

# ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ІНВЕРТОРА LCD МОНІТОРА

**Мета:** ознайомитись з конструкцією LCD монітора, системою заднього підсвічування та LCD – панелі; схемотехнічними аспектами побудови та роботою інвертора LCD монітора на флуоресцентні лампи з холодним катодом.

## 1 Короткі теоретичні відомості

Рідино кристалічні (РК) панелі моніторів та телеприймачів вимагають підсвічування, найчастіше люмінесцентної від додаткового джерела освітлення. Екрани ноутбуків являють собою РК панелі, підсвічування яких теж в основному здійснюється електролюмінісцентними лампами холодного світіння (CCFL). "Підпалювання" лампи, а також її живлення в робочому режимі забезпечує DC / AC конвертор (інвертор). Інвертор повинен виконати надійний запуск CCFL-лампи напругою до 1000 В і її стабільне світіння протягом тривалого часу при робочій напрузі 500 ... 800 В (залежно від розміру екрана).

LCD екрани плоских телевізорів та дисплеїв працюють на просвіт. У даному випадку за коміркою, якщо спостерігати з лицевої сторони екрана, розміщують джерело світла (одну або декілька ламп). Вхідний світловий потік повинний мати досить малу розбіжність. Для цього використовують спеціальний фільтр, що направляє паралельне світло, що падає на рідиннокристалічну речовину під прямим кутом. Такий фільтр виглядає як конусоподібна пластина, на яку зі стовщеної сторони подається точно дозоване світло, яке рівномірно розсіюється по її поверхні, заломлюючись під кутом  $90^0$ . Схрещеними поляризаторами у відсутності модуляції такий потік повністю затримується. Якщо потік розбіжний, він не перекривається повністю, спостерігається ефект просочування. А так як світло, що просочилось, в процесах модуляції не участвує, то воно утворює «паразитне» фонове засвічування, що знижує контрастність зображення, що відтворюється.

Традиційні способи керування комірками панелі, що пов'язані з комутацією системи схрещених полоскових електродів, не досить ефективні. Як світлоклапаний модулятор може використовуватись оптрона пара «фотоопір – електрооптична комірка». Робочими елементами LCD – панелі у даному випадку є фотоопір, інтерференційний відбивний шар, шар рідкого кристалу та прозора пластина з струмопроводящим шаром.

Однією з переваг LCD панелей є те, що заміна джерела підсвічування повністю відновлює якість зображення, оскільки погіршення характеристик інших компонентів з часом не відбувається.

Штучне освітлення, що називається заднім засвічуванням, вимагає окремого джерела живлення. Практично всі основні схеми вузла заднього засвічування вимагають для живлення джерела світла досить високої напруги, але в той же час споживають мало струму.

Є три принципових підходи до організації заднього засвічування:

- електролюмінісцентні панелі (EL) для малих LCD моніторів;
- флуоресцентні лампи з холодним катодом (CCFL);
- світлодіоди (LED).

Електролюмінісцентні панелі тонкі, легкі і виробляють рівномірний вихідний оптичний сигнал уперек їх поверхневої площадки. Ці панелі можуть виробляти випромінювання різного кольору, але для комп'ютерних невеликих дисплеїв більш кращий білий колір.

EL-панель зазвичай встановлюється безпосередньо позаду тильного поляризатора дисплея. Для таких дисплеїв вимагається блок джерела живлення змінним струмом, в якому відбувається перетворення постійної напруги низького рівня в змінну напругу досить високого рівня 400 В або більше.

Масив світловипромінюючих діодів для заднього підсвічування може використовуватися як для маленьких дисплеїв так і великих. Як і EL-панелі, такі світлодіодні матриці є тонкими і легкими конструкціями. Панелі зі світлодіодним підсвічуванням мають кращу яскравість, ніж відповідні EL-панелі, і набагато більш тривалий термін роботи. На жаль, панелі зі світлодіодним підсвічуванням споживають набагато більше електричної енергії та випромінюють більше тепла, ніж EL-панель, навіть при тому, що такі панелі можуть робити при постійній нарузі +5,0 В. До того ж більшість LED-панелей виробляють жовто-зелений світло, на противагу білому світу, який кращий для використання в комп'ютерній техніці.

Підсвічування рідкокристалічних дисплеїв за допомогою світлодіодної матриці, перш за все, використовується для маленьких дисплеїв (LCD табло, LCD екрани телефонів).

Флуоресцентні лампи з холодним катодом (CCFL) є дуже яскравим джерелом білого світла та споживають незначну потужність. Така лампа має достатньо тривалий термін використання без зниження продуктивності. Флуоресцентна лампа є закритою скляною трубкою, яка має електроди з кожного кінця, внутрішня поверхня покрита її покрита спеціальним фосфоресцюючим матеріалом. Коли до електродів підводиться велика

напруга, то утворюється електрична дуга, що іонізує пари ртуті, які випромінюють ультрафіолетову радіацію та засвічують покриття фосфору.

Флуоресцентні лампи з холодним катодом, також як FL-панелі, потребують високовольтні джерелі живлення – інвертори, які виконують такі функції:

- перетворює постійну напругу 5 – 20 В у високовольтне змінну напругу;
- регулює і стабілізує струм CCFL - лампи;
- забезпечує регулювання яскравості;
- забезпечує захист схеми від короткого замикання в навантаженні, струмового перевантаження та обриву ламп.

Для отримання необхідного рівня напруги живлення використовується схема перетворювача (рис. 1). Схема представляє простий двохтактний транзисторний генератор з двома транзисторами, що з'єднані за схемою з загальним емітером та трансформаторним зв'язком. В основі роботи автогенератора лежить принцип переривання постійного струму в первинній обмотці трансформатора, що дозволяє отримати на виході автогенератора напруги симетричної та практично прямокутної форми.

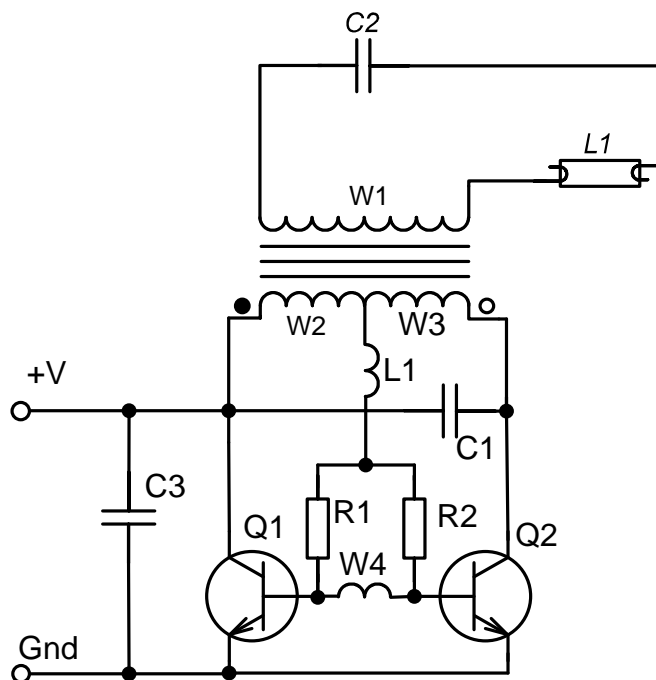


Рисунок 1 – Схема конвертора для живлення люмінесцентних ламп з холодним катодом

Змінна напруга, що знімається з вторинної обмотки трансформатора, використовується для живлення вузла заднього засвічування панелі LCD панелі, що виконана на флуоресцентних лампах з холодним катодом (CCFL). Змінна напруга для ламп підсвічування може формуватися з постійної

напруги + 12В. Увімкнення та вимкнення блоку здійснюється сигналом IN\_ON/OFF. Даний сигнал здійснює блокування напруги +5VCC, яка подається на генератор імпульсів керування силовими ключами. Регулювання яркості світіння ламп здійснюється імпульсним сигналом BRT ADJ, який формується процесором LCD монітора (рис. 2).

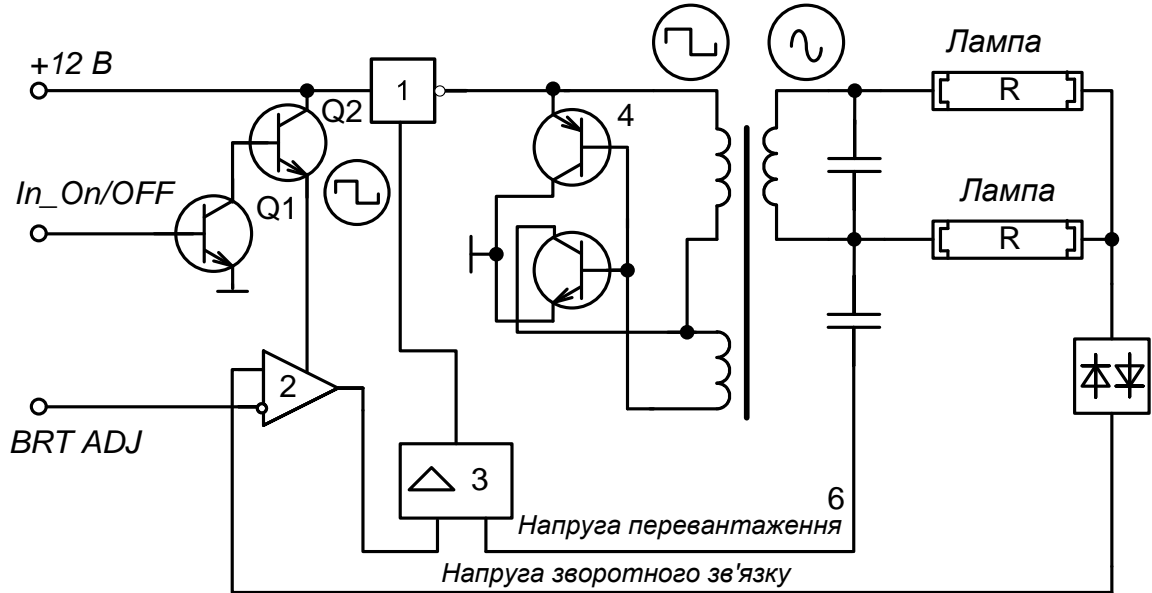


Рисунок 2 – Сигнал керування регулювання яркості

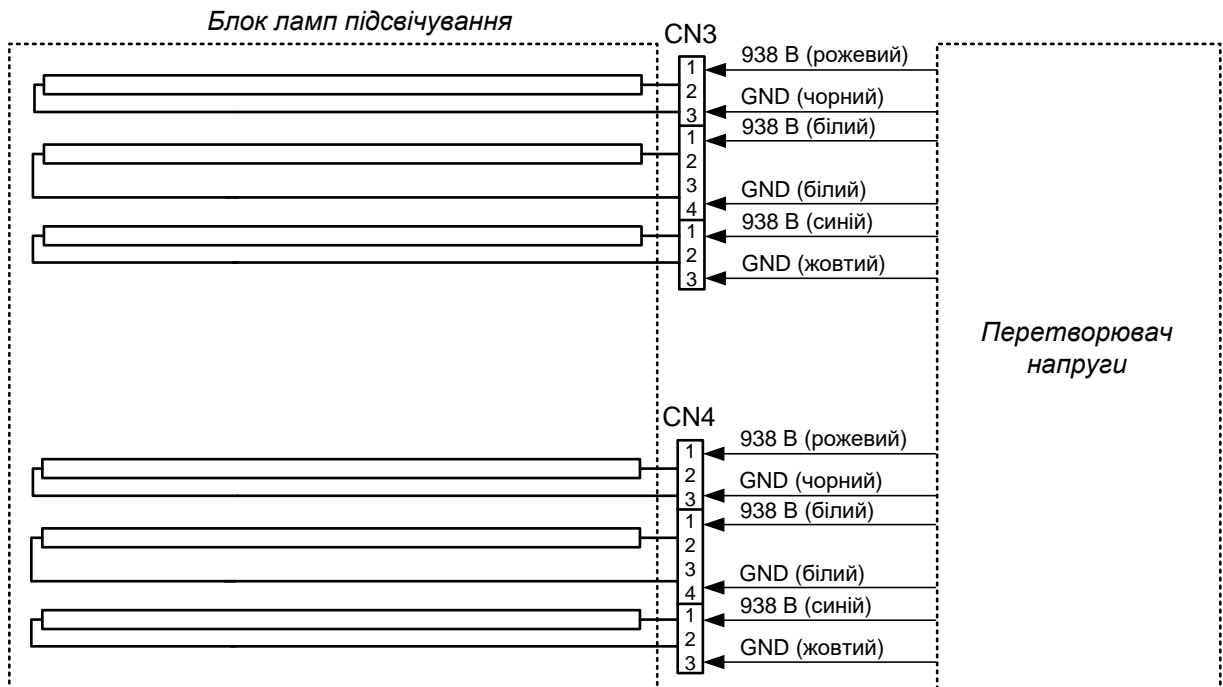


Рисунок 3 – Схема підсвічування екрану (перетворювач напруги та шість CCFL ламп, що зібрані у дві підгрупи по три)

Схеми підсвічування можуть, наприклад, складатися з двох і більше ламп підсвічування, які живляться напругою від 500 В до 1400В (рис. 3). Яскравість регулюється в автогенераторних схемах зміною величини напруги живлення ламп.

У сучасних LCD моніторах джерело заднього підсвічування практично завжди виконаний з застосуванням мікросхем ШІМ контролерів, які виконують функції керування вихідними силовим каскадом джерела – інвертором. Структурна схема інвертора монітора наведена на рис. 4.

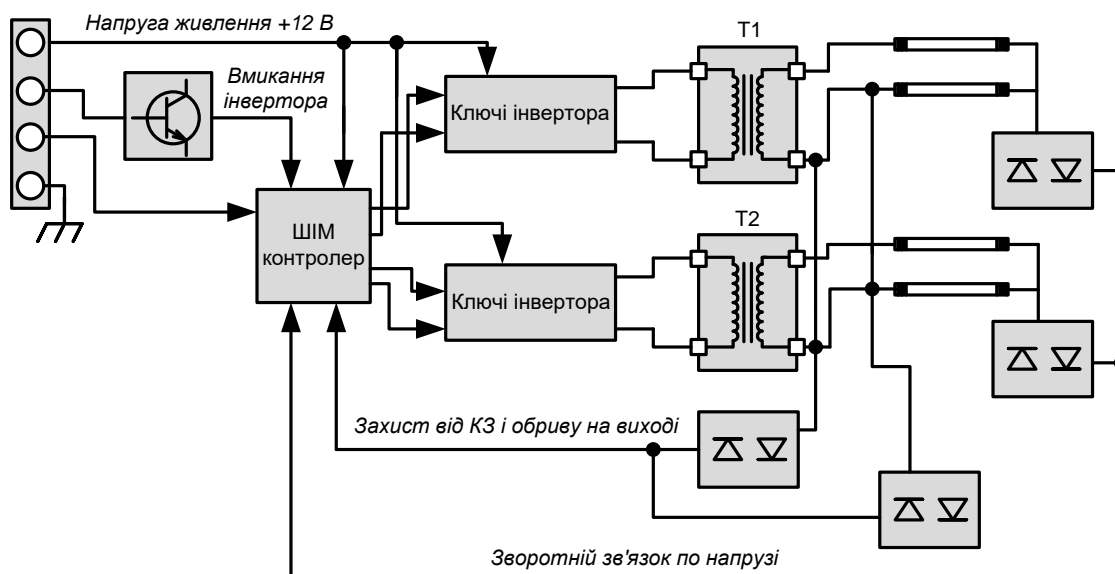


Рисунок 4 – Структурна схема інвертора монітора PHILIPS 170WP4/74

Після "підпалювання" лампи її напруга живлення знижується до нормального робочого рівня (близько 500 В). За допомогою кола зворотного зв'язку забезпечується стабільність живлення лампи. Стабільність роботи ШІМ-контролера, захисту від перевантаження струмом, короткого замикання, перенапруги забезпечує коло контролю.

Конструктивно інвертор представляє собою невелику друковану плату і підключається до головної плати та CCFL - ламп за допомогою гнучких кабелів. Різні виробники використовують свої варіанти і модифікації інверторів, але як правило, сигнали, що надходять на контакти інтерфейсів роз'єму інверторів, мають наступні стандартні позначення:

- ENA (вмикання),
- VIN (живлення),
- BRTADJ (регулювання яскравості).

В LCD моніторах та телеприймачах можуть застосовуватись внутрішні та зовнішні джерела живлення. Внутрішнє джерело живлення розташовується в корпусі приладу і представляє імпульсний перетворювач., що перетворює змінну напругу мережі в декілька вихідних шин живлення

постійної напруги (рис. 5). Основним недоліком такого компанування є наявність у середині монітора/телеприймача високовольтного імпульсного перетворювача, який може негативним чином впливати на роботу самого пристрою. У випадку зовнішнього живлення в комплекті з монітором/телеприймачем поставляється адаптер, який представляє окремий модуль перетворення змінної напруги мережі в постійну напругу 12-24 В (рис. 6).

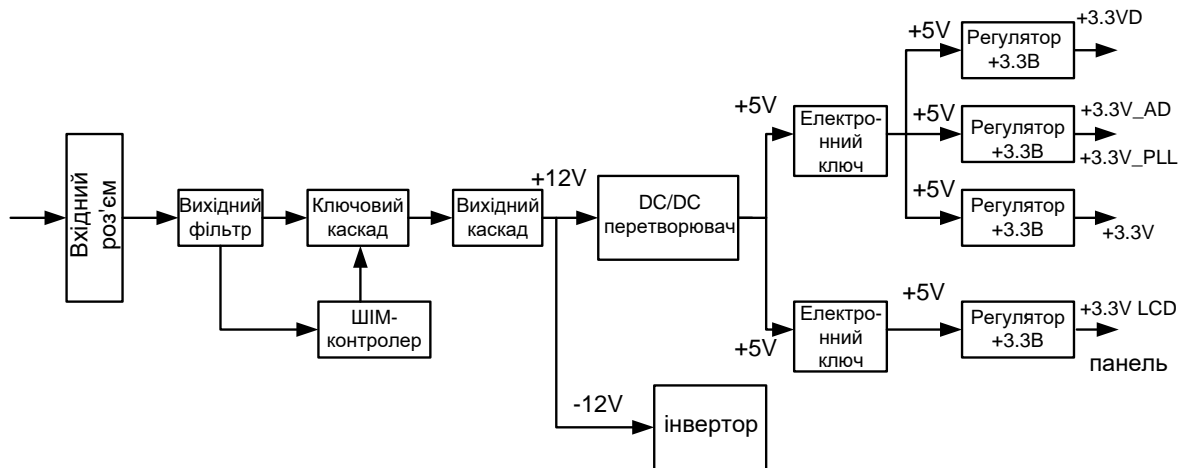


Рисунок 5 – Схема внутрішнього блока живлення LCD монітора

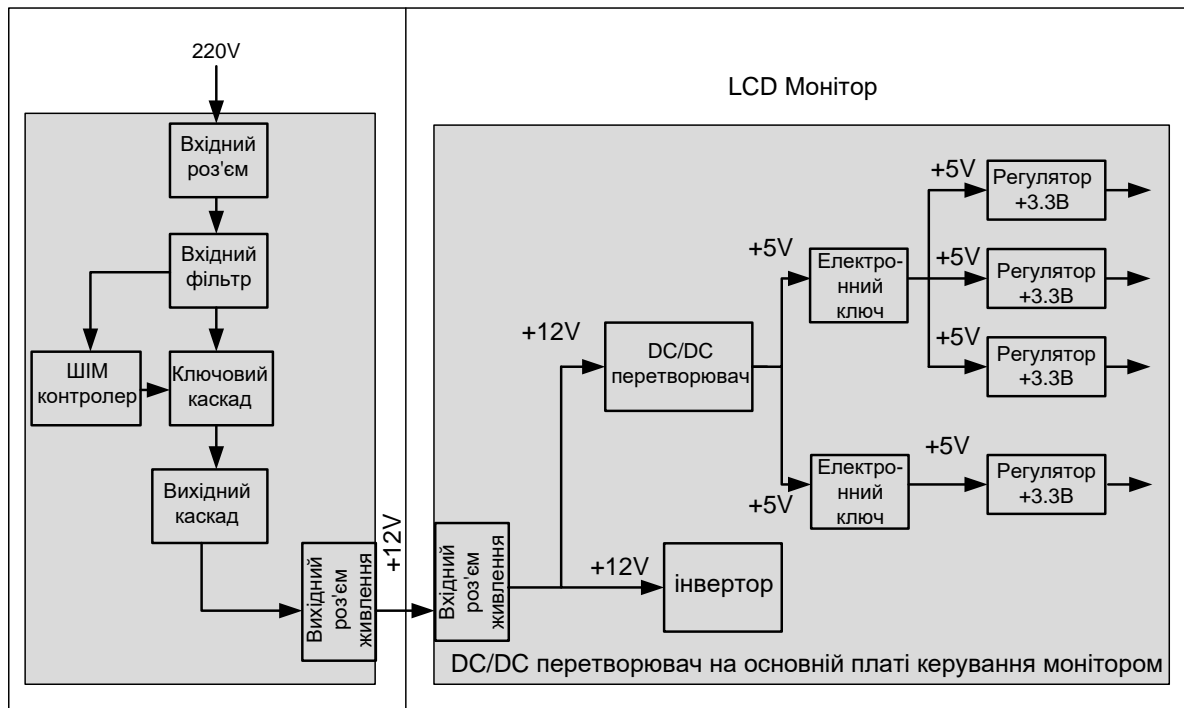


Рисунок 6 – Схема зовнішнього блока живлення LCD монітора

Для першого та другого варіанту побудови монітора/ телеприймача кількість вихідних шин живлення коливається від однієї до трьох. Типовим варіантом є формування на виході шин +3,3В, +5В, +12В:

+5 В – використовується як напруга чергового режиму, а також для живлення цифрових, аналогових схем, логіки самої LCD панелі і т.д.;

+ 3,3В – напруга живлення цифрових мікросхем.

+ 12В – напруга живлення інвертора ламп заднього підсвічування, а також використовується для живлення драйверів LCD панелі.

## 2 Прилади та обладнання

1. Лабораторний макет монітора Acer AL1714 (рис. 7).
2. Осцилограф UT81.
3. Лабораторний тестер моніторів
4. Мультиметр UT60F.
5. Блок живлення Trust PW-3120 120W.

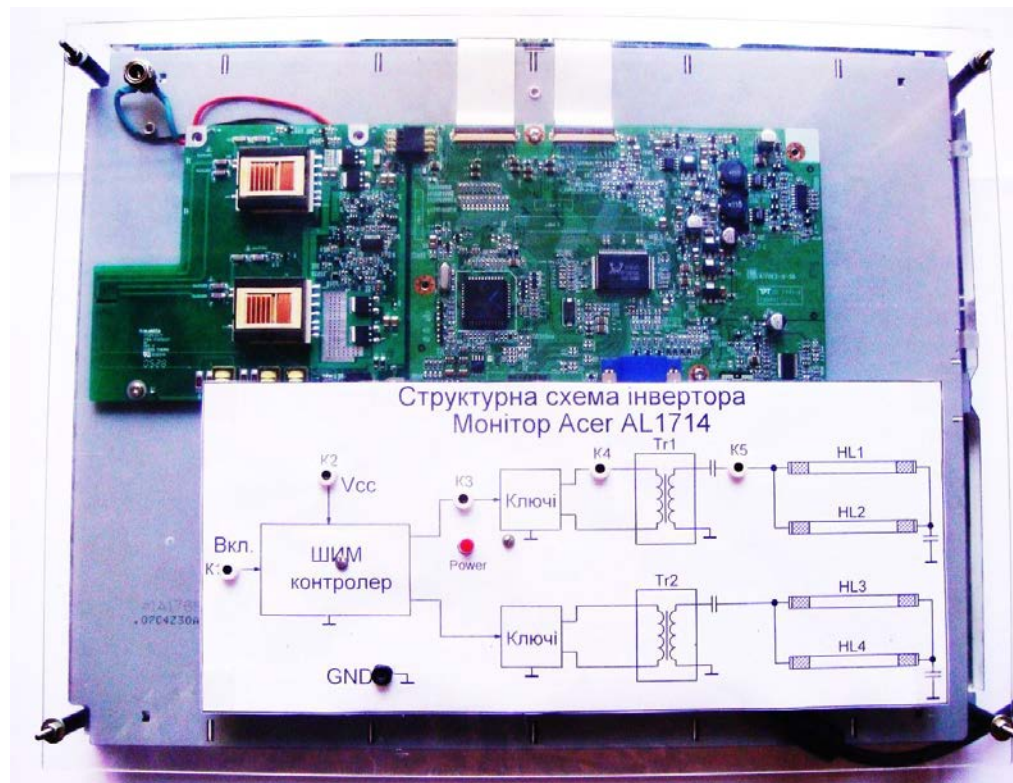


Рисунок 7 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

## 3 Хід роботи

1. Ознайомитись з конструкцією монітора Acer AL1714, конструкцією LCD – панелі, системою заднього підсвічування LCD – панелі. Навести конструкцію та принцип роботи LCD – панелі.
2. Приєднати тестер моніторів до лабораторного макету. Приєднати блок живлення (вихідна напруга +19В ) до лабораторного макету. Включити тестер моніторів, блок живлення та лабораторний макет (кнопка Power).

3. Дослідити сигнал ENA (контрольна точка K1), VIN (контрольна точка K2), вихідний сигнал ШІМ контролера інвертора (контрольна точка K3), вихідний сигнал ключа інвертора (контрольна точка K4), напругу живлення ССFL лампи (контрольна точка K5). Обґрунтувати отримані дані.
4. Дослідити вплив яскравості зображення на параметри сигналів в контрольних точках K2 – K5.

#### **4 Контрольні питання**

1. Який принцип роботи та конструктивні особливості LCD панелі?
2. Які підходи використовують для організації заднього засвічування LCD панелі? Переваги та недоліки кожного з методів.
3. Наведіть схему та принцип роботи DC/AC конвертора, що використовується для живлення люмінесцентних ламп з холодним катодом?
4. Які функції виконує інвертор в схемі LCD монітора?
5. Які схеми захисту передбачені в схемах інверторів та який їх принцип роботи?
6. Як здійснюється регулювання яскравості в схемі LCD монітора?
7. Які особливості побудови блоку живлення LCD монітора?

#### **Література**

1. ЖК и ЭЛТ телевизоры. Регулировка и ремонт / под общей ред. Н. А. Тюнина и А. В. Родина. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 136 с. – (Серия «Ремонт», выпуск 105). – ISBN 978-5-91359-026-8
2. Инверторы ламп подсветки ЖК панелей. Информация для диагностики и ремонта// Сервисный центр. – 2010. – №5. – с. 17-26.
3. Инвертор// Сервисный центр. – 2010. – №7. – с. 38-42.
4. Основные правила при диагностике и ремонте блоков питания LCD мониторов// Сервисный центр. – 2010. – №2. – с. 36-39.
5. Учебный центр «Алгоритм». [Электронный ресурс]/ Инвертор ламп подсветки монитора Philips 170W4P/74. – Режим доступа: <http://pnto.ru/st/monitor8.htm>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова російська.
6. Учебный центр «Алгоритм». [Электронный ресурс]/ Принцип работы LCD мониторов. – Режим доступа: <http://pnto.ru/st/monitor5.htm>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова російська.
7. Учебный центр «Алгоритм». [Электронный ресурс]/ LCD – монитория. – Режим доступа: <http://pnto.ru/st/monitor4.htm>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова російська.