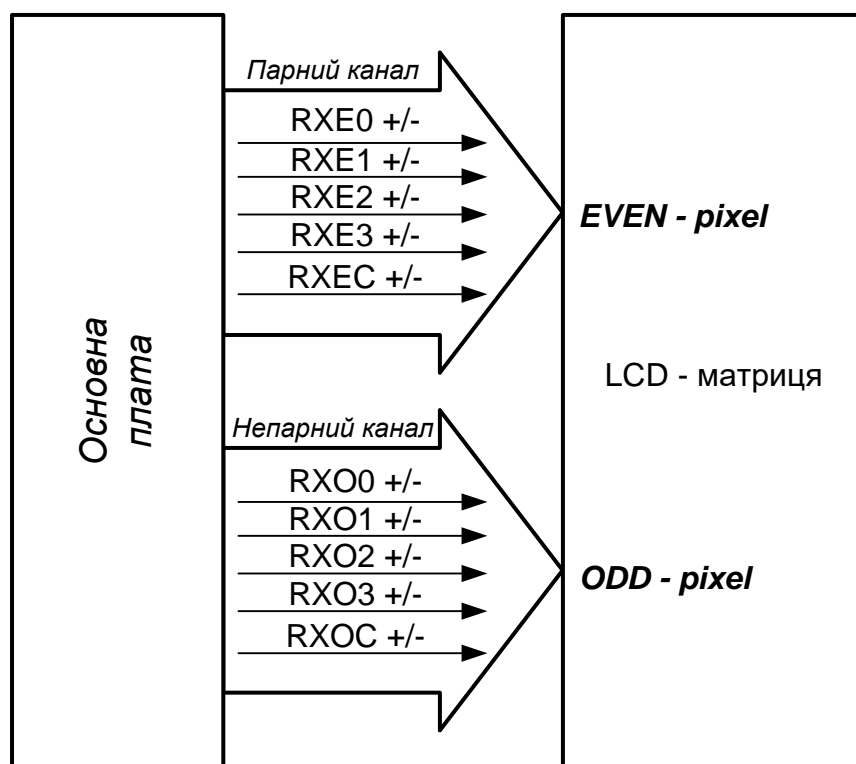


Рисунок 19 – Архітектура інтерфейсу LDI - LVDS

1.4 Інтерфейс RSDS

Керування драйверами рядків та стовпчиків здійснюється мікросхемою контролера синхронізації TCON. Основною функцією TCON є перетворення сигналів, сформованих на виході скалера, в сигнали керування драйверами рядків та стовпців. Фізично контролер TCON розташовується безпосередньо на LCD-панелі, ближче до драйверів рядків та стовпців. Саме для передачі даних від скалера на TCON і використовуються такі інтерфейси, як паралельний цифровий інтерфейс, інтерфейс TMDS, інтерфейс LVDS. Але передати дані на TCON – це тільки півсправи. Дані про колір (18-розрядний або 24-розрядний потік) мають бути передані на мікросхеми драйверів стовпців, де й будуть перетворені в аналогову напругу. Від контролера TCON на драйвери стовпців дані про колір передаються за допомогою іншого інтерфейсу – RSDS. Таким чином, RSDS є внутрішнім інтерфейсом LCD-панелі.

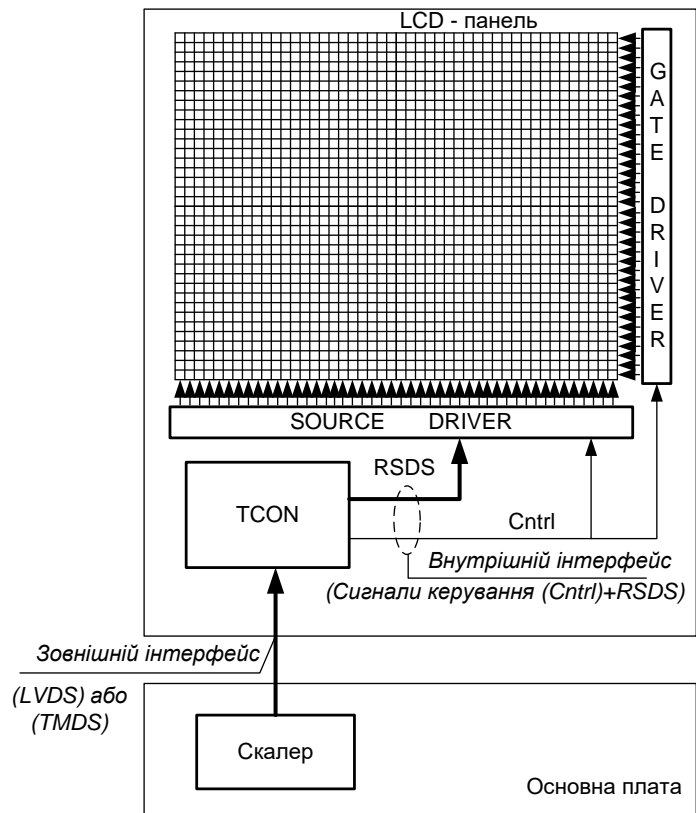


Рисунок 20 – Класична архітектура LCD монітора

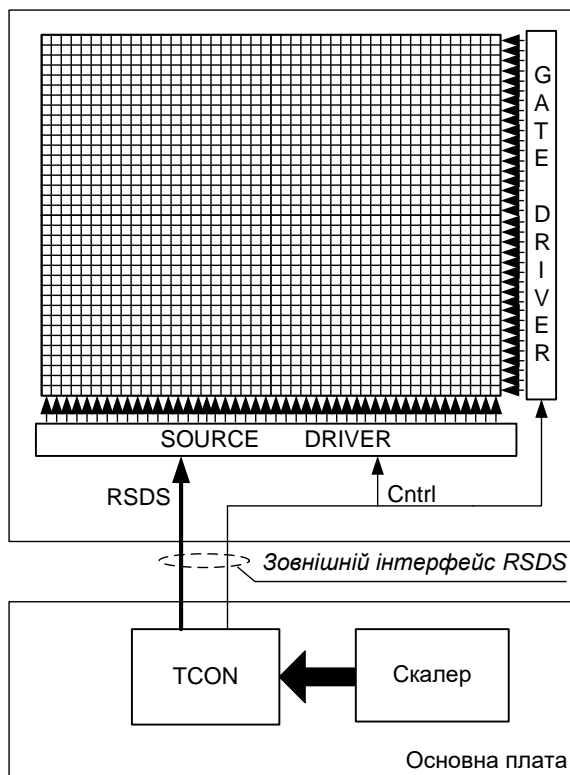


Рисунок 21 – Архітектура LCD монітора при розміщенні TCON на основній платі

Існує і інший погляд на схемотехніку LCD - моніторів. Цей погляд має на увазі розміщення контролера TCON на основній платі монітора, тобто зовні LCD-панелі (рис.21). При цьому на LCD - панелі залишаються тільки драйвери стовпців та рядків. Подібне рішення має як недоліки, так і певні переваги, зокрема:

- зменшення кількості перетворень сигналів (з паралельного виду в послідовний, і навпаки);
- спрощення схемотехніки та зниження вартості LCD - панелі.

Оскільки TCON знаходиться тепер на основній платі, то природно, що інтерфейсом, що зв'язує основну плату з LCD - панеллю, стає RSDS. Необхідно відмітити, що контролер TCON практично завжди інтегрований із скалером, тобто на основній платі монітора розташовується всього один надвеликий чіп – скалер зі вбудованим TCON (рис. 22). Природно, що в такому варіанті, діагностика скалера полягає в контролі на його виході сигналів інтерфейсу RSDS.

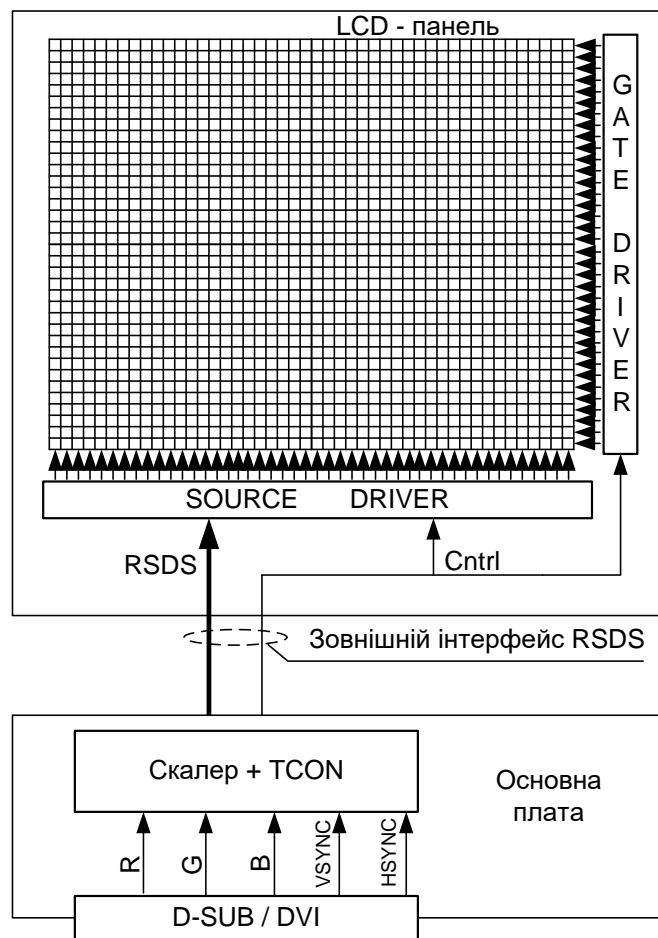


Рисунок 22 – Архітектура LCD монітора при об'єднанні скалера та TCON

У стандарті RSDS використовується три варіанти кодування кольору: 6, 8, або 10-бітове кодування кожного з основних кольорів R/G/B.

6-бітове кодування кольору застосовується в ноутбуках. У цьому режимі 6-розрядів кожного кольору передаються по трьох диференціальних лініях, тому для передачі даних про усі три кольори, потрібно 9 диференціальних пар. Порядок дотримання біт коду для режиму 6-бітового кодування показаний на рис. 23.

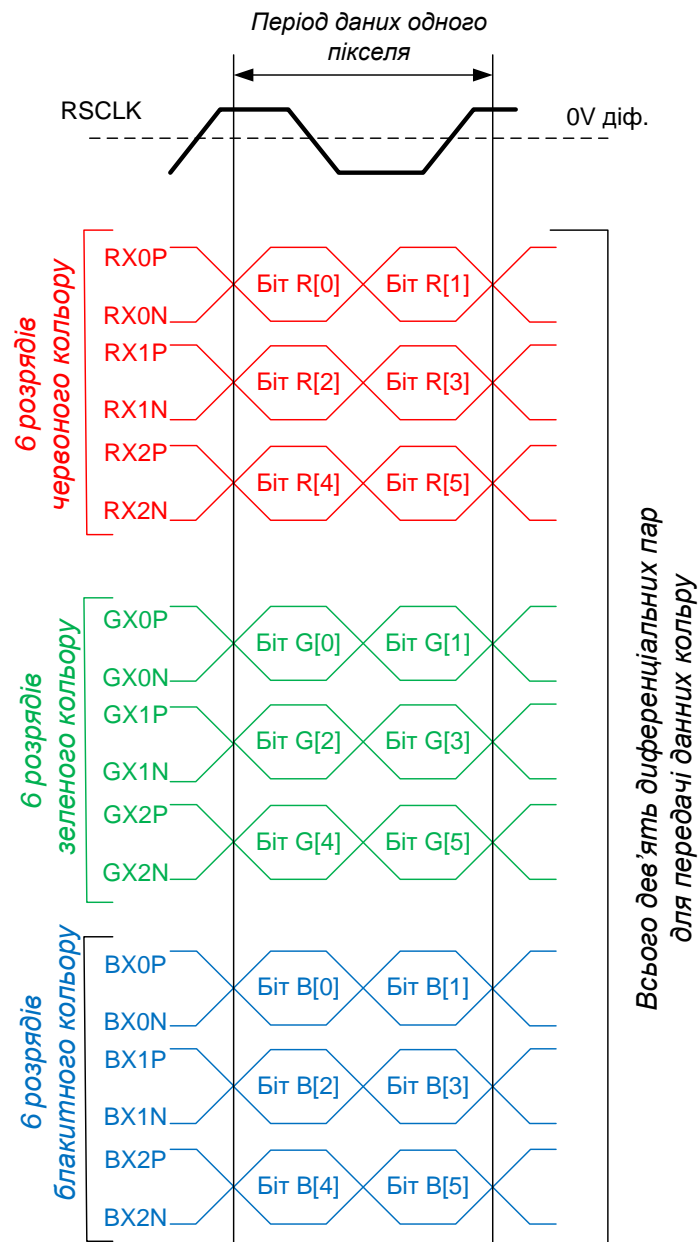


Рисунок 23 – Формат передачі даних при 6-бітовому кодуванні кожного кольору

8-бітове кодування кольору характерне для сучасних моніторів. У цьому випадку для передачі даних про один колір потрібно чотири лінії, а усього шина буде представлена 12 диференціальними парами (рис. 24).

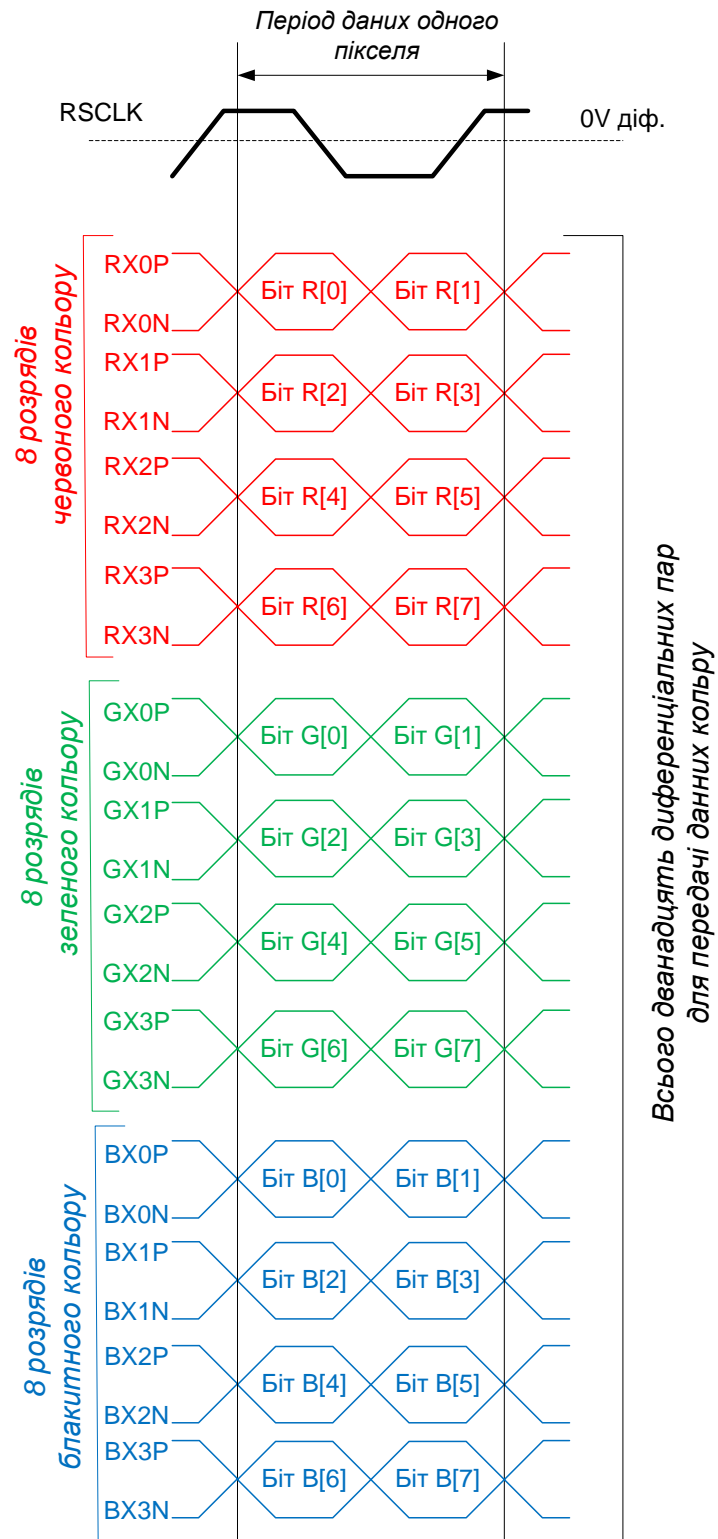


Рисунок 24 – Формат передачі даних при 8-бітовому кодуванні кожного кольору

10-бітове кодування призначене для застосування в телевізійній техніці. Інформація про один колір передається по п'яти лініях, а усього потрібно 15 диференціальних пар (рис.25).

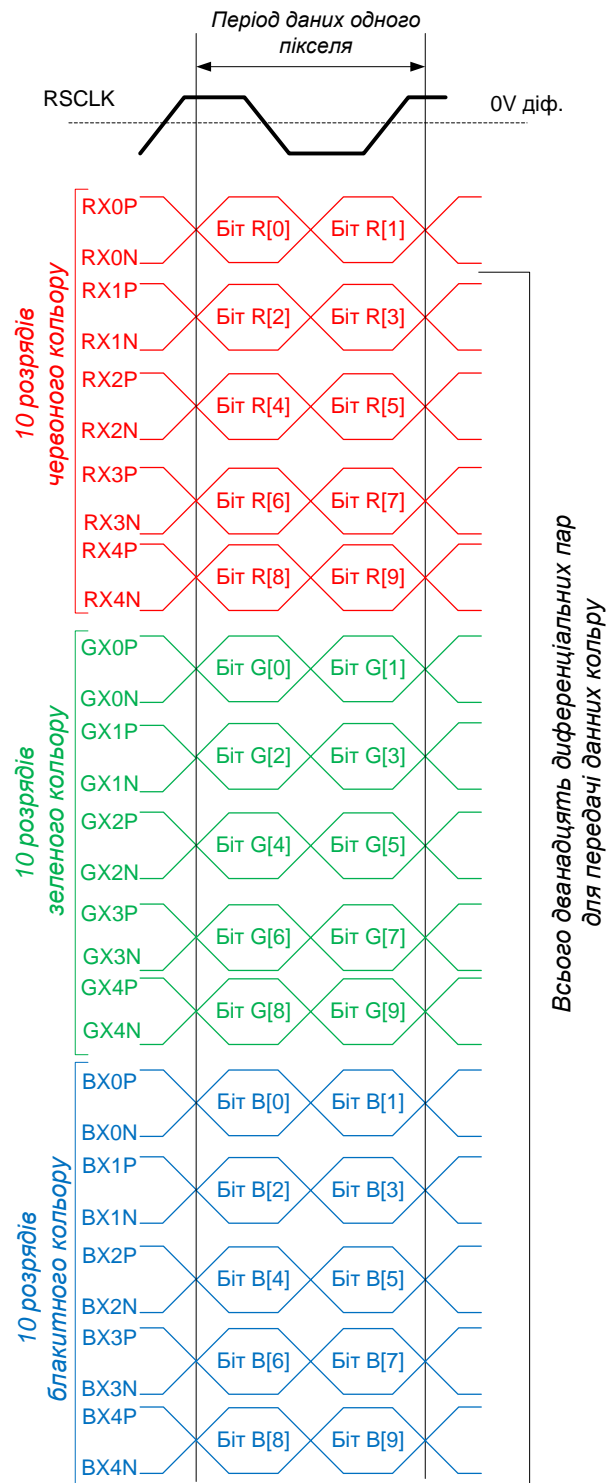


Рисунок 25–Формат передачі даних при 10-бітовому кодуванні кожного кольору

Варто відмітити, що порядок передачі розрядів кольору може бути й іншим. Порядок передачі може змінюватися, залежно від типу контролера TCON, його програми та типом використовуваних драйверів стовпців.

При розміщенні контролера TCON на основній платі монітора, виникає необхідність у формуванні цілого ряду сигналів керування для драйверів рядків та стовпців. Усі сигнали важливі з позицій діагностування інтерфейсу. Адже відсутність будь-якого з цих сигналів призводить до неможливості формування зображення.

2 ОСНОВНІ НАПРЯМИ ТА МЕТОДИ РЕМОНТУ LCD-МОНІТОРІВ

Звичайно ж, кожен LCD - монітор має свої особливості і певні схемотехнічні рішення, застосування яких обумовлене характеристиками, функціями і конструкцією монітора, проте більша частина цього класу електронної техніки одноманітна. Причин, що призводять до одноманітності в побудові LCD - моніторів декілька.

По-перше, основним елементом монітора є рідкокристалічна панель, яка, у свою чергу – є закінчений функціональний пристрій з цілком певним набором вхідних сигналів, що управляють, тобто функціональна схема усього монітора визначається саме архітектурою LCD-панелі. А оскільки практично усі панелі мають дуже схожу побудову, то це і призводить до того, що різні схеми керування LCD - панеллю, повинні формувати одні і ті ж сигнали, тобто повинні будуватись однаково.

По-друге, виробників LCD - панелей у світі не так вже і багато і тому в моніторах різних фірм і торговельних марок використовуються одні і ті ж LCD-панелі.

По-третє, практично усі сучасні інтерфейси між монітором і комп'ютером, а також між схемою управління і LCD - панеллю стандартизовані, тобто виробники моніторів і панелей знаходяться в досить вузьких рамках цих стандартів.

Типову схему побудови LCD - монітора зображено на рисунку 26. На цій схемі можна знайти усі основні функціональні вузли монітора.

LCD - панель

LCD - панель є функціонально закінченим пристроєм, тобто окрім самої матриці рідких кристалів, в панелі є ще цілий ряд компонентів, що дозволяють функціонувати їй при мінімальній кількості зовнішніх сигналів керування. До складу LCD - панелі інтегровані такі елементи:

1. Матриця рідких кристалів, положення кожного з яких визначається двома координатами – номер рядка і номер стовпця.
2. Набір транзисторів (TFT), що забезпечують «включення» та «виключення» відповідного осередку рідких кристалів. Ці транзистори називають комутуючими ключами, і кожній комірці матриці кристалів відповідає свій транзистор. Їх є стільки, скільки точок на екрані. Ці транзистори у свою чергу

є невід'ємною частиною матриці рідких кристалів. Для комутації транзистора необхідно «вказати» номер рядка і номер стовпця, в якому він знаходиться.

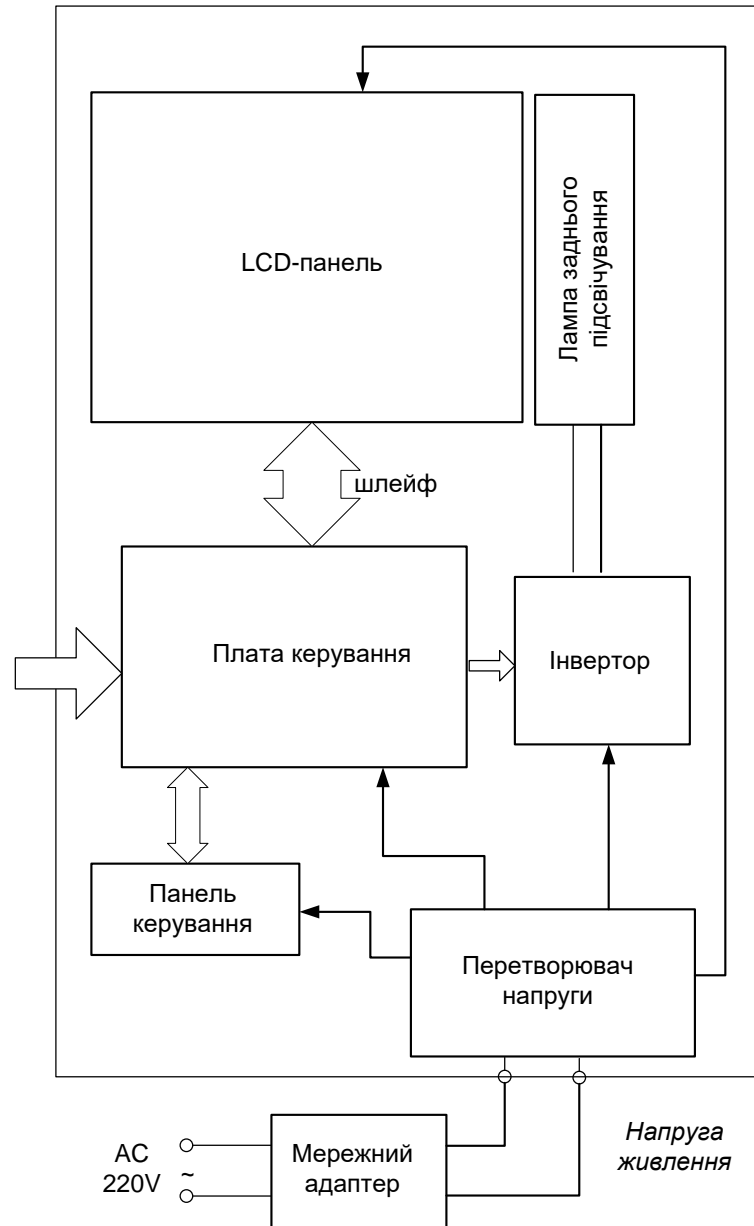


Рисунок 26 – Блок схема LCD монітора

3. Схема вибірки, що дозволяє включити потрібну комірку матриці. Схема вибірки формує сигнали для включення транзистора TFT. Схема вибірки складається з двох елементів: драйверів рядків та стовпців.

4. Контролер керування TCON забезпечує обробку вхідних сигналів, що поступають від плати керування. З цих сигналів керування формуються команди для драйверів рядків та стовпців

5. Інтерфейсна схема, яка є приймачем диференціальних сигналів. Інтерфейсна схема приймає сигнали від плати керування в послідовному виді і перетворює їх в паралельний код.

6. Схема регулювання та перетворювач вхідної напруги живлення.

Лампа заднього підсвічування

Лампою заднього підсвічування здійснюється формування світлового потоку, який, проходячи через матрицю рідких кристалів, створює видиму «картинку». Як лампи заднього підсвічування найчастіше використовуються люмінесцентні лампи. Це можуть бути як традиційні лампи з ниткою розжарювання, так і лампи з холодним катодом (CCFL), які використовуються найчастіше в сучасних моніторах. Кількість ламп заднього підсвічування коливається від 2 до 6. У деяких моніторах яскравість свічення ламп може управлятися для забезпечення регулювання контрастності зображення та регулювання градацій сірого кольору. Лампи заднього підсвічування виконані у вигляді окремого модуля, який можна поміняти.

Інвертор

До функцій інвертора відносяться створення напруги живлення та пускової напруги для ламп заднього підсвічування. Інвертор – це імпульсний перетворювач, що працює на високих частотах.

У початковий момент пуску на виході інвертора формується напруга в 1,5 - 2 кВ, яка повинна "запалити" лампу. Після пробною розрядного газового проміжку такою високовольтною напругою починається генерація імпульсного перетворювача на частотах 30 - 150 кГц. У робочому режимі амплітуда змінної напруги знаходиться в діапазоні від 150 до 800 В. Лампа у включеному стані є індуктивним навантаженням для генератора напруги. Функцією інвертора є отримання цієї високовольтної імпульсної напруги з низьковольтної напруги +12В постійного струму. Функцією інвертора також є забезпечення стабільності напруги, що прикладається до ламп, що дозволяє створювати рівне, не мерехтливе світло. Крім того, у складі інвертора є захист за струмом, який блокує роботу схеми в аварійних режимах.

Включення та виключення інвертора здійснюється сигналами від плати керування. Якщо регулювання контрастності зображення та регулювання

градацій сірого кольору здійснюється лампами заднього підсвічування, то від плати керування на інвертор повинні приходити відповідні сигнали регулювання, а не тільки сигнал включення/виключення лампи.

Плата керування

Плата керування забезпечує формування сигналів керування для LCD - панелі та для інвертора. Плата керування – це модуль, побудова якого відрізняється в різних моніторах, оскільки саме його і проектують виробники моніторів, купуючи стандартні LCD -модулі. На платі керування розміщуються такі елементи:

- інтерфейсні схеми для обробки сигналів від персонального комп'ютера (ПК);
- аналого-цифровий перетворювач (ADC);
- дисплейний контролер (мікропроцесор);
- передавач сигналів для LCD -модуля.

Окрім цих елементів на платі керування можна знайти мікросхеми оперативної пам'яті, спеціалізовані контролери, мікросхеми ПЗП та FLASH – пам'яті.

З'єднання плати керування з LCD - модулем здійснюється шлейфом, справність якого значною мірою визначає правильну роботу монітора.

Панель керування

Панеллю керування забезпечується зв'язок між користувачем та монітором. На панелі керування розміщуються кнопки, за допомогою яких забезпечується вхід в режими налаштування параметрів монітора. Крім того, на панелі керування є ще і світловий індикатор, за допомогою якого відображуються режим роботи монітора та можуть виводитися повідомлення про несправності монітора. Повідомлення виводяться у вигляді певного алгоритму включення та виключення світлодіода.

Перетворювач напруги

Перетворювач напруги фактично виконує функції блоку живлення, забезпечуючи усі елементи монітора відповідною напругою. Можна виділити два варіанти забезпечення LCD- монітора напругою живлення:

1. Із зовнішнім мережевим адаптером і внутрішньою схемою регулювання та стабілізатором напруги.

2. З внутрішнім імпульсним джерелом живлення.

Перший варіант використовується частіше. В цьому випадку на вхід монітора від зовнішнього мережевого адаптера подається постійна напруга номіналом 12 ...24 В. Внутрішнім перетворювачем забезпечується отримання напруги 5В, 3.3В, 2.5В з вихідної напруги адаптера. У складі монітора для цих цілей можуть використовуватися лінійні інтегральні стабілізатори або імпульсні перетворювачі. Цей варіант організації живлення зменшує габарити та вагу монітора і призводить до підвищення надійності.

Другий варіант має на увазі, що у складі монітора є імпульсне джерело живлення, що дає деякі переваги - відсутність зовнішніх блоків, і можливість підключати монітор безпосередньо до мережі. З іншого боку, збільшення габаритів монітора та зниження надійності виробу може не подобатися деяким користувачам.

Найчастіше перетворювач напруги знаходиться на платі керування, тому несправності перетворювача дуже часто відносять саме до несправностей схеми керування.

Основні проблеми, що виникають при експлуатації моніторів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Прояв несправності	Можливі причини несправності	Методи ремонту та діагностики
1	2	3
Екран мигає (повністю або один з кутів)	Несправний інвертор	Перевірити на виході інвертора наявність імпульсної високочастотної напруги 300-1500В (залежить від моделі монітора). У випадку відсутності: 1. Замінити або відремонтувати інвертор. 2. Замінити плату керування 3. Перевірити шлейф, що з'єднує інвертор та плату керування (якщо інвертор виконаний у вигляді окремого модуля)
	Несправна лампа заднього підсвічування	Замінити блок заднього підсвічування

Продовження таблиці 1

1	2	3
Екран темний. Індикатор живлення світиться	Несправна LCD- панель	Замінити LCD- панель
	Несправний інвертор	Перевірити на виході інвертора наявність імпульсної високочастотної напруги 300-1500В (залежить від моделі монітора). У випадку відсутності: 1. Замінити або відремонтувати інвертор. 2. Замінити плату керування 3. Перевірити шлейф, що з'єднує інвертор та плату керування (якщо інвертор виконаний у вигляді окремого модуля)
	Несправна плата керування	Замінити плату керування
	Несправний перетворювач напруги на платі керування	1. Перевірити тестером наявність вихідних напруг на всіх стабілізаторах. При відсутності напруги – замінити стабілізатори або плату. 2. Замінити плату керування
	Несправний інтерфейсний кабель між монітором та системним блоком	Включити монітор в автономному режимі без підключення до системного блоку. Якщо на екрані з'являється будь-яке повідомлення, то замінити інтерфейсний кабель
Екран виключається через деякий час	Несправний інвертор (спрацьовує захист за струмом)	Замінити блок інвертора або перевірити його елементи
	Несправна лампа заднього підсвічування	Замінити блок заднього підсвічування
Відсутній один з кольорів	Несправний інтерфейсний кабель між монітором та системним блоком	Перевірити кабель тестером, у випадку наявності несправності замінити
	Несправний інтерфейсний кабель між платою керування та LCD- панеллю	Перевірити кабель тестером, у випадку наявності несправності замінити
	Несправні елементи плати керування	Замінити плату керування
	Несправна LCD- панель	Замінити LCD- панель

Продовження таблиці 1

1	2	3
На екран не виводиться меню настройки	Несправні елементи плати керування	Замінити плату керування
Кнопки керування не функціонують	Несправні кнопки	Перевірити тестером кнопки
	Обрив інтерфейсного шлейфу між панеллю та платою керування	Перевірити шлейф тестером
	Несправна плата керування	Замінити плату керування

На рисунках 27 - 30 наводяться швидкі алгоритми діагностики та ремонту моніторів при виникненні відповідних несправностей. Для більшої наочності алгоритми ремонту представлені в графічному виді. Ці алгоритми допоможуть провести швидкий ремонт на рівні окремих модулів.

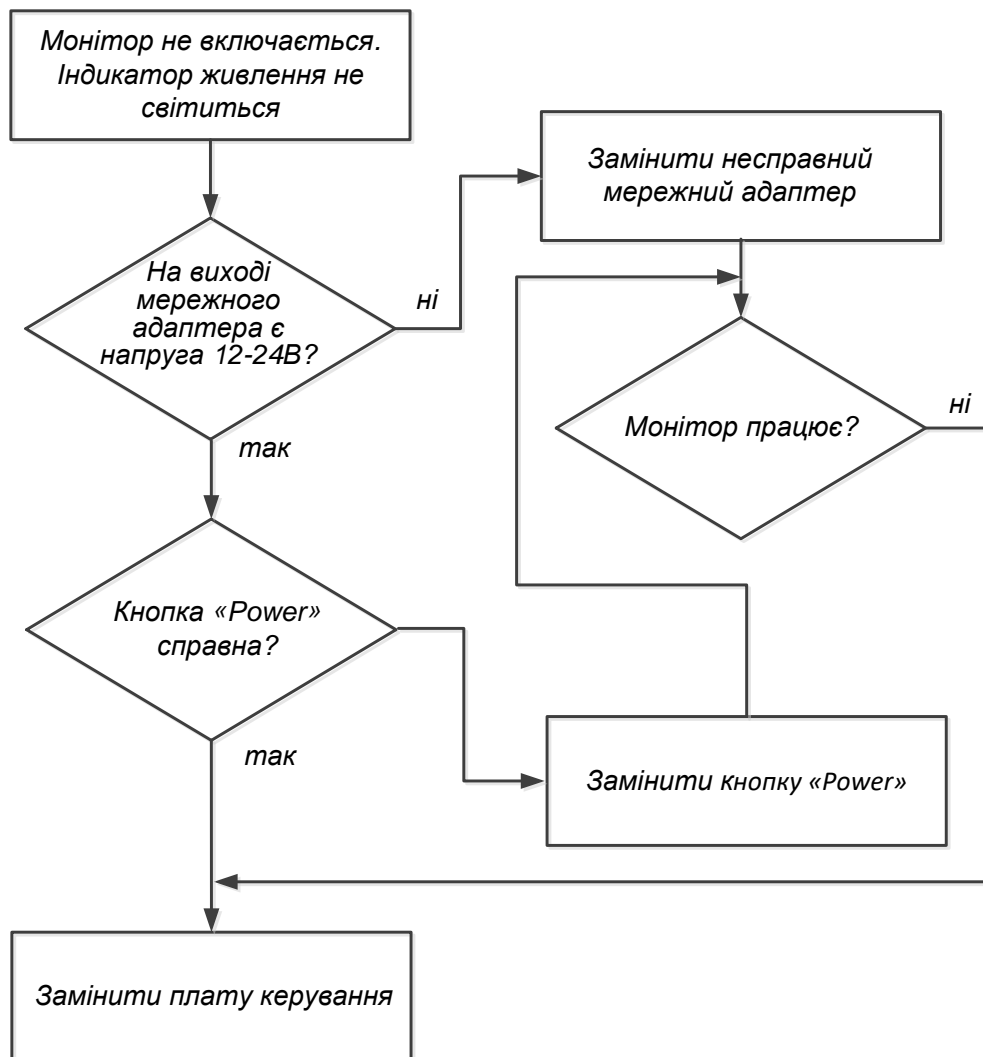


Рисунок 27 – Алгоритм пошуку несправності «Монітор не включається»

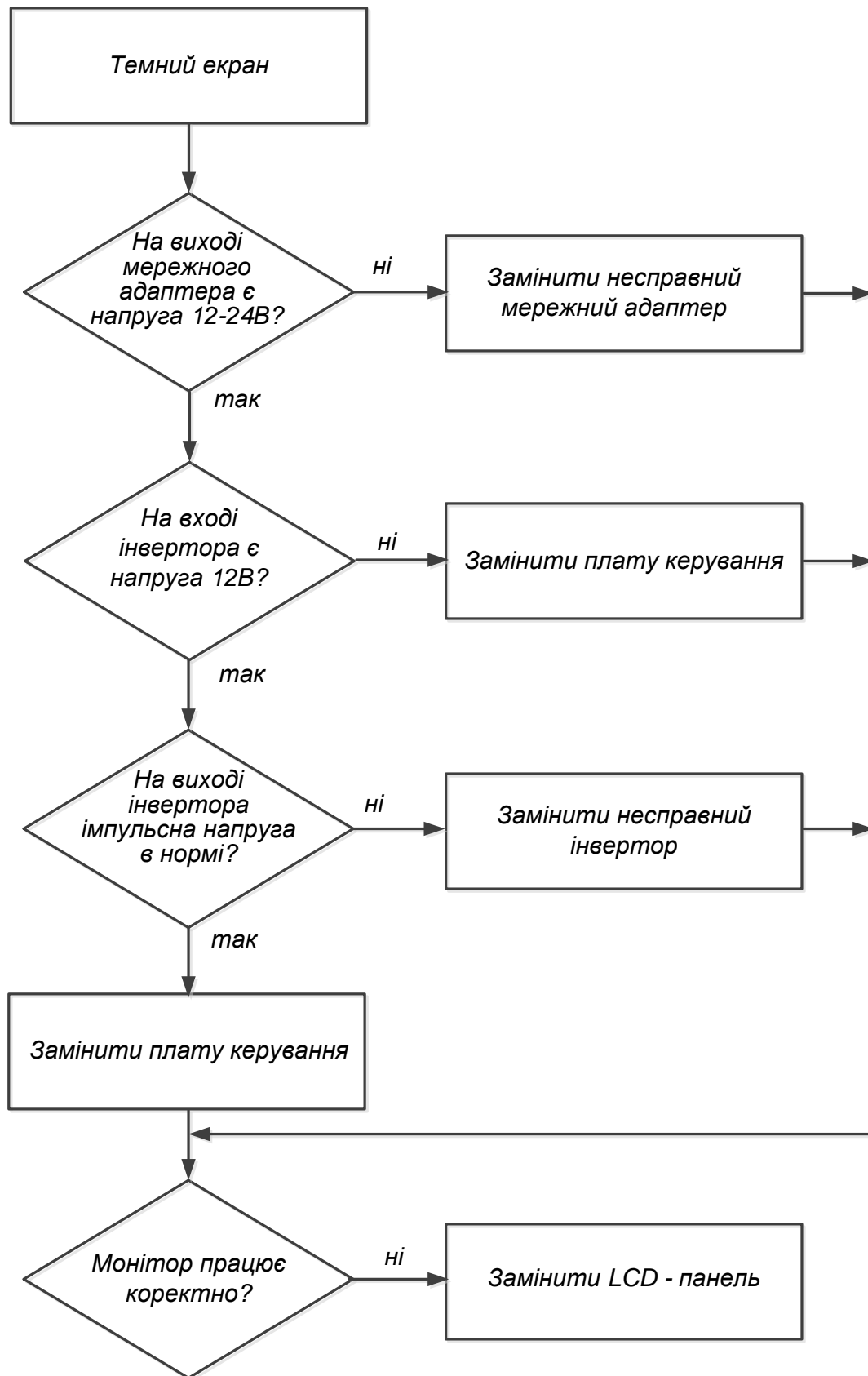


Рисунок 28 – Алгоритм пошуку несправності «Темний екран»

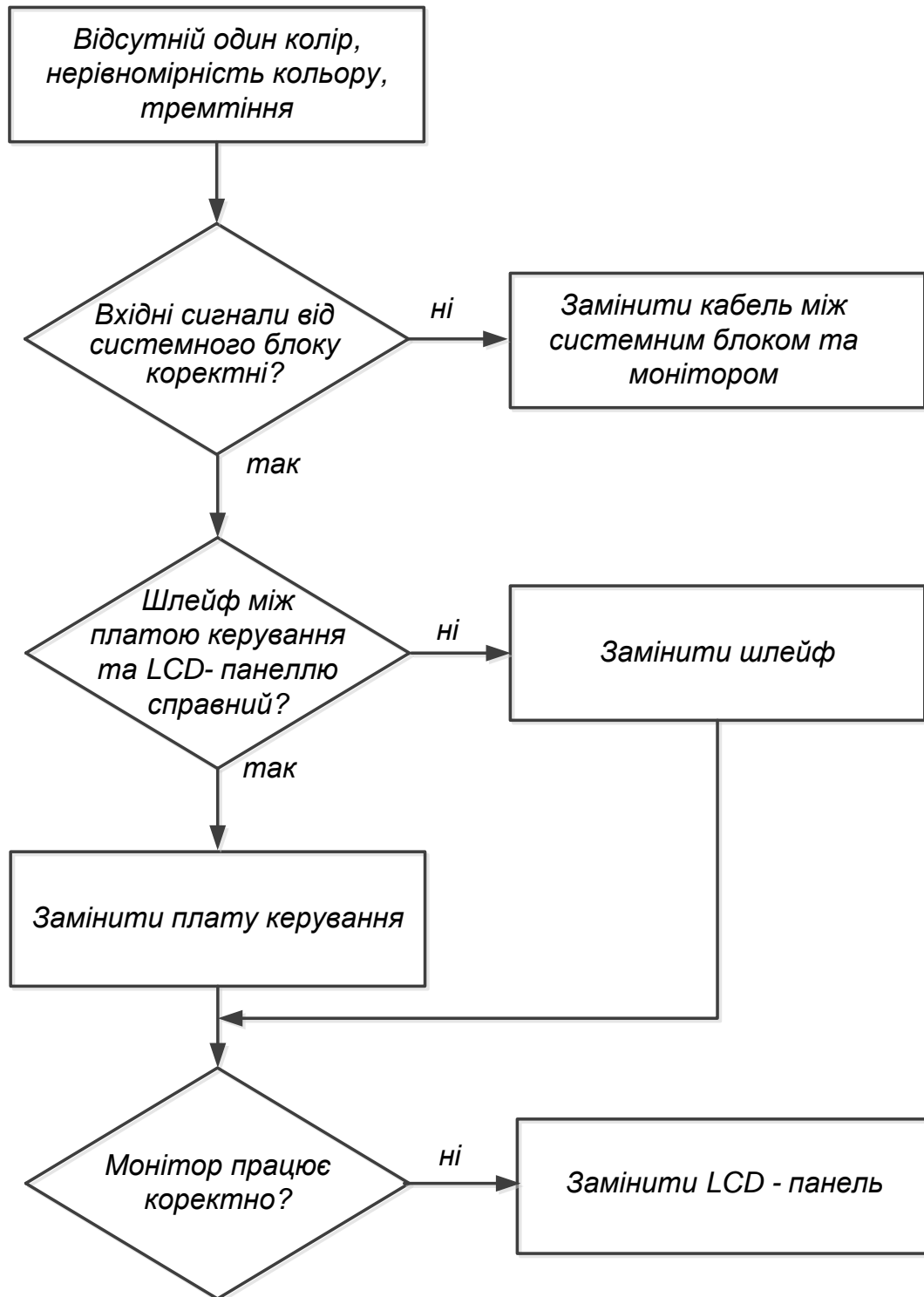


Рисунок 29 – Алгоритм пошуку несправності «Порушення кольоровості зображення»

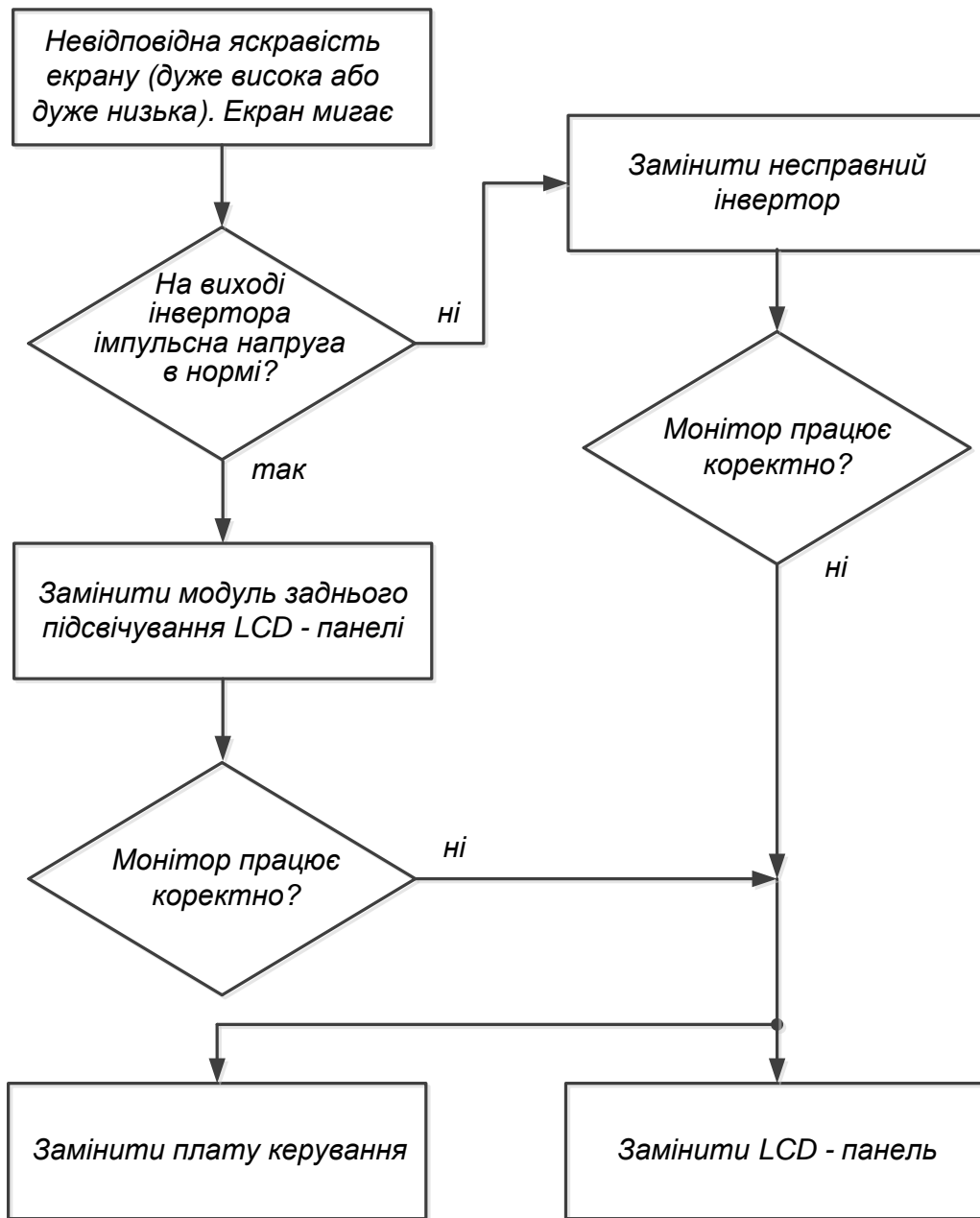


Рисунок 30 – Алгоритм пошуку несправності «Порушення яскравості зображення»