

1. Лабораторно-практична робота №6.1 Дослідження енергоспоживання комп'ютерних моніторів

1.1 Мета роботи

1. Вивчення особливостей споживання електричної енергії комп'ютерними моніторами.
2. Дослідити характеристики комп'ютерних моніторів різних типів.

Після виконання роботи студент повинен

знати:

- основні технології побудови комп'ютерних моніторів;
- основні характеристики енергоспоживання комп'ютерних моніторів;
- методику визначення параметрів енергоспоживання комп'ютерних моніторів.

вміти:

- вимірювати параметри якості комп'ютерних моніторів.

1.2 Ключові положення

Комп'ютерний монітор – пристрій, призначений для відтворення відеосигналу і візуального відображення інформації, отриманої від комп'ютера. Принципова відмінність від телевізора полягає у відсутності вбудованого тюнера, призначеного для прийому високочастотних сигналів ефірного (наземного) телемовлення, пульта дистанційного керування та можливості працювати з сигналами, що активно використовуються у телебаченні (наприклад, з повним телевізійним сигналом). У більшості моніторів також відсутні звуковий тракт та гучномовці.

У загальному випадку монітори, призначені для спостереження та (або) контролю різних видів телевізійного зображення. Монітори призначені для контролю джерел телевізійного сигналу, наприклад, камери відеоспостереження називаються відеомоніторами (Рисунок 1.1, а). Існують монітори, призначені для контролю зображення на різних етапах телевізійного виробництва, які часто виготовляються у корпусі, пристосованому для монтажу у стандартну 19-дюймову стійку.

Сучасний монітор складається з екрану (дисплея), блоку живлення, плат управління та корпусу. Інформація для відображення на моніторі надходить з електронного пристрою, що формує відеосигнал (в комп'ютері – відеокарта).

Монітори, призначені роботи з комп'ютером (Рисунок 1.1, б) виконують функцію дисплеїв і відрізняються від відеомоніторів у першу чергу стандартом передачі зображення, що не збігається з телевізійними. Як правило, комп'ютерні монітори мають більш високу роздільну здатність порівняно із відеомоніторами стандартного телебачення. Це продиктовано умовами тривалого спостереження зображення з близької відстані. Крім того,

відеовходи комп'ютерних моніторів виконуються по компонентному, а не композитному принципу, що у цілому спрощує тракти обробки відеосигналу та підвищує якість зображення.



Рисунок 1.1 – Монітор для відеоспостереження – *а* та один з перших комп'ютерних моніторів – *б*

Основними характеристиками комп'ютерних моніторів є:

- *розмір екрану* – визначається довжиною діагоналі екрану, найчастіше вимірюється у дюймах;
- *формат екрану* – співвідношення ширини екрану до його висоти (існують стандартні – 4:3 та широкоформатні 16:9, 16:10 монітори);
- *роздільна здатність* – кількість пікселів по вертикалі та горизонталі
- *розмір зерна* (для моніторів на основі електронно-променевої трубки) чи пікселя (для рідкокристалічних моніторів);
- *частота оновлення зображення*, яка вимірюється у герцах – важливий параметр для моніторів на основі електронно-променевої трубки, для сучасних моніторів у більшості випадків не має значення;
- *швидкість відклику пікселів* – час, який необхідний для того що піксель перейшов у стан, відповідний сигналу, що на нього подається;
- *максимальний кут огляду* – максимальний кут під яким не виникає суттєвого погіршення якості зображення.

На сьогоднішній день найбільш поширеними є наступні типи моніторів, які відрізняються типом дисплею:

- на основі електронно-променевої трубки (CRT).
- рідкокристалічні (LCD, TFT);
- плазмові;
- проекційні;
- на основі органічних світлодіодів (OLED).

Монітори на основі електронно-променевої трубки

Донедавна електронно-променева трубка (ЕПТ) (Cathode Ray Tube – CRT) була єдиним засобом для відображення рухомої графічної інформації.

ЕПТ складається з електронно-оптичної системи, відхиляючої системи і флуоресцентного екрана (Рисунок 1.2, а). Форма ЕПТ нагадує колбу, дно якої є екраном. У горловині електронно-променевої трубки розташовані електронно-оптичні системи, які формують електронні промені. Монохромні трубки містять одну, а кольорові – три електронно-оптичні системи, які формують, відповідно, один або три електронних променя.

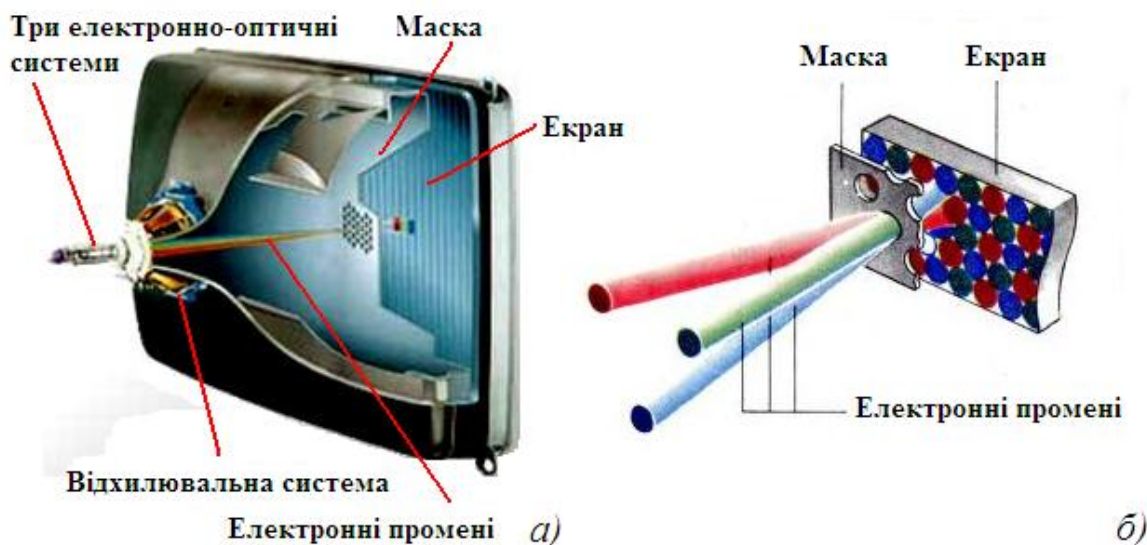


Рисунок 1.2 – Будова електронно-променевої трубки

Алюмінієвий екран, вкритий шаром люмінофору, знаходиться відносно електричних елементів електронно-оптичної системи від високою напругою, що становить 16 кВ для монохромних та 25 кВ для кольорових ЕПТ. Під дією високої напруги електрони на шляху від електронно-оптичної системи до екрану набувають значної швидкості і, відповідно, значної енергії. При досягненні екрану ця енергія передається молекулам люмінофору, які починають світитися. Таким чином у місці де електронний промінь досягає екрану формується яскрава точка, колір світіння якої залежить від хімічного складу люмінофора.

Для формування двовірного зображення на горловині ЕПТ розташовують відхилювальну систему, яка формує магнітне поле, під дією якого електронні промені починають відхилятися від прямої лінії, причому кут відхилення пропорційний струму у котушках відхилювальної системи. До складу відхилювальної системи входить дві пари котушок, які відхиляють промені по вертикалі та горизонталі.

Екран монохромних ЕПТ рівномірно вкритий шаром люмінофору одного кольору. У кольорових ЕПТ на екран нанесено мозаїку із зерен люмінофору різного кольору (червоний, зелений, синій). Для того щоб промені попадали лише на необхідні зерна перед екраном знаходиться маска з отворами. Конструкція кольорової електронно-променевої побудована таким чином, що кожен електронний промінь засвічує зерна люмінофору свого кольору (Рисунок 1.2, б).

До переваг електронно-променевої трубки можна віднести високу якість передачі кольорів та значний кут огляду. До недоліків слід віднести:

- необхідність додаткових витрат енергії на роботу електронно-оптичної системи (катоди кожного електронного прожектора повинні бути розігріті до високої температури, на яку витрачається енергія), та на відхилення електронних променів, які пропорційні роздільній здатності екрану та частоті оновлення;

- великі розміри та значна вага ЕПТ;

- складність побудови екранів великих розмірів;

- наявність мерехтіння зображення, електромагнітного та рентгенівського випромінювання, що негативно впливає на здоров'я глядача, особливо для комп'ютерних моніторів, де людина знаходиться на невеликій відстані від екрану.

До початку XXI-го століття ЕПТ були основним елементом для побудови комп'ютерних моніторів, телевізорів та інших пристроїв для формування зображення. У першому десятиріччі XXI-го сторіччя монітори на основі ЕПТ поступово були замінені на рідкокристалічні монітори, які мають менше недоліків та більш економічні. На сьогоднішній день ЕПТ-монітори використовуються лише у випадках, коли необхідна висока достовірність передачі кольорів (поліграфія, графічний дизайн, тощо).

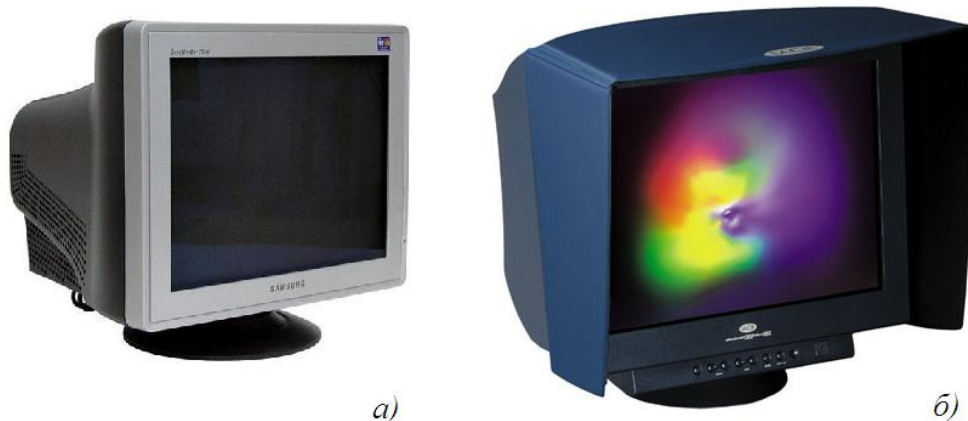


Рисунок 1.3 – Типовий комп'ютерний монітор – *а* та сучасний монітор для графічних дизайнерів – *б* на основі ЕПТ

Монітори на основі рідкокристалічних екранів

Рідкі кристали – це специфічний фазовий стан у який переходять деякі речовини при температурі близькій до температури плавлення. Рідкі кристали, які використовують для побудови екранів, мають чутливі до електричного поля молекули довгастої форми та здатні змінювати напрям поляризації світла.

Кожен елемент – субпіксел (піксел утворюється трьома ідентичними елементами із червоним, зеленим та синім світлофільтром) має два поляризатори із взаємно перпендикулярними векторами поляризації світла між якими розташований шар рідких кристалів (Рисунок 1.4, *а*). На поверхні вертикального та горизонтального поляризаторів нанесені прозорі електроди.

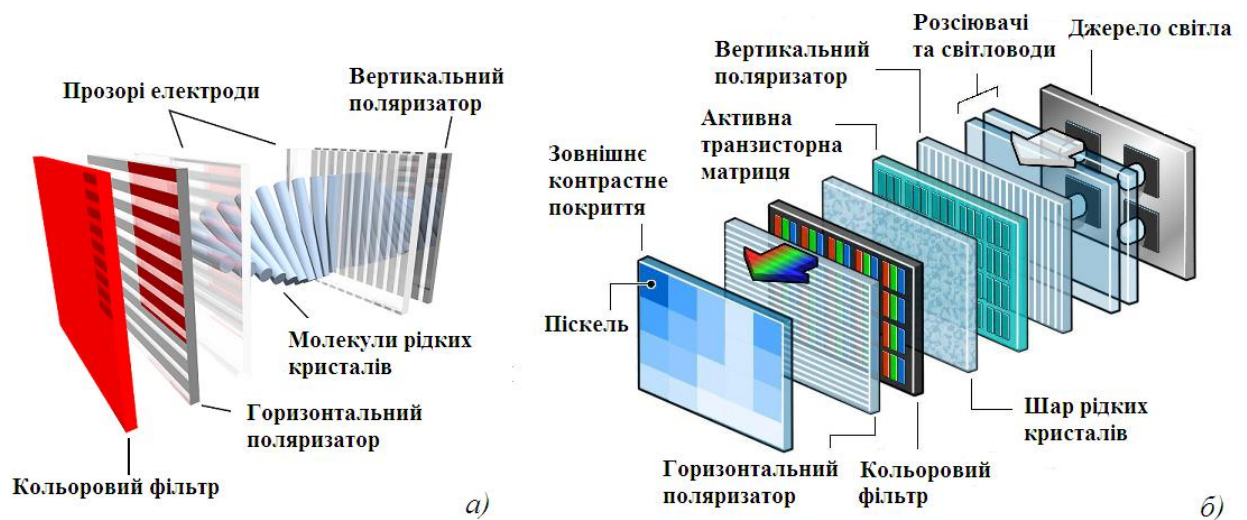


Рисунок 1.4 – Будова субпікселя – *а* та екрану – *б* на основі рідких кристалів

Поверхня електродів, яка контактує із рідкими кристалами, оброблена таким чином, що молекули рідких кристалів без стороннього електричного поля орієнтуються належним чином. Найбільш поширеною є гвинтова орієнтація молекул. При такій орієнтації поляризоване світло, що надходить після горизонтального поляризатора на кожні молекулі рідкого кристалу змінює напрям вектору поляризації. У результаті після проходження шару рідких кристалів вектор поляризації світла є оберненим на 90^0 і співпадає з напрямом поляризації вертикального поляризатора. Таким чином, при відсутності електричного поля субпіксель є прозорим для проходження світла.

При прикладенні електричного поля між прозорими електродами молекули рідких кристалів обертаються на деякий кут, величина якого залежить від полярності та величини прикладеної напруги. У результаті змінюється кут на який обертається вектор поляризації світла і прозорість субпікселя зменшується. При прикладенні певної напруги молекули рідких кристалів орієнтуються вздовж ліній електричного поля, вектор поляризації світла при цьому не змінюється і субпіксель стає непрозорим.

Колір субпікселя залежить від кольору світлофільтра. У рідкокристалічних панелях кожен повнокольоровий піксель складається із трьох субпікселів основних кольорів: червоного, зеленого та синього.

Рідкокристалічна панель лише керує світловим потоком, тому для побудови комп'ютерного монітора необхідно джерело світла. До недавнього часу для підсвічування рідкокристалічних моніторів використовувалися люмінесцентні лампи, які розташовувалися або позаду (Рисунок 1.5, *а*) або з торців (Рисунок 1.5, *б*) рідкокристалічної панелі.

Рідкокристалічні монітори підсвічення яких виконано за допомогою люмінесцентних ламп споживають значно менше енергії, порівняно із моніторами на основі електронно-променевої трубки оскільки у рідкокристалічних моніторах не потрібно витрачати енергію на розжарення катодів та відхилення електронних променів.

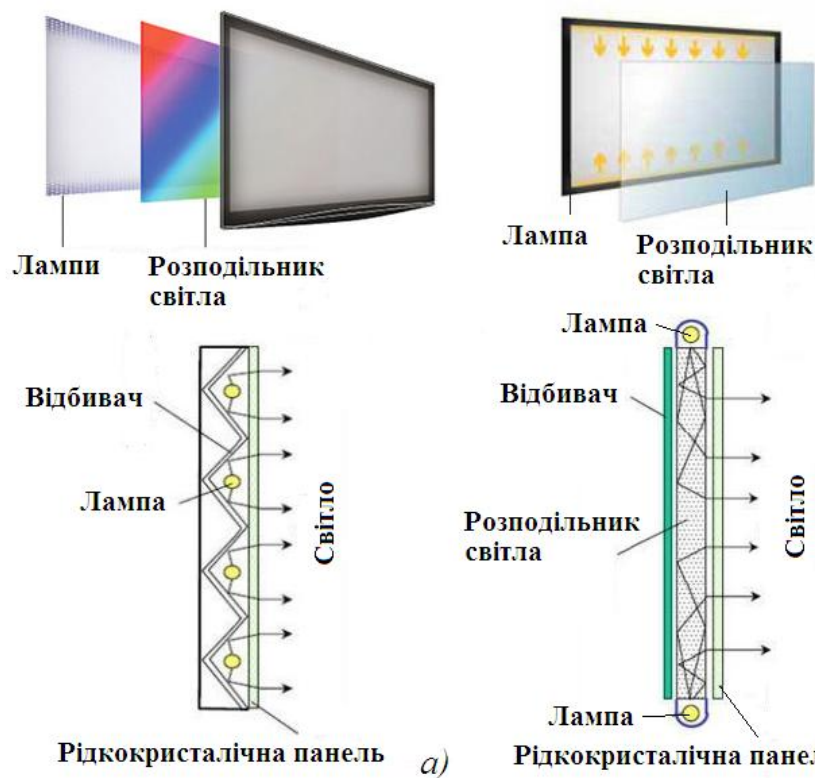


Рисунок 1.5 – Заднє – а та бокове – б підсвічування рідкокристалічної панелі

На відміну від моніторів на основі ЕПТ, у яких енергоспоживання залежить від роздільної здатності зображення, частоти оновлення екрану, та змісту сюжету (чим яскравіше зображення, тим більша споживана потужність), енергоспоживання рідкокристалічних моніторів практично постійне у будь якому режимі роботи і у великій мірі визначається витратами енергії на підсвічення.

Оскільки рідкокристалічні монітори мають ще й низку додаткових суттєвих переваг (великі розміри екрану, менші габаритні розміри, відсутність мерехтіння зображення), то, по мірі зменшення їх вартості, вони швидко витіснили із ринку монітори на основі ЕПТ.



Рисунок 1.6 – Порівняння габаритів ЕПТ та РК-монітора з однаковим розміром екрану

Рідкокристалічні монітори із світлодіодним підсвічуванням

Подальшим напрямом розвитку комп'ютерних моніторів стала заміна люмінесцентних ламп на світлодіоди. Оскільки світлодіоди мають більшу світлову ефективність та не потребують складного пускорегулювального пристрою з низьким ККД, то ця заміна вже призводить до зменшення споживання енергії монітором, причому заміна не впливає суттєво на конструкцію монітора (Рисунок 1.7).

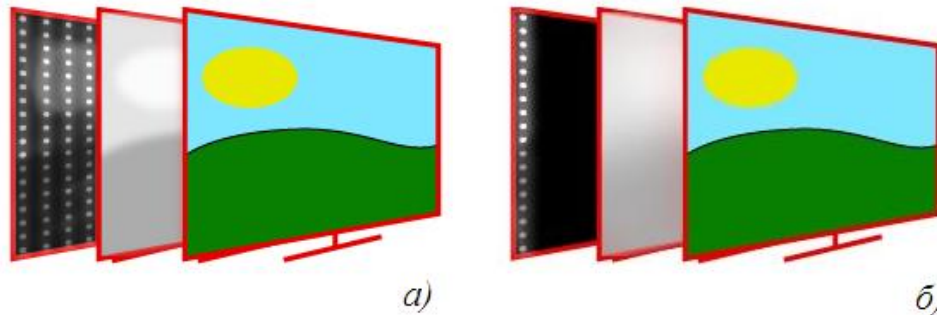


Рисунок 1.7 – Заднє – *а* та бокове – *б* підсвічування рідкокристалічної панелі за допомогою світлодіодів

На відміну від люмінесцентної лампи, яскравість якої складно регулювати, світлодіоди мають широкий діапазон зміни яскравості. Тому подальшим розвитком моніторів стали екрани із динамічним підсвічуванням.

Динамічне світлодіодне підсвічування полягає у підсвіченні частин екрану з відповідною яскравістю (Рисунок 1.8). У результаті підвищується контрастність зображення та зменшується енергоспоживання монітора, яке у даному разі вже залежить від сюжету зображення. При відображенні яскравих зображень (білий екран) енергоспоживання моніторів із статичним та динамічним підсвіченням однакове, але при відображенні темних зображень (чорний екран) енергоспоживання монітора із статичним підсвічуванням не змінюється, а енергоспоживання монітора із динамічним підсвічуванням досягає мінімально-можливого значення (практично до нуля).

Динамічне світлодіодне підсвічення

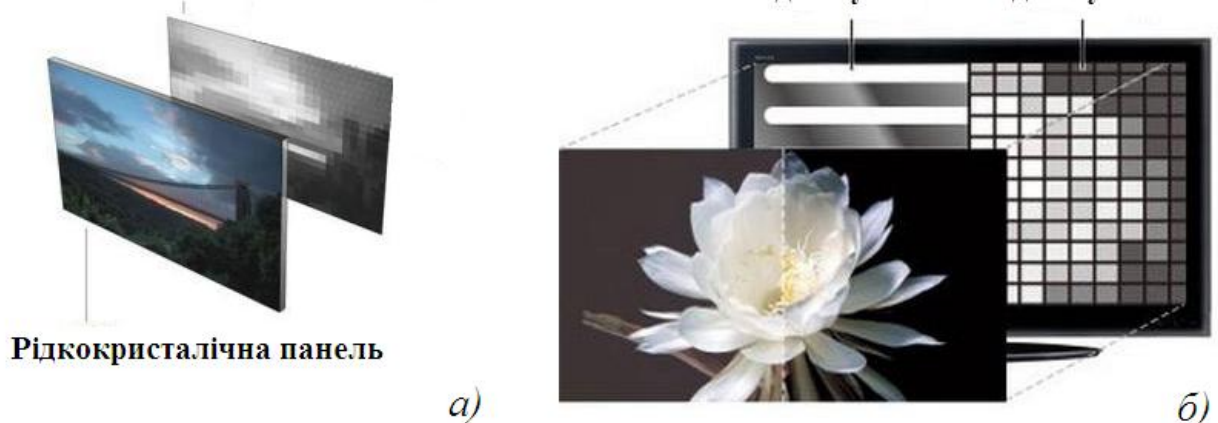


Рисунок 1.8 – Динамічне світлодіодне підсвічування рідкокристалічної панелі – *а*, та порівняння технологій підсвічування

Подальшим розвитком динамічного підсвічування є використання замість білих світлодіодів кольорових (Рисунок 1.9). У результаті необхідна ділянка екрану підсвічується не білим, а конкретним кольором, що додатково підвищує контрастність та зменшує енергоспоживання.



Рисунок 1.9 – Динамічне підсвічування кольоровими світлодіодами

Світлодіодні панелі

Найбільш економічною технологією з точки зору енергозбереження є виростання у якості пікселів світлодіодів. У цьому випадку кожен піксель зображення формується за допомогою трьох світлодіодів: червоного, зеленого та синього кольору. Це дає змогу розробити панель з мінімально можливим енергоспоживанням. Але, на жаль, поширені світлодіоди мають не досить добрі кольорові характеристики, тому якість зображення світлодіодних панелей, створених на основі широко поширених типів світлодіодів недостатня для використання їх у комп'ютерних моніторах.

Підвищити якість зображення можна використовуючи у панелях органічні світлодіоди (Organic Light Emitting Diode – OLED) (Рисунок 1.10), причому при об'єднанні світлодіодів у активну матрицю (технологія Active Matrix Organic Light Emitting Diode – AMOLED) можна створити гнучкі панелі з максимально можливою якістю зображення. Але поки що ці технології знаходяться на стадії розробки, тому пристрої на їх основі ще не набули широкого розповсюдження.

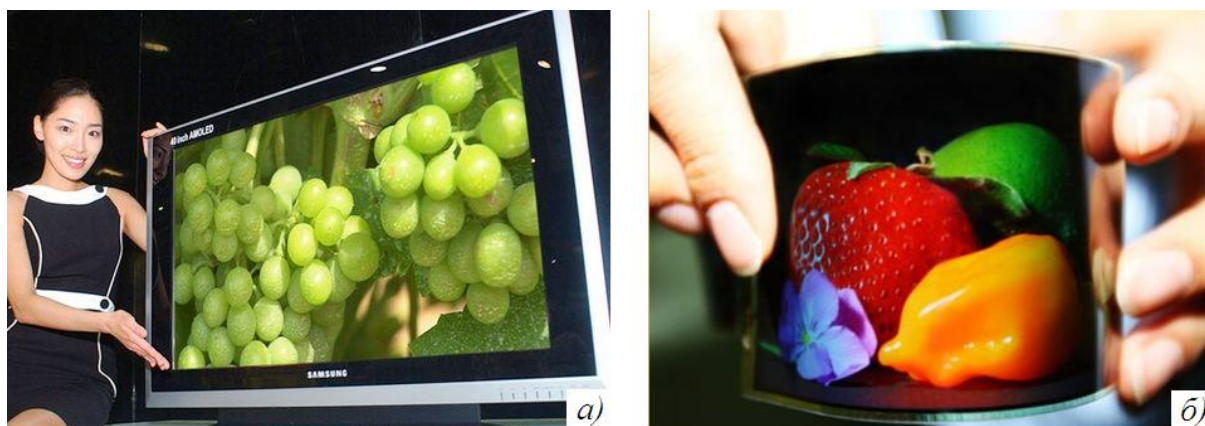


Рисунок 1.10 – OLED Телевізор – а та AMOLED дисплей – б

1.3 Опис лабораторного макета

Лабораторний макет призначений для дослідження параметрів комп'ютерних моніторів показано на рисунку (Рисунок 1.11).

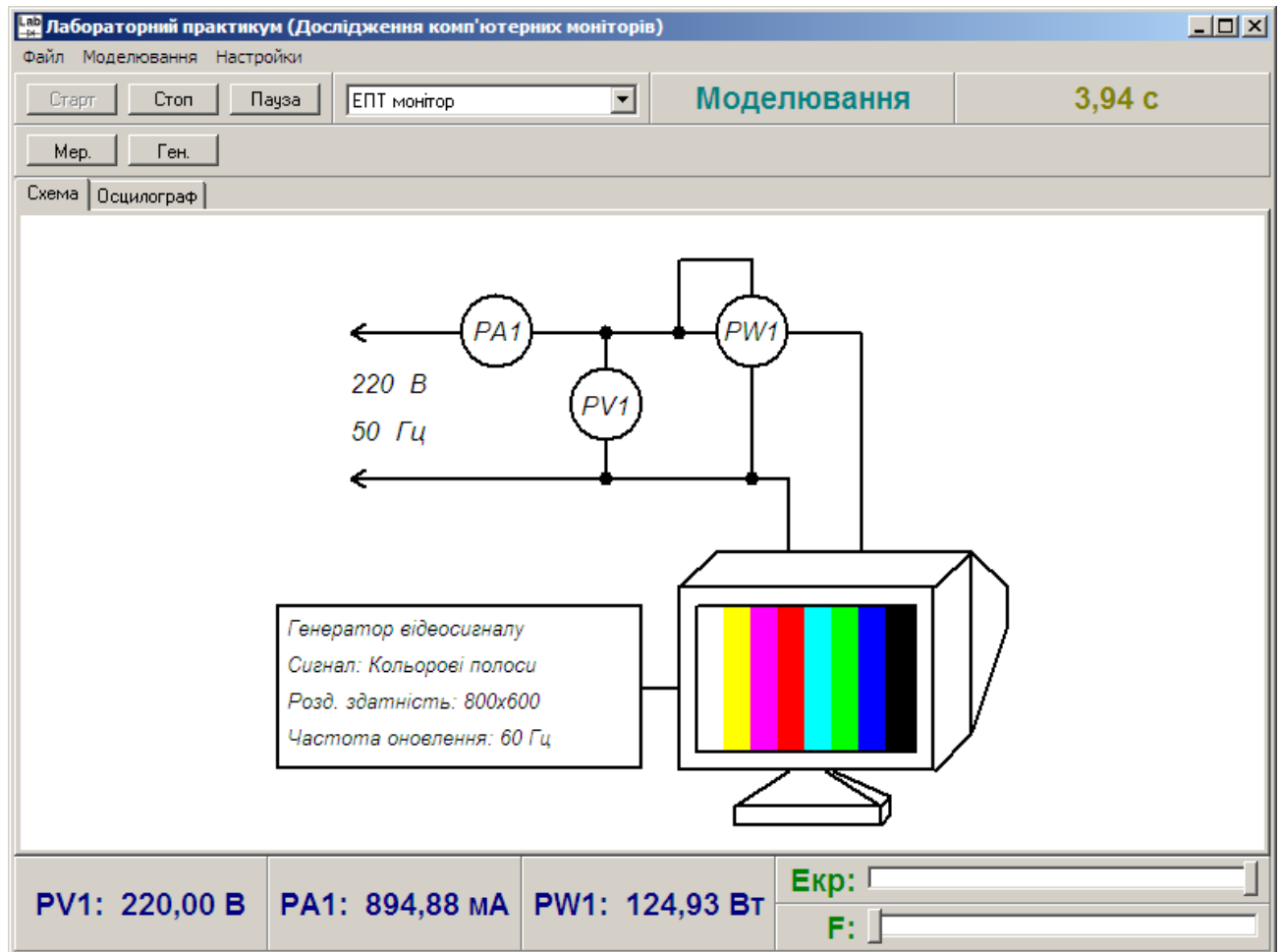


Рисунок 1.11 – Лабораторний макет

Досліджувана схема лабораторного макета містить:

- регульований імітатор джерела промислової мережі змінної напруги напругою $220\text{ В} \pm 10\%$ і частотою 50 Гц;
- досліджуваний комп'ютерний монітор;
- вольтметр $PV1$, що вимірює діюче значення напругу живлення монітора;
- амперметр $PA1$, що вимірює діюче значення струму, споживаного монітором;
- ватметра $PW1$, що вимірює величину активної потужності, споживаної монітором;
- генератора відеосигналу формату SVGA.

На панелі оперативних регулювань макета перемикач типу відеосигналу монітора та частоти оновлення екрану.

Генератор відеосигналу може генерувати сигнали наступних зображень (Рисунок 1.12): чорний/червоний/зелений/синій/білий екран та кольорові полоси із роздільною здатністю 640х480, 800х600 та 1024х768 пікселів та частотою оновлення екрану 60, 85 та 100 Гц.

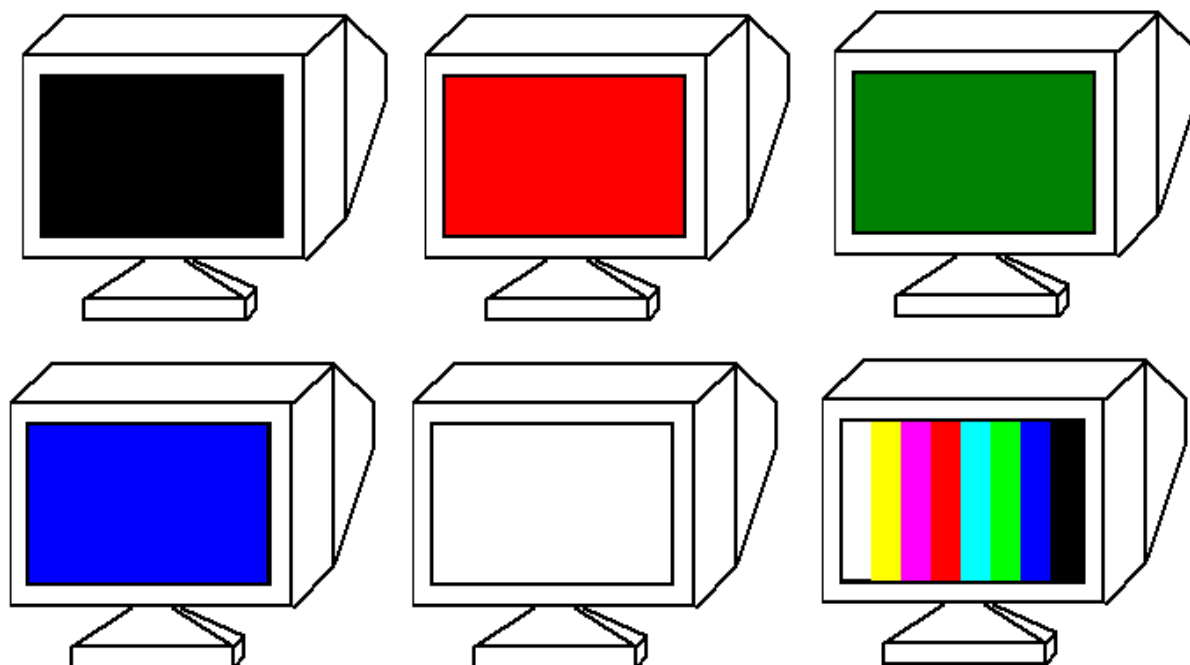


Рисунок 1.12 – Тестові зображення генератора відеосигналу

У лабораторному макеті досліджуються наступні типи комп'ютерних моніторів:

- монітор на основі електронно-променевої трубки (ЕПТ монітор);
- монітор на основі рідкокристалічної панелі із статичним підсвіченням на основі люмінесцентних ламп (РК монітор);
- монітор на основі рідкокристалічної панелі із динамічним підсвіченням на основі світлодіодів (РК LED монітор);

Форма вихідної напруги, струму і споживаної потужності контролюється багатоканальним осцилографом.

1.4 Лабораторно-практичне завдання

1. Вивчити за рекомендованою літературою теоретичний матеріал про основні технології побудови та особливості споживання електричної енергії комп'ютерних моніторів. Ознайомитися з принциповою схемою макета і особливостями його функціонування.

2. Визначити параметри 3 комп'ютерних моніторів, побудованих за різними технологіями.

3. За результатами вимірювань визначити якість та особливості споживання електричної енергії кожного із 3-х моніторів. Результати відобразити у висновку.

1.5 Умови виконання та захисту роботи

Перед виконанням роботи студент отримує у викладача назву номера варіанта для якого необхідно виконати роботу. Під час планового заняття цей номер, як правило, відповідає номеру бригади. У випадку коли робота виконується студентом самостійно (наприклад, коли студент був відсутній на занятті) викладач назначає номер варіанту на власний розсуд. При проведенні досліджень студент повинен провести виміри за тим комп'ютером, який відповідає номеру варіанта.

Робота вважається виконаною у випадку були виконані усі необхідні дослідження. Викладач має право перевірити та попросити студента пояснити походження того чи іншого значення. У випадку сумнівів у коректності даних робота вважається невиконаною і студент повинен її переробити.

До захисту допускаються студенти з протоколом, оформленим відповідно до вимогам. Захист відбувається письмово шляхом вирішення тестового білет або за допомогою електронної системи тестування. Під час захисту студент повинен відповісти на 5 питань п.1.6. За кожну правильну повну відповідь на питання студенту нараховується 20 балів, за неповну – 5...15 балів, за неправильну відповідь бали не нараховуються. Робота вважається захищеною якщо студент набрав не менше 60 балів.

Під час захисту роботи студент може користуватися лише своїм протоколом, калькулятором та довідковими даними (видається викладачем).

1.6 Типові контрольні питання

1. Які типи дисплеїв існують (не існують)?
2. Які типи комп'ютерних моніторів існують (не існують)?
3. Від чого залежить (не залежить) енергоспоживання комп'ютерного монітора певного типу (*назва*)?
4. Як зміниться споживана потужність монітора певного типу (*назва*) якщо сюжет (роздільна здатність, частота оновлення) зміниться певним чином (*опис зміни*)?
5. Яку кількість електричної енергії за (*кількість днів*) споживає монітор що має споживану потужність (*значення*), що працює (*кількість годин*) на добу?
6. Визначить активну (повну, реактивну) потужність монітора, якщо він має діапазон робочої напруги (*значення*), максимальний споживаний струм (*значення*) та коефіцієнт потужності (*значення*).
7. Комп'ютерний клас містить (*кількість*) робочих місць з моніторами потужністю (*значення*) та коефіцієнтом потужності (*значення*). Яку кількість коштів можна заощадити за (*термін роботи*), якщо замінити їх на монітори потужністю (*значення*), та коефіцієнтом потужності (*значення*) якщо тариф на активну потужність дорівнює (*значення*), на реактивну (*значення*), а комп'ютерний клас працює (*значення*) годин на добу?

1.7 Методика виконання роботи

Дослідження впливу роздільної здатності екрану

1. Встановіть необхідний тип монітора (ЕПТ, РК, РК LED) зі списку лабораторного макета.
2. Якщо моделювання не виконується, почніть моделювання, натиснувши на кнопку «Старт». При цьому на панелі «Стан моделювання» з'явиться напис «Моделювання» (Рисунок 1.11).
3. Встановіть номінальну напругу мережі живлення (220 В).
4. Встановіть тип сигналу генератора відеосигналів «білий екран», що відповідає найбільш яскравому зображенню.
5. Встановіть частоту оновлення екрану 60 Гц.
6. Змінюючи роздільну здатність зображення, визначене її вплив на енергоспоживання монітора. Результати дослідження занесіть до таблиці (Таблиця 1.1).
7. За результатами вимірів розрахуйте величини повної та реактивної потужностей. Результати розрахунків занесіть в таблицю (Таблиця 1.1).
8. За результатами досліджень побудуйте графіки залежностей величини активної, реактивної та повної потужності досліджуваних моніторів від роздільної здатності екрану. По даному дослідженню повинно бути три системи координат. У кожній системи повинно бути графіки для трьох досліджуваних моніторів.
9. За результатами досліджень зробіть висновки яким чином роздільна здатність екрану впливає на величину споживаної потужності та чи співпали результати ваших досліджень із очікуваним результатом.

Таблиця 1.1 – Результати дослідження впливу роздільної здатності екрану на величину енергоспоживання монітора

Монітор	Роздільна здатність екрану	$U, В$	$I, А$	$P, Вт$	$S, ВА$	Q, VAR
ЕПТ	640x480					
	800x600					
	1024x768					
РК	640x480					
	800x600					
	1024x768					
РК LED	640x480					
	800x600					
	1024x768					

Дослідження впливу частоти оновлення екрану

1. Встановіть необхідний тип монітора (ЕПТ, РК, РК LED) зі списку лабораторного макета.

2. Якщо моделювання не виконується, почніть моделювання, натиснувши на кнопку «Старт». При цьому на панелі «Стан моделювання» з'явиться напис «Моделювання» (Рисунок 1.11).

3. Встановіть номінальну напругу мережі живлення (220 В).

4. Встановіть тип сигналу генератора відеосигналів «білий екран», що відповідає найбільш яскравому зображенню.

5. Встановіть роздільну здатність екрану 1024x768, що відповідає найбільшій чіткості зображення.

6. Змінюючи частоту оновлення зображення, визначене її вплив на енергоспоживання монітора. Результати дослідження занесіть до таблиці (Таблиця 1.2).

7. За результатами вимірів розрахуйте величини повної та реактивної потужностей. Результати розрахунків занесіть в таблицю (Таблиця 1.2).

8. За результатами досліджень побудуйте графіки залежностей величини активної, реактивної та повної потужності досліджуваних моніторів від частоти оновлення екрану. По даному дослідженню повинно бути три системи координат. У кожній системи повинно бути графіки для трьох досліджуваних моніторів.

9. За результатами досліджень зробіть висновки яким чином частота оновлення екрану впливає на величину споживаної потужності та чи співпали результати ваших досліджень із очікуваним результатом.

Таблиця 1.2 – Результати дослідження впливу роздільної здатності екрану на величину енергоспоживання монітора

Монітор	Частота оновлення екрану	U , В	I , А	P , Вт	S , ВА	Q , ВАР
ЕПТ	60 Гц					
	85 Гц					
	100 Гц					
РК	60 Гц					
	85 Гц					
	100 Гц					
РК LED	60 Гц					
	85 Гц					
	100 Гц					

Дослідження впливу змісту сюжету

1. Встановіть необхідний тип монітора (ЕПТ, РК, РК LED) зі списку лабораторного макета.

2. Якщо моделювання не виконується, почніть моделювання, натиснувши на кнопку «Старт» (Рисунок 1.11).

3. Встановіть номінальну напругу мережі живлення (220 В).

4. Встановіть частоту оновлення екрану 60 Гц.

5. Встановіть роздільну здатність екрану 1024x768, що відповідає найбільшій чіткості зображення.

6. Змінюючи тип сигналу генератора, визначене вплив змісту сюжету на енергоспоживання монітора. Результати дослідження занесіть до таблиці (Таблиця 1.3).

7. За результатами вимірів розрахуйте величини повної та реактивної потужностей. Результати розрахунків занесіть в таблицю (Таблиця 1.3).

8. За результатами досліджень побудуйте графіки залежностей величини активної, реактивної та повної потужності досліджуваних моніторів від змісту сюжету. По даному дослідженню повинно бути три системи координат. У кожній системи повинно бути графіки для трьох досліджуваних моніторів.

9. За результатами досліджень зробіть висновки яким чином зміст сюжету впливає на величину споживаної потужності та чи співпали результати ваших досліджень із очікуваним результатом.

Таблиця 1.3 – Результати дослідження впливу змісту сюжету на величину енергоспоживання монітора

Монітор	Сюжет	$U, В$	$I, А$	$P, Вт$	$S, ВА$	$Q, ВАР$
ЕПТ	Чорний екран					
	Червоний екран					
	Зелений екран					
	Синій екран					
	Білий екран					
	Кольорові полоси					
РК	Чорний екран					
	Червоний екран					
	Зелений екран					
	Синій екран					
	Білий екран					
	Кольорові полоси					
РК LED	Чорний екран					
	Червоний екран					
	Зелений екран					
	Синій екран					
	Білий екран					
	Кольорові полоси					

1.8 Зміст протоколу

1. Назва та мета роботи.
2. Досліджувана схема (Рисунок 1.11)
3. Результати дослідження (таблиці та графіки).
4. Висновки.
5. Місце для відміток про виконання та захист роботи (дата, фамілія, ініціали викладача, оцінка, підпис).
6. Додаткові матеріали, що можуть стати у пригоді під час захисту роботи (за вибором студента).

1.9 Приклад тестового білету

1. Які типи комп'ютерних моніторів існують?

а) На основі електронно-променевої трубки	б) На основі органічних світлодіодів	в) На основі пелет
г) На основі рідкокристалічних панелей	д) На основі електронно-променевої дифузії	е) Немає правильної відповіді

Правильна відповідь: а, б, г

2. Від чого залежить енергоспоживання комп'ютерного монітора на основі рідкокристалічних панелей із динамічним підсвіченням за допомогою люмінесцентних ламп?

а) Від напруги живлення	б) Від роздільної здатності екрану	в) Від частоти оновлення екрану
г) Від змісту сюжету	д) Від моделі комп'ютера	е) Таких моніторів не існує

Правильна відповідь: е

Пояснення: динамічне підсвічування можливе лише за умови використання у якості джерел світла світлодіодів.

3. Як зміниться споживана потужність монітора на основі електронно-променевої трубки якщо роздільна частота оновлення екрану зміниться із 60 Гц до 85 Гц?

а) Зменшиться	б) Не зміниться	в) Монітор вийде з ладу
г) Збільшиться	д) Впаде до нуля	е) Немає правильної відповіді

Правильна відповідь: г

УВАГА! Відповіді до задач 4, 5 без наведення рішення не зараховуються!

4. Яку кількість електричної енергії за 10 днів споживає монітор з потужністю 100 Вт що працює 5 на добу?

Правильна відповідь: 4,75...5,25 кВт·год.

Рішення:

Загальний час роботи монітора: $t = N_{\text{днів}} N_{\text{годин}} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ годин}$.

Загальна кількість спожитої енергії: $W = Pt = 100 \cdot 50 = 5 \text{ кВт} \cdot \text{год}$.

5. Чому дорівнює реактивна потужність монітора, якщо він має діапазон робочої напруги 110...240 В, максимальний споживаний струм 1,5 А та коефіцієнт потужності 0,67.

Правильна відповідь: 117...129 ВАР.

Рішення:

Більшість моніторів має приблизно постійний рівень потужності у всьому діапазоні робочою напруги, тому для нього можна записати співвідношення: $P = U_{\text{min}} I_{\text{max}} \cos \varphi = U_{\text{max}} I_{\text{min}} \cos \varphi = \text{const}$.

Із цього співвідношення видно, що максимальний струм, монітор буде споживати при мінімальній напрузі живлення, отже: $P = U_{\text{min}} I_{\text{max}} \cos \varphi = 110 \cdot 1,5 \cdot 0,67 = 111 \text{ Вт}$.

Повна потужність монітора $S = P / \cos \varphi = 111 / 0,67 = 166 \text{ ВА}$.

Реактивна потужність $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{166^2 - 111^2} = 123 \text{ ВАР}$.

Відповіді студента

- | | |
|-------------|---|
| 1 – б, г | 14 балів (надана неповна відповідь) |
| 2 – д | 0 балів (надана неправильна відповідь – д) |
| 3 – а | 20 балів (надана повна правильна відповідь) |
| 4 – 5 000 | 0 балів (не вказана одиниця виміру) |
| 5 – 120 ВАР | 20 балів (надана правильна відповідь) |

Оцінка – 54 бали (робота не захищена).