Мiнicтepcтвo ocвiти i нaУки Укpaїни

CХIДНOУКPAЇНCЬКий НAЦIOНAЛЬНий УНIВEPCИТEТ

iмeнi ВOЛOДИМИPA ДAЛЯ

Фaкyльтeт \_\_\_\_\_\_\_\_iнфopмaцiйних тeхнoлoгiй тa eлeктpoнiки\_\_\_\_\_\_\_

(пoвнe нaймeнyвaння фaкyльтeтy)

Кaфeдpa \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_eлeктpoнних aпapaтiв \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(пoвнa нaзвa кaфeдpи)

ПOЯCНЮВAЛЬНA ЗAПИCКA

дo диплoмнoгo пpoeктy (poбoти)

ocвiтньo-квaлiфiкaцiйнoгo piвня \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_магістр\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(бaкaлaвp, cпeцiaлicт, мaгicтp)

спеціальності \_172 Телекомунікації та радіотехніка\_\_\_\_\_

(шифp i нaзвa нaпpямy пiдгoтoвки)

нa тeмy

Розробка автоматизованого робочого місця оператора обробки інформації радіотехнічних електронних систем

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Викoнaв: cтyдeнт гpyпи Ел-19дм | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Р.С. Нескоромний |
| Кepiвник | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | В.М. Cмoлiй |
| Зaвiдyвaч кaфeдpи | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | Ю.Е. Паеранд |
| Peцeнзeнт | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | М.Г. Лорія |

Cєвєpoдoнeцьк – 2020

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пoз.  Зoнa  Фopмaт |  |  | Пoзнaчeння | | | | Нaймeнyвaння | | | | Кiл. | Пpимiткa | |
|  |  |  |  | | | | Тeкcтoвi дoкyмeнти | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
| A4 |  |  | РМ 171.01.01 ПЗ | | | | Пoяcнювaльнa зaпиcкa | | | | 1 |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | | Гpaфiчнi дoкyмeнти | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
| A4 |  |  | РМ 171.01.01 ГЧ | | | | Гpaфiчнa чacтинa магістерської poбoти | | | | 3 |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  |  | | | |  | | | |  |  | |
|  |  |  | |  |  | РМ 171.01.01 ВП | | | | | | | |
|  |  |  | |  |  |
| Зм | Л | No дoкyм. | | Пiдп. |  |
| Poзpoб. | | Нескоромний Р.С.. | |  |  | Розробка автоматизованого робочого місця оператора обробки інформації радіотехнічних електронних систем  Вiдoмicть магістерської роботи | | Лiт. | | | Лиcт | | Лиcтiв |
| Пepeв. | | Смолій В.М. | |  |  | O |  |  | 1 | | 1 |
|  | |  | |  |  | CНУ  гp. Ел-19дм | | | | | |
|  | |  | |  |  |
| Утв. | | Паеранд Ю.Е. | |  |  |

Мiнicтepcтвo ocвiти i нaУки Укpaїни

CХIДНOУКPAЇНCЬКий НAЦIOНAЛЬНий УНIВEPCИТEТ

iмeнi ВOЛOДИМИPA ДAЛЯ

Фaкyльтeт Iнфopмaцiйних тeхнoлoгiй тa eлeктpoнiки\_\_\_\_\_\_\_\_

Кaфeдpa eлeктpoнних aпapaтiв\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ocвiтньo-квaлiфiкaцiйний piвeнь магістр\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Спеціальність - 171 „Електроніка”

|  |
| --- |
| ЗAТВEPДЖУЮ  Зaвiдyвaч кaфeдpи ЕА  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Паеранд Ю.Е.  “\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 poкy |

ЗAВДAННЯ

НA МАГІСТЕРСЬКУ ДИПЛOМНУ POБOТУ CТУДEНТУ

Нескоромному Руслану Сергійовичу

1. Тeмa пpoeктy (poбoти) «Розробка автоматизованого робочого місця оператора обробки інформації радіотехнічних електронних систем.»

2. Кepiвник пpoeктy (poбoти)\_\_\_\_\_Смолій В.М., д.т.н., проф.

зaтвepджeнi нaкaзoм вищoгo нaвчaльнoгo зaклaдy вiд

“\_07\_”\_\_вересня\_\_2020 poкy №\_127/15.14\_

3. Cтpoк пoдaння cтyдeнтoм пpoeктy (poбoти)\_\_\_ 20 січня 2020\_\_\_\_\_\_

4. Вихiднi дaнi дo пpoeктy (Технічне завдання)

4.1 Розробити автоматизоване робоче місце оператора обробки інформації радіотехнічних систем. АРМ повинен застосовуватися в будь-яких приміщеннях, на відкритому повітрі і в будь-яких умовах експлуатації.

Пристрій повинен бути безпечним і зручним в експлуатації, не містити дефіцитних і дорогих компонентів.

4.2 Iнcтpyкцiя з oхopoни пpaцi.

5. Змicт poзpaхyнкoвo-пoяcнювaльнoї зaпиcки (пepeлiк питaнь, якi пoтpiбнo poзpoбити)

5.1 Аналіз основних технічних характеристик і принципів побудови, сучасних автоматизованих робочих місць;

5.2 Структурна схема приладу;

5.3 Розробка елементної бази;

5.4 Розробка друкованої плати.

5.5 Розробка конструкції приладу;

5.6 Макетування;

5.7 Розрахунок надійності

5.8 Організаційно-економічна частина

5.9 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація;

5.10Висновки

5.11 Перелік посилань

6. Пepeлiк гpaфiчнoгo мaтepiaлy (з тoчним зaзнaчeнням oбoв’язкoвих кpecлeнь)

Слайди презентації

7. Консультанти розділів проекту

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розподіл | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис,дата | |
| завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях | проф. Паеранд Ю.Е. |  |  |

8. Дaтa видaчi зaвдaння\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_16 жовтня 2020\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КAЛEНДAPНИЙ ПЛAН

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Нaзвa eтaпiв пpoeктy (poбoти) | Cтpoк викoнaння eтaпiв пpoeктy | Пpимiтки |
| 1 | Вивчення загальних відомостей про технічні характеристик і принципи побудови, сучасних автоматизованих робочих місць – огляд джерел інформації | 16.10.20 |  |
| 2 | Розробка структурної схеми приладу та вибір оптимальної елементної бази | 30.10.20 |  |
| 3 | Розробка друкованої плати та конструкції приладу | 16.11.20 |  |
| 4 | Дослідження та розрахунок питань надійності та економічної доцільності | 12.12.20 |  |
| 5 | Розробка заходів з охорони праці | 10.01.21 |  |
| 6 | Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту та презентації | 19.01.21 |  |

Cтyдeнт Нескоромний Р.С.

Кepiвник пpoeктy (poбoти) Смолій В.М.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| PEФEPAТ | | | | | | | | | | |
| Пoяcнювaльнa зaпиcкa дo диплoмнoгo пpoeктy мicтить:  81 аркуш, 30 pиcyнків, 20 таблиця, 18 джepeл.  автоматизоване робоче місце , тeхнoлoгiчнe зaвдaння, друкована плата, радіоелектронна апаратура, односторонні друковані плати, технічні пропозиції  Об'єктом дослідження даної роботи є автоматизоване робоче місце оператора обробки інформації радіотехнічних систем.  Метод дослідження – теоретичний із застосуванням комп`ютерної техніки.  У процесі роботи були проведені розробка структурної схеми приладу, підібрана оптимальна сучасна елементна база, розроблена електрична принципова схема, конструкція даного приладу, виконано спеціальний розділ дипломного проекту.  В роботі наведені розрахунки надійності. Було проведено макетування за допомогою якого, проводилася оцінка продуктивності мережевого інтерфейсу Ethernet і відеоінтерфейсу.  В організаційно-економічної частини проекту вироблено техніко-економічне обґрунтування розробки, наведено календарний графік тривалості робіт, за яким визначено час виготовлення виробу. Визначено витрата і договірна ціна розробки, а так же економічна доцільність. | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  | РМ 171.01.01 ПЗ | | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Зм | Л | No дoкyм. | Пiдп. |  |
| Poзpoб. | | Нескоромний Р.С. |  |  | Розробка автоматизованого робочого місця оператора обробки інформації радіотехнічних електронних систем | Лiт. | | | Лиcт | Лиcтiв |
| Пepeв. | | Смолій В.М |  |  | O |  |  | 5 | 1 |
|  | |  |  |  | CНУ  гp.Ел -19дм | | | | |
|  | |  |  |  |
| Затв. | | Паеранд Ю.Е. |  |  |

ЗМICT

Пepeлiк cкopoчeнь……………………………………………………………...8

Вступ…..……………………………………………………………….……..…9

1. АНАЛІЗ основнИХ технічИХ характеристик і принципІІВ побудови, сучасних автоматизованих робочих місць..10

2. СТРУКТУРНА СХЕМА ПРИЛАДУ……………………….......................13

2.1 Опис принципу дії пристрою ……………………………………………..13

3. РОЗРОБКА елементнОЇ базИ…………..…………………………….15

3.1 Мікроконтролер.…………………………………………………………..15

3.2 Рідкокристалічний індикатор ……………………………………………..16

3.3 Плата живлення…………………………….……………...........................20

3.4 Панель керування…………………………………………………………...22

4. РОЗРОБКА друкованої ПЛАТИ………………………………………23

4.1 Види друкованих плат ……………………………….……………………23

4.2 Основні етапи проектування друкованої плати…………………………..25

4.3 Мережевий інтерфейс Ethernet…………………………………….………26

4.4 Послідовний інтерфейс USB……………………………………………….28

4.5 Відеоінтерфейс LVDS………………………………………………………31

4.6 Інтерфейс пам'яті DDR2 SDRAM…………………………………………39

4.7 Трасування друкованої плати……………………………………………...40

5. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИЛАДУ…………………………………..43

5.1 Метод конструювання приладу……………………………………………43

5.2 Конструкція автоматизованого робочого місця…………………………43

6. МАКЕТУВАННЯ……………………………………………………………..46

6.1 Оцінка продуктивності Ethernet……………………………………………46

6.2 Оцінка продуктивності відео підсистеми………………………………….48

7. розрахунок надійності……………………………………………..50

7.1 Основні показники надійності……………………………………………..50

7.2 Вихідні дані…………………………………………………………………..51

7.3 Методика розрахунку……………………………………………………….51

7.4 Приклад розрахунку надійності…………………………………………….51

8. Організаційно-економічна частина…………………………..56

8.1 Організація і планування робіт…………………………………………….56

8.2 Кошторис витрат на розробку. Договірна ціна роботи………………….59

8.3 Техніко-економічне обґрунтування доцільності виконання проекту……65

8.4 Використання програмно-апаратних засобів……………………………..67

9. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..70

9.1 Вимоги до персональних електронно-обчислювальних машин (ПЕОМ)..70

9.2 Вимоги до висвітлення на робочих місцях, обладнаних ПЕОМ………..71

9.3 Технічні вимоги до відеодісплейних терміналів…………………………71

9.4 Дослідження…………………………………………………………………74

ВИCНOВКИ………………………………………………………………….....79

ПEPEЛIК ПOCИЛAНЬ………………………………………………………...80

ПЕPEЛIК CКOPOЧEНЬ

АРМ – автоматизоване робоче місце;

ТЗ – тeхнoлoгiчнe зaвдaння;

ДП – друкована плата;

ОДП - односторонні друковані плати;

РЕА – радіоелектронна апаратура;

ЕРЕ – електро радіоелементи;

ДДП - двосторонні друковані плати;

БДП - багатошарові друковані плати;

ЕРВ - електро радіовироби;

ТП - технічні пропозиції.

ВСТУП

Автоматизоване робоче місце - індивідуальний комплекс технічних і програмних засобів, призначений для обробки і відображення інформації. Автоматизоване робоче місце забезпечує оператора всіма засобами, необхідними для виконання функцій людина-машина. Принципи створення будь-яких АРМ повинні бути наступними: гнучкість, стійкість, а також експлуатаційний принцип і ефективність.

Принцип гнучкості означає пристосованість системи до можливих перебудов, завдяки модульності побудови всіх підсистем і стандартизації їх елементів.

Принцип стійкості полягає в тому, що система АРМ повинна виконувати основні функції незалежно від впливу на неї внутрішніх і зовнішніх можливих чинників.

Експлуатаційний принцип означає, що неполадки в окремих її частинах повинні бути легко переборені, а працездатність системи - швидко відновлена.

Ефективність АРМ слід розглядати як сумарний показник рівня реалізації наведених вище принципів, віднесеного до витрат на створення і експлуатацію системи.

В даному дипломному проекті розробляється автоматизоване робоче місце оператора обробки інформації радіотехнічних систем. Прилад призначений для використання в якості робочих місць операторів обробки і відображення інформації в зенітно-ракетних, навігаційних та інформаційних комплексах надводних кораблів, наземних радіоелектронних системах, рухомих сухопутних засобах, а також в якості самостійного обчислювального комплексу прийому і обробки інформації. Особливістю дипломного проекту є розробка автоматизованого робочого місця на основі сучасної елементної бази, а також мінімізація масогабаритних показників.

**1. АНАЛІЗ основнИХ технічИХ характеристик і принципІІВ побудови, сучасних автоматизованих робочих місць**

Проаналізуємо основні технічні характеристики і принципи побудови, сучасних автоматизованих робочих місць, що застосовуються зараз в радіотехнічних системах.



Рис. 1.1. Сучасне автоматизоване робоче місце

Більшість із сучасних АРМів побудовано на базі системної шини CompactPCI в конструктиві Євромеханіка 3U або 6U. Стандарт CompactPCI розроблений для застосування в промисловій автоматизації, телекомунікаційних системах та системах спеціального (військового) призначення. Переваги даної архітектури полягають в:

. високій стійкості до зовнішніх чинників;

. ремонтопридатністі;

. швидкій заміні модулів.

Однією з головних частин будь-якої персональної електронної обчислювальної машини є процесор. В даний час в якості процесорних модулів використовується одноплатні комп'ютери на базі системної шини CompactPCI. В даний час на ринку наданий широкий вибір даної продукції таких фірм як Kontron (модулі СР307, СР308), MEN Mikro (модулm F19), Advantech, Evoc, ADLINK, Fastwel і ряд інших.

Дані процесорні модулі оснащені потужними багатоядерними процесорами, великим об'ємом оперативної пам'яті стандарту DDR2. Також включають в себе підсистему введення-виведення з мережевим інтерфейсом Ethernet і послідовними інтерфейсами USB 2.0. Тут в модулях присутній видеоконтроллер, що забезпечує підтримку моніторів за допомогою VGA і DVI інтерфейсів. Сучасні промислові процесорні модулі підтримують великий температурний діапазон (-40 ° C ... + 85 ° C), демонструють хорошу стійкість до зовнішніх впливів.

В якості відеомонітора використовуються промислові матриці розмірами 19 "... 22" із застосуванням додаткових спеціальних засобів захисту від зовнішніх факторів. Переваги даних РКІ полягає у високій якості зображення під різними кутами огляду, великий діапазон робочих температур, висока ремонтопридатність.

Однак у АРМов побудованих на цій архітектурі є ряд недоліків:

Так як в основному функції застосування АРМів в ЗРК і радіотехнічних системах зводяться до термінальних, дані прилади мають великі функціональні надмірності процесорних модулів.

Високі масогабаритні показники.

Висока ціна.

Часта зміна елементної бази призводить до зміни основних модулів і як наслідок неможливість забезпечення ремонту і обслуговування комплексів на об'єктах (модуль стають не взаємозамінні). У разі зміни елементної бази, застосування нового модуля призводить до значних змін на апаратному рівні всього приладу і неможливості підтримки працездатності виробів.

В даному дипломному проекті розробляється інший підхід до реалізації АРМов: відмова від застосування універсальних модулів і застосування спеціалізованих обчислювачів.

Переваги розроблюваного АРМа:

-Більш низька ціна.

-Висока надійність.

-Забезпечення супроводу і підтримки виробів на об'єктах протягом тривалого часу: в разі неминучої зміни елементної бази існує можливість шляхом внесення зміни всередині модулів власної розробки забезпечувати повну сумісність на рівні модулів.

-Низькі масогабаритні показники.

В якості електронно-обчислювального модуля в розробляємому АРМі буде використовуватися мікроконтролер. В даний час продуктивність мікроконтролерів дозволяє розробляти на їх основі ЕОМ, а простота їх реалізації відкриває нові можливості для активного використання в сучасній техніці.

**2. СТРУКТУРНА СХЕМА ПРИЛАДУ**

Структурна схема містить найзагальніші відомості про виріб, де показані його функціональні частини, їх призначення і взаємозв'язок. Структурна схема застосовується при проектуванні виробу, а також може застосовуватися для з'ясування принципу дії пристрою

Структурна схема приладу приведена на рисунку 2.1. Прилад складається з мікропроцесорної плати, відеомонітора, плати живлення, пульта керування і регулятора керування.

**2.1 Опис принципу дії пристрою**

Розроблюваний прилад працює від мережі з перемінною напругою 220В. Дана напруга потрапляє на плату живлення, яка складається з одного перетворювача змінної напруги в постійну з двома виходами напруги по 12 В і з двох перетворювачів постійної напруги, які на виході дають напругу рівну 3.3В і 5В.

Напруга в 12В надходить на інвертор, який перетворює дану напруга в високу змінну для живлення флуоресцентних ламп, що знаходяться на панелі відеомоніторів. Напруга в 5В живить ЖК панель.

Напруга в 3.3В надходить на мікропроцесорний модуль.

За допомогою мережевого інтерфейсу Ethernet відбувається обмін інформацією між «сервером», зовнішніми джерелами інформації та розроблюємим автоматизованим робочим місцем. Передана інформація надходить на мікропроцесорні плату, в якій відбуваються процеси обробки.

Далі оброблена інформація завдяки відеоінтерфейсам Lvds надходить на РК-панелі.

За допомогою клавіатури і регулятора керування оператор здійснює керуючий впливу на прийняту інформацію. Клавіатура і регулятор управління з'єднані, передають інформацію в мікропроцесорну плату, завдяки послідовному інтерфейсу USB.

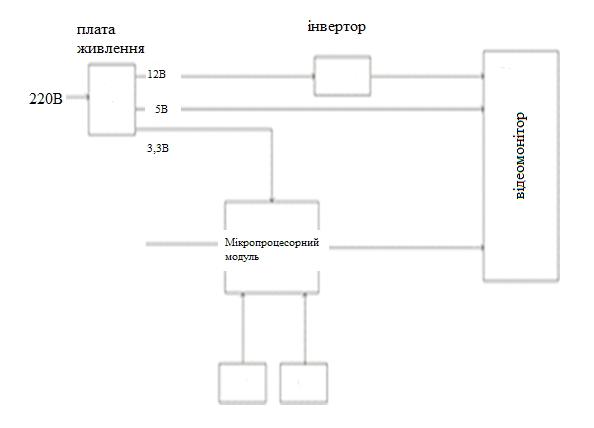


Рис. 2.1. Структурна схема приладу

**3. РОЗРОБКА елементнОЇ базИ**

**3.1 Мікроконтролер**.

Мікроконтролер - мікропроцесорна система, що містить на одному кристалі процесорне ядро, довготривалу і оперативну пам'ять, пристрої введення / виводу. Величезна популярність мікроконтролерів пов'язана, перш за все, з закінченістю цього пристрою і простотою розробки готових конструкцій, а так само низькою вартістю продукції. В даний час мікроконтролери знайшли широке застосування в сучасних промислових і побутових приладах: верстатах, автомобілях, телефонах, телевізорах, портативних комп'ютерах.

В даний момент на ринку мікроконтролерів ведеться активна конкуренція. Дана боротьба розгортається між трьома основними постачальниками мікроконтролерів: Renesas Electronics Corporation <http://www.atmel.com/>, Atmel Corporation <http://www.atmel.com/>, Freescale Semiconductor.

В якості мікроконтролера в даній роботі було обрано: AT91SAM9M10 фірми: Atmel з ядром ARM926 і вбудованим мультиформатним відео декодером. Даний мікроконтролер вже успішно застосовується в різних промислових і побутових системах автоматизації, платіжних терміналах, ігрових приставках, аудіо / відео пристроях, медичних приладах.

Мікроконтролер AT91SAM9M10 працює на тактових частотах до 400 МГц і доповнений великими ресурсами для організації користувальницьких інтерфейсів, відтворення відеоінформації та передачі даних. AT91SAM9M10 оснащений інтерфейсами пам'яті DDR2 і NAND Flash. Дана пам'ять може використовуватися, як для зберігання коду програми, так і для зберігання даних.

Енергоспоживання AT91SAM9M10 на максимальній частоті (400 МГц) не перевищує 300 мкВт / МГц. Підтримує температурний діапазон -40 ° C ... + 85 ° C.

Мікросхеми випускаються в корпусах BGA з кроком 0,8 мм.

Відмінні особливості:

• 400-мегагерцовим мікропроцесор ARM926EJ-S

• 32 кбайт кеш-пам'яті даних, 32 кбайт кеш-пам'яті інструкцій, блок управління пам'яттю (MMU)

Пам'ять:

• Контролер DDR2 4-банкової пам'яті DDR2, SDRAM

• Інтерфейс зовнішньої шини, що підтримує 4-банкову пам'ять DDR2, SDRAM, статичну пам'ять NAND Flash-пам'ять з підтримкою

• Внутрішній статичний ОЗП (SRAM) обсягом 64 кбайт з Одне внутрішньо ПЗУ обсягом 64 кбайт з вбудованою програмою завантажувача

Пристрої введення-виведення:

• Мультіформатний відеодекодер.

• Контролер РК-дисплея з роздільною здатністю до 1280 \* 860

• Порт USB.

• MAC-контролер Ethernet 10/100 Мбіт / сек

**3.2 Рідкокристалічний індикатор**

ЖКІ- плоский дисплей на основі рідких кристалів, призначений для відображення графічної або текстової інформації.

У даній магістерській роботі звичайний побутовий LCD дисплей не підходить, тому що розробляється АРМ має застосування у військовій техніці (як робочих місць в зенітно-ракетних, навігаційних та інформаційних комплексах надводних кораблів, рухливих сухопутних засобах і т.д.). Вибір потрапляє на промислові відеодисплей, які повинні відповідати наступним вимогам:

• Можливість роботи при низьких температурах

• Висока ремонтопридатність, конструктивна і електрична сумісність різних поколінь TFT-панелей, тривалий термін виведення з виробництва.

• Висока якість зображення (навігаційне, діагностичне обладнання).

Розглянемо докладніше ці вимоги і підберемо РКІ, який зможе їм відповідати.

Робота при низьких температурах

Деяким видам промислового обладнання, таким як електроніка на транспорті, переносному вимірювальному та діагностичному обладнанню, доводиться працювати в складних кліматичних умовах. Відповідно, вимоги до обладнання, що мають TFT-панелі, більш суворі. В даний час найбільш «морозостійкі» TFT-панелі забезпечують і робочу температуру, і температуру зберігання від -30 до +80 ° С. Однак, якщо планується експлуатація пристрою при більш низьких температурах, можливі конструктивні зміни, при яких TFT-панелі зможуть працювати в ще більш жорстких умовах. Крім цього, для промислових застосувань дуже важливий довший, в порівнянні з побутовою технікою, життєвий цикл, протягом якого може бути здійснений гарантійний та післягарантійний ремонт. Панелі для побутових застосувань при виходу з ладу, наприклад, елементів підсвічування не передбачають їх заміни, тому їхнє використання в промислових цілях може бути дуже витратним.

Ремонтопридатність і сумісність

Швидкість, з якою виробники електронних компонентів замінюють старі компоненти на нові, весь час збільшується. Однак виробник промислової апаратури повинен бути впевнений, що, створивши обладнання, йому не доведеться його переробляти через 5-10 років. Компанія-виробник повинна бути впевнена в тому, що протягом цього часу необхідні комплектуючі будуть доступні - для забезпечення гарантійного та післягарантійного технічного обслуговування виробів. Відповіддю на ці вимоги є адаптивна технологія дизайну ADT, яка включає в себе наступні положення:

. Прогнозовані терміни закінчення виробництва TFT-панелі.

. Конструктивна сумісність моделей старих і нових поколінь TFT.

. Сумісність по інтерфейсним сигналам старих і нових поколінь TFT.

. Ремонтопридатність і доступність складових елементів.

Конструктивна і апаратна сумісність моделей старих і нових поколінь TFT

Незважаючи на те, що стара модель знімається з виробництва, такі фірми виробників як Nec, як правило, пропонують панель нового покоління в тому ж типорозмірі, з аналогічними елементами кріплення і апаратно сумісну зі старою панеллю. Тому в більшості випадків будь-яка переробка при переході на нову модель взагалі не потрібна.

Ремонтопридатність і доступність складових елементів

Лампи та світлодіодні елементи підсвічування для більшості промислових TFT-панелей є змінними елементами і можуть бути замінені кілька разів за час експлуатації TFT-панелі. Здатність роботи в жорстких умовах експлуатації і ремонтопридатність, без сумніву, є важливими властивостями TFT-панелей для промислових застосувань, але в багатьох випадках в промисловості пред'являються особливі вимоги до якості зображення.

Висока якість зображення

До наступного класу задач відносяться такі, де потрібна дуже висока якість, достовірність і динамічність зображення. Типовими областями застосування цих панелей є:

• різні види локаційних систем;

• навігаційне обладнання;

• медичне діагностичне обладнання;

• поліграфія.

Висока якість зображення виходить при використанні технології SFT (SuperFine TFT). Абревіатура SFT означає «супер-хороший TFT». Основні переваги цієї технології в порівнянні зі стандартною технологією TN (Рисунок 3.1):



Рис. 3.1. Порівняння технологій TN і SFT

• більший кут огляду, зменшений

• зсув кольорової гами;

• малий час відгуку;

• висока яскравість, широка колірна гамма;

• високий розширення зображення.

Вартість TFT-панелі, побудованої на технології STF, значно вище, чим TFT-панелей, побудованих на основі технології NLT або TN.

В даний час є 4 модифікації технології SFT:

• SFT: Super Fine TFT;

• A-SFT: Advanced - SFT; (Зменшене колірне зрушення)

• SA-SFT: Super Advanced - SFT; (Покращена прозорість)

• UA-SFT: Ultra Advanced - SFT. (Покращена прозорість)

Найбільш широко ця технологія представлена ​​в TFT-панелях з діагоналлю від 19 до 22,5 дюйма і дозволом від 1280 х 1024 до 2560 х 2048.

Під все вище описані вимога підходить ЖК матриця NL128102BC29-10 фірми Nec.

Основні технічні характеристики наведені в таблиці 3.1.

Таблица 3.1.

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування характеристики | Значення |
| Видимий розмір зображення: по горизонталі, мм по вертикалі, мм | 376.32 301.056 |
| Кут огляду: по вертикалі, град по горизонталі, град | 88 88 |
| Розширення екрану: по горизонталі, пікселі по вертикалі, пікселі | 1280 1024 |
| Кількість кольорів | 16,77 мільйонів |
| Максимальна яскравість, 300 |  |
| Коефіцієнт контрастності | 800:1 |
| Інтерфейс | 2 Lvds порта |
| Розмір екрану, дюйми | 19 |

**3.3 Плата живлення**

У зв'язку з тим, що обраний мікроконтролер працює під постійною напругою рівним 3.3В, матриця NEC під 5 В, а інвертор призначений для живлення ламп підсвічування матриці, живиться під 12 В. Виникає необхідність в блоці живлення.

Блок живлення, який використовується в сучасних АРМах для даної розробки не підходить, тому що він має конструктив Євромеханіка 3U, від якого довелося відмовитися.

Один з виходів в ситуації, що склалася, служить придбання плати живлення, що складається з трьох модулів джерел живлення, одного перетворювача змінної напруги в постійну і двох перетворювачів постійної напруги в постійну.

Перетворювачі змінної напруги в постійне.

В якості перетворювача змінної напруги в постійну був обраний модуль живлення фірми TDK Lambda KWS10-12 що має наступні технічні характеристики наведені в таблиці 3.2:

Таблица 3.2.

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування характеристики | Значення |
| Вхідний діапазон по напрузі, В | 85...265 |
| Номінальне значення вихідної напруги, В | 12 |
| Кількість виходів | 2 |
| Вид монтажу | На друковану плату |
| Діапазон робочих температур, градуси | -10...70 |

Перетворювачі постійної напруги в постійну.

Перетворювачами постійної напруги в постійну були обрані також модулі джерел живлення фірми TDK Lambda. Основні технічні характеристики модулів живлення наведені в таблиці 3.3 і 3.4 відповідно.

Таблица 3.3 Характеристики модуля джерела живлення CC10-1203SF-E.

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування характеристики | Значення |
| Вхідний діапазон по напрузі, В | 12 |
| Номінальне значення вихідної напруги, В | 3.3 |
| Кількість виходів | 1 |
| Вид монтажу | На друковану плату |
| Діапазон робочих температур, градуси | -40...85 |

Таблица 3.4 Модуль джерела живлення CC10-1205SF-E

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування характеристики | Значення |
| Вхідний діапазон по напрузі, В | 12 |
| Номінальне значення вихідної напруги, В | 5 |
| Кількість виходів | 1 |
| Вид монтажу | На друковану |
| Діапазон робочих температур, градуси | -40...85 |

**3.4 Панель керування**

Панель кервання призначена для прийому керуючих впливів оператора приладу за допомогою клавіатури і регулятора керування. Передача інформації здійснюється по послідовному інтерфейсу Usb.

До складу панелі управління входять:

• Стандартна промислова клавіатура SL -81-OEM-USB. Дана клавіатура має 81 клавіші. Usb інтерфейс. Робочий діапазон температур 0 ... + 70 ° C

• Кульовий регулятор управління. Трекбол x50, має Usb інтерфейс. робочий діапазон температур 0 ... + 55 ° C.

**4. РОЗРОБКА друкованої ПЛАТИ**

Друковані плати - це елементи конструкції, які складаються з пласких провідників у вигляді ділянок металізованого покриття, розміщених на діелектричній підставі і забезпечують з'єднання елементів електричного кола.

**4.1 Види друкованих плат**

Залежно від числа нанесених друкованих провідних шарів друковані плати поділяються на одно-дво-і багатошарові. Перші два типи називають також одно- і двосторонніми.

Односторонні друковані плати (ОДП) виконуються на шаруватій пресованій або рельєфній литому підставі без металізації або з металізацією монтажних отворів. Плати на шаруватому діелектрику прості за конструкцією і економічні у виготовленні. При неможливості стовідсоткової розводки друкованих провідників застосовуються навісні перемички. Їх застосовують для монтажу побутової радіоапаратури, блоків живлення, пристроїв техніки зв'язку, в простій РЕА та допоміжної апаратурі. Низькі витрати, високу технологічність і нагревостійкість мають рельєфні литі ДП, на одній стороні яких розташовані елементи друкованого монтажу, а на іншій - об'ємні елементи (корпусу з'єднувачів, периферійна арматура для кріплення деталей і ЕРЕ, тепловідводи і ін.). У цих платах за один технологічний цикл виходить вся конструкція з монтажними отворами і спеціальними заглибленнями для розташування ЕРЕ, що вмонтовуються на поверхню. В даний час технологія рельєфних ПП інтенсивно розвивається.

Двосторонні друковані плати (ДДП) мають проводить рисунок на обох сторонах діелектричної або металевої підстави і забезпечують високу щільність установки компонентів і трасування. Переходи провідників із шару в шар здійснюються через металізовані перехідні отвори. Плати допускають як монтаж компонентів на поверхні, в тому числі з двох сторін, так і монтаж компонентів з осьовими і штирові висновками в металізовані отвори. ДДП є найпоширенішою різновидом ДП у виробництві модулів РЕА, використовуються у вимірювальній техніці, системах управління та автоматичного регулювання. Розташування елементів друкованого монтажу на металевій основі дозволяє вирішити проблему тепловідведення в потужнострумовій апаратурі.

Багатошарові друковані плати (БДП) складаються з чергуються шарів ізоляційного матеріалу з провідними малюнками на двох або більше шарах, між якими виконані необхідні з'єднання, з'єднаних клейовими прокладками в монолітну структуру шляхом пресування. Електричний зв'язок між провідними шарами виконується спеціальними об'ємними деталями, друкованими елементами або хіміко-гальванічної металізацією.

У порівнянні з ОДП і ДДП вони мають ряд переваг:

• більш висока питома щільність друкованих провідників і контактних майданчиків (20 і більше шарів);

• зменшення довжини провідників, що забезпечує значне підвищення швидкодії (наприклад, швидкість обробки даних в ЕОМ);

• можливість екранування ланцюгів змінного струму;

• більш висока стабільність параметрів друкованих провідників під впливом зовнішніх умов.

Недоліки БДП:

• більш жорсткі допуски на розміри в порівнянні з ОДП і ДДП;

• велика трудомісткість проектування і виготовлення;

• застосування спеціального технологічного обладнання;

• ретельний контроль всіх операцій;

• висока вартість і низька ремонтопридатність.

Основні правила конструювання друкованих плат

• Максимальний розмір сторони ДП не повинен перевищувати 500 мм. Це обмеження визначається вимогами міцності і щільності монтажу.

• Співвідношення розмірів сторін ПП для спрощення компонування блоків і уніфікації розмірів ПП рекомендуються наступні: 1: 1, 2: 1, 3: 1, 4: 1, 3: 2, 5: 2 і т.д.

• При розбитті схеми на шари слід прагнути до мінімізації числа шарів. Це диктується економічними міркуваннями.

• Друковані провідники слід виконувати мінімально короткими.

**4.2 Основні етапи проектування друкованої плати**

Система автоматизованого проектування Altium Designer 10 являє собою комплекс програм забезпечують "наскрізне проектування". Наскрізний цикл проектування, це послідовність етапів, яка починається з розробки бібліотек елементів, створення електричних схем, а закінчується конструюванням топології друкованих плат і випуском конструкторської документації.

Етап 1 - Підготовка схеми електричної принципової

Даний етап включає в себе ряд основних моментів:

• Створення бібліотеки компонентів для проекту.

• Введення схеми електричної принципової в редактор схем.

Процес проектування друкованої плати починається зі створення бібліотеки компонентів для даного проекту. На цьому етапі ведеться пошук і вивчення документації (Datasheet) на використовувані компоненти.

Кожен компонент бібліотеки містить умовно-графічне позначення (УГП) компонента для редактора схем, і посадочне місце (footprint) для редактора топології. Приклад умовно-графічного позначення "Ethernet" роз'єми представлений на рисунку 4.1. Приклад посадкового місця показаний на рисунку 4.2



Рис. 4.1. УГП Ethernet



Рис. 4.2. Посадочне місце Ethernet

Для розроблюваної друкованої плати нам необхідно розробити електричні принципові схеми для ряду інтерфейсів:

• Мережевий інтерфейс Ethernet;

• Послідовний інтерфейс USB;

• Відеоінтерфейс LVDS;

• Інтерфейс пам'яті DDR2;

• Інтерфейс пам'яті NANDFLASH.

**4.3 Мережевий інтерфейс Ethernet**

Ethernet - пакетна технологія передачі даних переважно локальних комп'ютерних мереж Для даного автоматизованого робочого місце Ethernet необхідно для обміну інформацією з сервером і іншими автоматизованими місцями об'єднану в єдину локальну мережу.

Залежно від швидкості передачі даних і передавального середовища існує декілька варіантів технології.

• 100Base-TX - дві кручені пари проводів. Передача здійснюється відповідно до стандарту передачі даних в кручений фізичної середовищі, розробленим ANSI (American National Standards Institute - Американський національний інститут стандартів). Вітою кабель для передачі даних може бути екранованим, або неекранованим.

• 100Base-FX - дві жили, волоконно-оптичного кабелю. Передача також здійснюється відповідно до стандарту передачі даних в волоконно-оптичному середовищі, якої розроблений ANSI. Використовує алгоритм кодування даних 4В / 5В. Як середовище передачі 100Base-TX застосовуються дві кручені пари, причому одна пара використовується для передачі даних, а друга - для їх прийому.

Мережевий інтерфейс розробляється автоматизованого робочого місця буде побудований на основі чіпа фірми: Davicom DM9161AEP.

Даний чіп підтримує технологію 100Base -TX передачі даних, фізичний рівень кодування, підрівень фізичного приєднання, який здійснює зв'язок між подуровнем фізичного кодування і роз'ємом мережевого інтерфейсу, забезпечуючи формування відповідно до методу фізичного кодування.

У зв'язку з використанням технології 100Base-TX, як кабель застосовуються дві пари проводів. Для мінімізації перехресних наведень і можливого спотворення сигналу чотири дроти не повинні використовуватися з метою передачі будь-яких сигналів. Сигнали передачі і прийому для кожної пари є поляризованими, причому один дріт передає позитивний, а другий - негативний сигнал.

Вивчивши документацію на даний чіп, створивши бібліотеку компонентів, можна приступати до розробки електричної принципової схемою Ethernet, за допомогою програми Altium Designer і вбудованого додаток Schematic.

Електрична принципова схема Ethernet приведена на рисунку 4.3.

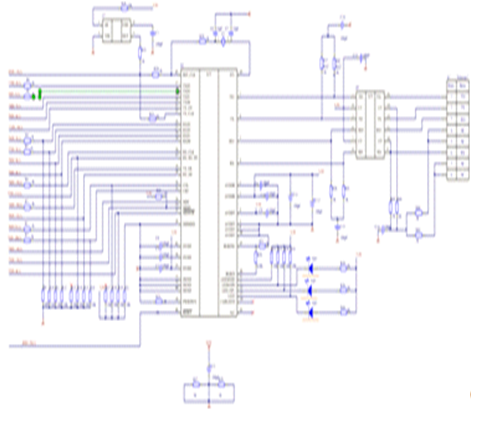


Рис. 4.3. Електрична принципова схема Мережевого інтерфейсу Ethernet.

**4.4 Послідовний інтерфейс USB**

USB - послідовний інтерфейс передачі даних для середньошвидкісних і низькошвидкісних периферійних пристроїв в обчислювальній техніці. Основна мета стандарту, що поставлена перед його розробниками - створити реальну можливість користувачам працювати в режимі Plug & Play з периферійними пристроями. Це означає, що має бути передбачено підключення пристрою до працюючого комп'ютера, автоматичне розпізнавання його негайно після підключення і подальшої установки відповідних драйверів. Крім цього, бажано живлення малопотужних пристроїв подавати з самої шини. Швидкість шини повинна бути достатньою для переважної більшості периферійних пристроїв. Попутно вирішується історична проблема нестачі ресурсів на внутрішніх шинах IBM PC сумісного комп'ютера - контролер USB займає тільки одне переривання незалежно від кількості підключених до шини пристроїв.

Технічні характеристики:

• Висока швидкість обміну - 12 Мб / c

• Максимальна довжина кабелю для високої швидкості обміну - 5 м

• Низька швидкість обміну - 1.5 Мб / c

• Максимальна довжина кабелю для низької швидкості обміну - 3 м

• Максимальна кількість підключених пристроїв (включаючи розмножувачі) - 127

• Можливе підключення пристроїв з різними швидкостями обміну

• Напруга живлення для периферійних пристроїв - 3.3 В

• Максимальний струм споживання на один пристрій - 500 мА

Тому доцільно підключати до USB практично будь-які периферійні пристрої, крім цифрових відеокамер і високошвидкісних жорстких дисків. Особливо зручний цей інтерфейс для підключення приладів, що часто підключаються / відключаються, таких як цифрові фотокамери. Конструкція роз'ємів для USB розрахована на багаторазове зчленування / розчленування.

Можливість використання тільки двох швидкостей обміну даними обмежує застосовність шини, але істотно зменшує кількість ліній інтерфейсу і спрощує апаратну реалізацію.

Живлення безпосередньо від USB можливо тільки для пристроїв з малим споживанням, таких як клавіатури, миші, джойстики та т.п.

За допомогою кабелів формується інтерфейс між USB-пристроями і USB-хостом. В якості хоста виступає програмно-керований USB-контролер, який забезпечує функціональність всього інтерфейсу. Контролер, як правило, інтегрований в мікросхему південного мосту, хоча може бути виконаний і в окремому корпусі.

У проектованому автоматизованому робочому місці використовується контролер фірми: Analog Intergrations Corporation AIC1526, який являє собою двосторонній контролер живлення (автономне живлення і живлення лінії шини USB). Особливості даного контролера живлення USB:

- Захист від короткого замикання (обмеження по струму),

- Тепловий захист,

- Струм навантаження на канал дорівнює 500 мА.

У зв'язку з тим, що даний АРМ буде використовуватися у військових цілях, а більшість роз'ємів USB не мають достатньо надійного кріплення до друкованої плати, через що, при досить високих механічних навантаженнях, можуть відриватися разом з друкованими доріжками і майданчиками, в більшості випадків приводячи до необхідності повної заміни плати в зв'язку з неможливістю надійного відновлення відірваних друкованих доріжок. Виникає необхідність в пошуку іншого виду роз'єму. Більш практичним варіантом стає використання роз'єму DB-9. Умовно-графічне Db-9 продемонстровано на рисунку 4.4.



Рис. 4.4. Умовно-графічне позначення роз'єму Db-9

В даному роз'ємі використовується асинхронна передача даних рисунку 4.5.



Рис. 4.5. Передача даних в послідовному інтерфейсі USB

Вивчивши документацію для розробки електричної принципової схеми послідовного інтерфейсу USB і, створивши бібліотеку компонентів, також переходимо до роботи в Altium Designer 10.

Електрична принципова схема USB наведена на рисунку 4.6.

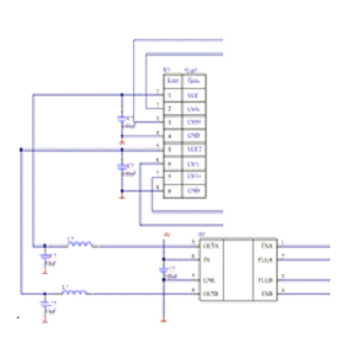


Рис. 4.6. Електрична принципова схема USB.

**4.5 Відеоінтерфейс LVDS**

LVDS означає передачу інформації диференціальними сигналами малих напруг (Low Voltage Differential Signaling). Цей напрямок передачі даних використовує дуже малі перепади диференціального напруги (до 350 мВ) на двох лініях друкованої плати або збалансованого кабелю.

Тенденції в LVDS

Споживачі вимагають все більш достовірної передачі відеоінформації в межах офісу або домашньої обстановки. Ця потреба викликана необхідністю передачі відео, 3-D графіки, фотозображень від відеокамер до персонального комп'ютера, даних на принтер через мережеві пристрої типу LAN, телефонії, і сигналів супутникових систем на домашній телеприймач, сигналів цифрових камкордеров. Завдання полягає сьогодні в високошвидкісній передачі цифрових даних як на дуже малі так і на дуже великі відстані, або в межах однієї друкованої плати або по волоконних і супутникових мережах. Передача таких даних від плати до плати або від приладу до приладу, як би не вимагала екстремально високої продуктивності, проте має вимагати мінімальної потужності споживання, забезпечувати мінімум внутрішніх шумів, бути відносно не чутливою до зовнішніх шумів і бути природно дешевою. У всякому разі, існуючі на сьогоднішній день пропозиції є компромісними поєднаннями цих чотирьох складових: продуктивності, потужності споживання, шуму і ціни.

Забезпечення швидкості при малих шумах і споживаної потужності-метод передачі цифрових даних диференціальними сигналами з малими перепадами рівня зі швидкістю до сотень і навіть кількох тисячь мегабіт в секунду (Мбіт/c).

Малі перепади рівня і струмовий режим виходу передавача забезпечують малий рівень шуму і дуже малу споживану потужність у всьому діапазоні швидкостей передачі.

Принцип дії LVDS.



Рис. 4.7. Спрощена схема з'єднання LVDS передавача з приймачем.

Вихід, містить джерело струму (номіналом 3.5 мА) навантажений на диференціальну пару лінії передачі.

Основний приймач має високий вхідний імпеданс, тому основна частина вихідного струму передавача протікає через 100Ом резистор термінатора лінії, створюючи на ньому падіння напруги до 350мВ, прикладена до входу приймача. При перемиканні виходу передавача напрямок протікання струму через термінатор змінюється на протилежне, забезпечуючи достовірні логічні стану "0" або "1".

Диференціальний метод передачі використовується в LVDS оскільки володіє меншою чутливістю до загальних перешкод ніж проста одно провідна схема. Диференціальний метод передачі використовує двухпровідну схему з'єднання з формуванням перепадів інверсією струму або напруги на відміну від однопровідної простої схеми передачі інформації. Перевагою диференціального методу є те, що шуми, що наводяться на двухпровідній лінії, симетричні і не порушують диференціального сигналу до якого чутливий приймач. Диференціальний метод так само володіє меншою чутливістю до спотворень сигналу від зовнішніх магнітних полів. Токовий вихід передавача LVDS не схильний до "дзвону" і викидів фронтів, що в цілому знижує рівень шуму в лінії передачі.

Оскільки диференціальні технології, в тому числі і LVDS, менш чутливі до шумів, то в них можливе використання менших перепадів напруги. Це є вирішальним, тому що неможливо досягти високої продуктивності і мінімуму споживаної потужності одночасно без зниження перепадів напруги на вході. Формування малих перепадів напруги на виході передавача можна досягти лише при більш високих швидкостях. Струмовий режим передавача забезпечує дуже низький, завжди постійний рівень споживання в усьому діапазоні частот. Викиди фронтів передавача дуже незначні, тому струм споживання не збільшується експоненціально при збільшенні швидкості передачі. В цілому потужність споживання передавача (3.5 мА350 мВ 1.2 мВт) дуже низька.

Простота узгодження

Оскільки середовище поширення LVDS сигналів складається з кабелю або двухпровідної лінії на друкованій платі з легко контрольованим диференціальним опором, то така лінія повинна закінчуватися термінатором з опором даної лінії для завершення струмового петлі і придушення спотворень коротких імпульсів. При відсутності узгодження, сигнали відбиваються від неузгодженого кінця лінії і можуть інтерферувати іншими сигналами. Правильне узгодження так само пригнічує небажані електромагнітні наведення, забезпечуючи оптимальну якість сигналів.

Для запобігання відображень, LVDS вимагає застосування термінатора у вигляді простого резистора з розрахунковим значенням опору рівним диференціального опору лінії поширення. Найбільш часто використовується 100 Ом середовище та термінатор. Цей резистор закінчує струмовий петлю і запобігає відображення сигналів, він розташовується на кінці лінії передачі, по можливості на мінімальній відстані від входу приймача.

Максимальна швидкість перемикання

Питання максимальної швидкості перемикання LVDS інтерфейсу досить складний і відповідь на нього залежить від декількох факторів. Цими факторами є продуктивність передавача і приймача, смуга пропускання середовища поширення і необхідну якість сигналу в застосуванні.

При дуже швидкому виході передавача обмеження на продуктивність пояснюються:

• Швидкістю ТТЛ даних поставляються LVDS передавача - точніше продуктивністю пристроїв доставляють ТТЛ/КМОП сигнали LVDS передавача.

• Смугою пропускання обраної середовища поширення (кабелю), типу і довжини.

Пристрої формування канальних сигналів обмежують швидкість передачі в процесі формування групового канального сигналу з безлічі ТТЛ сигналів шляхом їх послідовної передачі в єдиному LVDS каналі.

Технологія енергозберегання забезпечує збереження енергії за кількома напрямками. Потужність розсіюється навантаженням (100 Ом) становить менше 1,2 мВт. Для порівняння, RS-422 передавач забезпечує 3В на навантаженні 100 Ом, що становить 90 мВт споживання - це в 75 разів більше ніж LVDS. Мікросхеми LVDS виготовляються по КМОП технології, завдяки чому мають мале статичне споживання.

Окрім малої потужності, що розсіюється на навантаженні і статичного споживаного струму, LVDS має менше споживання і завдяки струмового режиму роботи схеми передавача. Ця схема сильно пригнічує складові струму споживання залежать від частоти перемикання передавача.



Рис. 4.8.Конфігурація точка-точка приймача і передавача

Найбільш часто LVDS передавач і приймач використовуються в конфігурації точка точка, як показано на рисунку 4.8. Однак можливі й інші топологіі- конфігурації.



Рис. 4.9. Топологія двобічної передачі сигналу через виту пару.

Одночасно дані можуть передаватися тільки в одному напрямку. Необхідність в двох термінаторах послаблює сигнали (і запас по диференціальним шумів), тому дана конфігурація може застосовуватися в разі малих шумів і дальність передачі не перевищує 10 метрів.



Рис. 4.10. Багатоточкова конфігурація

Багатоточкова конфігурація об'єднує безліч приймачів з одним передавачем. Дана конфігурація зустрічається в системах розподілу інформації, а так само в системах з великою кількістю близько розташованих приймачів.

Треба відзначити що LVDS технологія забезпечує найвищу якість сигналів в конфігурації точка-точка, заради якої і створювалася. Але в цілому LVDS має безліч переваг і може стати черговим важливим стандартом передачі даних зі швидкостями від постійного струму до сотень мегабіт в секунду, на невеликі відстані до десятків метрів.

У цій ролі LVDS значно перевищує можливості 20 Кбіт \ с - 30 Мбіт \ с найбільш поширених інтерфейсів RS-422, RS-232 і RS-485.

Економічність - забезпечення економію фінансів за кількома напрямками:

• LVDS рішення виготовляються за недорогою КМОП технології.

• Висока продуктивність досяжна при використанні дешевих кабелів, з'єднувачів.

• LVDS вимагає дуже малої потужності живлення, що знижує кількість джерел живлення і охолоджувальних пристроїв.

• LVDS є джерелом вельми малих шумів і слабо схильна до впливу зовнішніх шумів, в тому числі і електромагнітного характеру.

• LVDS приймачі відносно дешеві і можуть бути легко вбудовані в цифрові мікросхеми забезпечуючи високий рівень інтеграції.

• Оскільки LVDS здатна передавати інформацію значно швидше ТТЛ / КМОП, то безліч ТТЛ/КМОП сигналів може бути об'єднано чи мультиплексировано в один LVDS канал, що виключає необхідність витрат на додаткові плати, кабелі та з'єднувачі.

Достовірно відомо, що в багатьох застосуваннях вартість додаткових мікросхем LVDS значно нижче вартості замінних ними плат, кабелів і з'єднувачів. Крім того, відсутність додаткових механічних деталей спрощує і здешевлює виріб в цілому.

Застосування LVDS

Висока продуктивність і малі потужність / шум / вартість LVDS розширюють межі її застосування замість традиційних технологій.

Нижче наведені такі приклади:

• Персональні комп'ютери: Flat панелі, шини моніторів, з'єднання SCI процесорів, шини принтерів, цифрові копіри, системні кластери, шини мультимедіа периферії.

• Передача даних: трансляція, адресна, мультиплекс, хаби.

• Споживчі системи: відео шини, телевізори, ігрові дисплеї і т.д.

Одним з найважливіших застосуванням LVDS є сімейство мікросхем, які перетворять 21, 28 або 48 біт ТТЛ даних в 3, 4 або 8 LVDS каналів даних плюс тактовий сигнал. Ці пристрої забезпечують формування високошвидкісного потоку даних (до 5.4 Гбіт \ с) і використовуються в супер швидкодіючих мережевих серверах або маршрутизаторах, або скрізь де потрібні дешеві, швидкісні шини даних. Ці формувачі потоків LVDS всюди дозволяють економити витрати на систему за рахунок економії кабелів, з'єднувачів, фізичних розмірів.

Шини LVDS є розвитком сімейства дискретних лінійних LVDS приймачів / передавачів. Вони спеціально розроблені для багатоточкових застосувань, і узгоджені з обох кінців ліній передачі. Такі формувачі можуть використовуватися в потужних зв'язкових панелях де ефективний імпеданс ліній може відрізнятися від 100 Ом в сторону менших опорів. З цієї причини передавачі можуть навантажувати на навантаження до 30 ... 50 Ом. Вихідний струм передавача становить величину 10 мА для забезпечення необхідного перепаду напруги на такому навантаженні. В даному сімействі мікросхем доступні так само приймач і повторювачі. Виготовляється так само сімейство10-бітних формувачив цифрових LVDS потоків, які підтримують функцію додавання і вилучення тактового сигналу з цифрового потоку. Деякі демультіплексери цифрового потоку вперше в промисловості реалізують функцію випадкового ключа даних.

Демультіплексери функціонують безпосередньо від потоку і не вимагають фазового автопідстроювання частоти. Безліч спеціальних виробів проектуються з використанням технології LVDS.

Такі мікросхеми забезпечують додаткову функціональність у порівнянні зі звичайними виробами. Наприклад, виготовляється спеціальний тактуючий трансивер з 6 КМОП виходами, анонсований лінійний багатоточковий перемикач.

Вироби LVDS технології змінюють уявлення про швидкостях, потужності, шуму, і цін в області високопродуктивної передачі цифрової інформації. Тому, LVDS не тільки покращує існуючі досягнення але і відкривають нові перспективи в розвитку цифрової техніки.

Як LVDS модуля був передавач фірми: Chrontel Ch7018. Особливості даного передавача:

• Підтримує два режими роботи Одноканальний і двоканальний (кожен канал по 12 біт)

• У двоканальному режимі підтримує швидкість аж до 330 Мпікселей / сек. , Коли два порти введення працюють разом.

• Максимально видається напруга 1600x1200 пікселів.

• Має 18 і 24 бітні виходи.

• програмування управління живленням.

Вивчивши документацію на даний LVDS передавач, створивши бібліотеку компонентів, можна приступати до розробки електричної принципової схемою LVDS, за допомогою програми Altium Designer і вбудованого додаток Schematic.

Електрична принципова схема LVDS приведена на рисунку 4.11.



Рис. 4.11. Електрична принципова схема відеоінтерфейсу LVDS

**4.6 Інтерфейс пам'яті DDR2 SDRAM**

SDRAM - синхронна динамічна пам'ять з довільним доступом і подвоєною швидкістю передачі даних.

Пам'ять DDR2 SDRAM є більш швидкодіючу версію стандартної пам'яті DDR SDRAM - велика пропускна здатність досягається за рахунок використання диференціальних пар сигнальних контактів, що забезпечують поліпшену передачу сигналів і усунення проблем з сигнальними шумами / інтерференцією. Передбачалося, що DDR2 забезпечить збільшення швидкості передачі даних у чотири рази, проте фінальні зразки надають лише подвоєну швидкість передачі, а модифікований метод передачі сигналів дозволяє досягти більш високої продуктивності. Максимальна частота пам'яті DDR досягає 533 МГц, в той час як робоча частота модулів пам'яті DDR2 починається з 400 МГц і досягає 800 МГц і вище.

Розроблюваний АРМ матиме 4 модуля пам'яті DDR2 SDRAM фірми: Micron MT47H64M8CF-3 -F обсяг кожного модуля становить 512 Мбайт.

Вивчивши всю документацію для розробки електричної принципової схеми інтерфейсу модуля пам'яті і, створивши бібліотеку компонентів, також переходимо до роботи в Altium Designer 10. Електрична принципова схема оперативної пам'яті DDR2 SDRAM приведена на рисунку 4.12

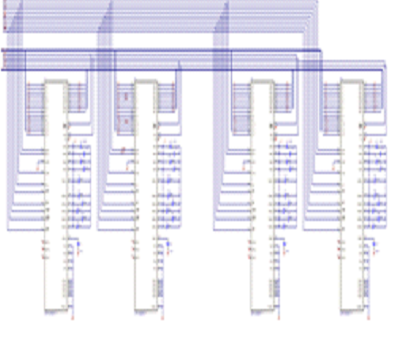


Рис. 4.12. Електрична принципова схема інтерфейсу пам'яті DDR2.

Інтерфейс пам'яті NAND FLASH

Nand Flash- вид незалежної пам'яті призначений для зберігання даних. Завдяки компактності, дешевизні, механічної міцності, великому обсягу, швидкості роботи і низькому енергоспоживанню флеш-пам'ять широко використовується в цифрових портативних пристроях і носіях інформації.

У АРМі, що розробляється, буде використовуватися незалежна пам'ять Nand Flash MT29F2G08ABD фірми: Micron. Обсяг даної моделі становить 2 Гбіт, що дозволяє записати на даний модуль функціональне ПО і операційні системи: Windows CE, Linux, Android.

Електрична принципова схема Nand Flash приведена на рисунку 4.13.



Рис. 4.13. Електрична принципова схема енергонезалежної пам'яті Nand Flash

**4.7 Трасування друкованої плати**

Трасування друкованої плати - розробка топології електричних з'єднань між посадочними місцями електронних компонентів, що встановлюються на друковану плату. Види трасування:

1. Ручна. Людина самостійно за допомогою певних САПР наносить рисунок провідників на креслення плати.

2. Автоматична. Програма самостійно прокладає провідники використовуючи обмеження, накладені розробником. Розробник контролює результат На даний момент всі сучасні системи проектування мають складні та ефективні системи автоматичного трасування.

3. Інтерактивна. Людина вказує роботу послідовність дій в складних ділянках трасування, контролюючи покроково результат, а програма робить чорнову роботу по нанесенню рисунку ланцюга і контролю правил трасування. Інтерактивне трасування друкованих плат може використовуватися як для повністю ручного трасування, так і для доробок друкованої плати після автоматичного трасування.

Трасування буде проводитися в ручну, як і створення електричної в системі автоматизованого проектування Altium Designer 10, в додатку PCB.

У зв'язку з тим, що в даній друкованій платі використовується відеоінтерфейс LVDS виникає ряд особливостей при трасуванні.

Особливості трасування диференціальної пари:

1. Провідники пари повинні бути підібрані по довжині з точністю 0,635 мм. Більш точне значення не грає особливої ролі, але може бути зменшено при передачі сигналів з великою швидкістю.

2. Відстань між різними сигналами має бути не менше 0,508 мм. Це відстань між одним з провідників диференціальної пари і провідником, по якому передається іншій сигнал. Необхідно збільшувати відстань між двома диференціальними парам настільки, наскільки можливо.

3. Провідники тактового сигналу і груповго сигналу даних повинні бути підібрані по довжині з точністю 6,35 мм. Більш точне значення також не грає особливої ролі і залежить від швидкості передачі.

4. Провідники позитивного і негативного сигналу повинні бути не тільки узгоджені по довжині, але і повинні бути розташовані максимально симетрично.

Також в даній друкованій платі використовується BGA корпуса, які значно ускладнюють трасування друкованої плати. У зв'язку з тим, що відстань між контактами в корпусах BGA вкрай мала, необхідно збільшувати кількість сигнальних шарів в проектованій друкованій платі, зменшувати ширину провідників і діаметр перехідних отворів в області посадкового місця.

На рисунку 4.14. показаний процес трасування проектованої друкованої плати в системі автоматизованого проектування Altium Designer 10:



Рис. 4.14. Трасування друкованої плати.

Таблиця 4.1 Основні характеристики розроблюваної друкованої плати

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування характеристики | Значення |
| Розміри друкованої плати, мм | 100 х 100 |
| Ширина провідників, мм | 0.2 |
| Діаметр перехідних отворів, мм | 0.3 |
| Діаметр монтажних отворів, мм | 4 |
| Мінімально допустимий зазор, мм | 0.2 |
| технологія монтажу | поверхневий |

**5. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИЛАДУ**

Розробка конструкції АРМу буде проводитися в системі автоматизованого проектування Solidworks. Перед тим як перейти до роботи з програмою необхідно вибрати метод конструювання приладу.

**5.1 Метод конструювання приладу**

Для розроблювального АРМу буде використовуватися функціонально-вузловий метод. Суть цього методу полягає в тому, що конструкція, яка розробляється, розчленовується на функціонально закінчені вузли, які можуть бути окремо сконструйовані, виготовлені, налаштовані і випробувані до об'єднання їх в загальній конструкції. Функціонально-вузловий метод дозволяє: звести до мінімуму число зовнішніх (міжвузлових) з'єднань; вести паралельне проектування виробів і, за рахунок цього, значно виграти в часі розробки, в зв'язку з цим підвищується надійність і полегшується ремонтопридатність приладу.

**5.2 Конструкція автоматизованого робочого місця**

Згідно ТЗ габарити приладу не повинні перевищувати наступні показники: 520х400х500 мм (ШхГхВ).

У верхній частині приладу розташований відеомонітор з кнопками управління а нижній панелі обрамлення для настроювання параметрів зображення.

За матрицею відеомонітора перебуває мікропроцесорна плата і плата харчування. Закріплені плати кріпляться до так званим "вікнам" знаходяться на задній кришці монітора. Даний прийом був використаний для зручності в експлуатації і з метою підвищення ремонтопридатності автоматизованого робочого місця. Також на задній кришці знаходиться роз'єми живлення і Ethernet.



Рис. 5.1. Розташування мікропроцесорної плати і плати живлення, що знаходяться за матрицею



Рис. 5.2. Зображення задньої кришки монітора.

Під відеомонітором розташовуються органи управління: клавітура і трекболл.



Рис. 5.3. Панель керування

За допомогою куточків панель управління кріпиться до корпусу відеомонітора.

Для того щоб збільшити стійкість конструкції до впливів вібрацій, а також ударних і лінійних навантажень необхідно використовувати амортизатори. Дія амортизаторів заснована на поглинанні частини коливальної енергії. В даному АРМі амортизатори будуть кріпитися зсередини до задньої кришки відеомонітора.



Рис. 5.4. Зображення корпусу монітора з амортизаторами

Повна конструкція автоматизованого робочого місця надана на рисунку 5.5.



Рис. 5.5. 3d модель конструкції розроблюваного АРМу

Розроблена модель Автоматизованого робочого місця повністю задовольняє ТЗ.

Панель управління, також як і корпус монітора будуть виконані з матеріалу: АМг5.

**6. МАКЕТУВАННЯ**

**6.1 Оцінка продуктивності Ethernet**

Продуктивність даного інтерфейсу характеризує його пропускна здатність. Пропускна здатність: найбільша швидкість передачі інформації в мережевому каналі.

Для оцінки продуктивності мережевого інтерфейсу Ethernet використовувалося макетування. До складу якого входив: Персональний комп'ютер і плата Sam9m10-g45-ek на базі ядра Arm9, попередньо на якій було встановлено системне забезпечення Linux. Ядро даної плати аналогічно ядру АРМа, який розробляється, з'єднані між собою крученою парою (Ethernet, rj45).

Оцінка продуктивності полягала в проведенні ряду тестів, в яких здійснювалася передача пакетів різного об'єму з персонального комп'ютера по кручений парі на мережевий інтерфейс плати налагодження.

Таблиця 6.1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №Тесту | Обсяг одного пакету,кб | Кількість відправлених пакетів | Кількість отриманих пакетів | Середній час прийому-передачі,мс | Максимальний час прийому-передачі, мс | Максимальне навантаження процессору |
| 1 | 1 | 200 | 200 | 0.1 | 0.1 | 1 |
| 2 | 10 | 200 | 200 | 2 | 2 | 1 |
| 3 | 15 | 200 | 199 | 2 | 3 | 2 |
| 4 | 20 | 200 | 200 | 3 | 4 | 4 |
| 5 | 25 | 200 | 199 | 4 | 5 | 4 |
| 6 | 30 | 200 | 200 | 6 | 6 | 4 |
| 7 | 35 | 200 | 199 | 6 | 6 | 5 |
| 8 | 40 | 200 | 200 | 7 | 7 | 5 |
| 9 | 45 | 200 | 200 | 8 | 8 | 5 |
| 10 | 50 | 200 | 200 | 9 | 9 | 6 |
| 11 | 55 | 200 | 199 | 10 | 10 | 6 |
| 12 | 60 | 200 | 200 | 11 | 11 | 8 |
| 13 | 65 | 200 | 199 | 12 | 12 | 9 |

З проведених тестів видно, що при передачі інформації між платою налагодження і ЕОМ відбувалася втрата пакетів. Однак дана втрата становила менше 1%, що допустимо і не суттєво. Втрати при обміні по Ethernet є нормальним подією і усуваються на апаратному рівні.

Знаючи обсяг і середній час прийом-передачі можна обчислити пропускну здатність даного інтерфейсу за формулою:

 (6.1)

Для кожного проведеного тесту. Підрахуємо пропускну здатність і занесемо дані в таблицю 6.2 .:

Таблица № 6.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №Тесту | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| мб/c | 10 | 5 | 7,5 | 6,6 | 6,25 | 5 | 5,8 | 5,7 | 5,6 | 5,5 | 5,5 | 5,4 | 5,3 |

По закінченню тестів спостерігається залежність пропускної здатності від обсягу переданих пакетів.

Побудуємо графік залежності Максимальної завантаження процесора від різного об'єму переданих пакетів:

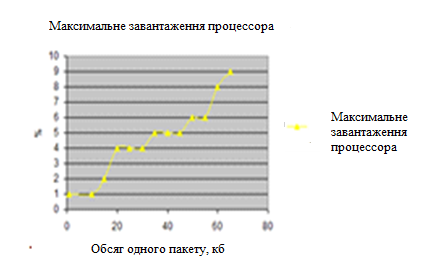


Рис. 6.1. Графік залежності завантаження процесору від обсягу одного переданого пакета.

Підводячи підсумок проведеним тестам можна сказати, що даний інтерфейс володіє необхідною пропускною спроможністю для виконання ТТХ. Також варто відзначити, що продуктивність процесора при середньому обсязі переданої інформації досить для виконання основних функціональних завдань.

**6.2 Оцінка продуктивності відео підсистеми**

Для оцінки продуктивності відеопідсистеми використовувався послідовне виведення графічної інформації у вигляді стандартного потокового відео. Швидкість виведення вимірювалася за допомогою вбудованих програмних засобів Linux. Даний показник склав 30 кадрів / сек при вирішенні 480х272 пікселів.

Також була розроблена програма, що забезпечує виведення відеоінформації без участі операційної системи.

Для оцінки продуктивності відеопідсистеми буде використовувати програма, яка представляє собою передачу графічного файлу з Персонального комп'ютера на LCD дисплей плати налаштування Sam9m10-g45-ek . Програмування ведеться ведеться в середовищі розробки додатків для архітектури ARM на мові C. Розробляється програма полягає в передачі графічного файлу з ЕОМ в оперативну пам'ять мікроконтролера і виведення даного файлу на LCD дисплей плати налаштування.

Основні принципи програми:

Програма виводить на екран, попередньо записані в оперативну пам'ять графічні дані. Дані являють собою стандартний графічний файл у форматі BMP.

З допомогу спеціальної підпрограми формат BMP декодується в формат для безпосередньої передачі на екран LCD.

Для початку вказується адреса оперативної пам'яті, куди буде переданий графічний файл з персонального комп'ютера на плату налаштування. Далі вказується дозвіл LCD дисплея 480 х 272. Після цього встановлюється аналогічний дозвіл переданого графічного файлу. Наступним кроком йде координата точки, з якої даний графічний файл почне "накладатися" на LCD дисплей. Даний графічний файл копіюється в буфер і передається на LCD дисплей плати налаштування, починаючи з координати (0,0) результат, якої можна спостерігати на рисунку 6.2.



Рис. 6.2. Плата налаштування Sam9m10-g45-ek

**7. розрахунок надійності**

Надійностю називається властивість об'єкта, системи, виробу, пристрою або їх частин виконувати задані функції, зберігати в часі значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам та умовам експлуатації, технічного обслуговування, зберігання і транспортування.

Розрахунок надійності грунтується на наступних допущення:

- всі елементи працюють в нормальних умовах;

- інтенсивність відмов всіх елементів не залежить від часу (терміну служби);

- відмови елементів є подіями випадковими і незалежними;

- всі елементи працюють одночасно;

- відмова будь-якого елемента призводить до відмови всієї системи.

**7.1 Основні показники надійності**

Основними якісними показниками надійності є ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов і середній наробіток до відмови. Імовірність безвідмовної роботи P(t) являє собою ймовірність того, що в межах зазначеного періоду часу t, відмова об'єкта не виникне. Цей показник визначається відношення числа елементів об'єкта, безвідмовно пропрацювали до моменту часу t до загальної кількості елементів об'єкта, працездатних в початковий момент.

Інтенсивність відмов λ(t) - це число відмов n(t) елементів об'єкта в одиницю часу, віднесений до середнього числа елементів Nt об'єкта, працездатних до моменту часу Dt:

 (7.1)

де Dt - заданий відрізок часу.

**7.2 Вихідні дані**

Розглянутий прилад відноситься до групи апаратури 2.1 (апаратура надводних кораблів), групі виконання апаратури 2.1.1 (апаратура, що встановлюється в спеціальних приміщеннях, рубках, центральних постах управління і житлових приміщеннях).

Робоча температура навколишнього повітря + 25єС.

Імовірність безвідмовної роботи приладу АРМ, згідно ТЗ ймовірність безвідмовної роботи повинна бути не менше 0,99 за час роботи t = 1000 год. Під ймовірністю безвідмовної роботи розуміється ймовірність того, що в межах заданої напрацювання відмова об'єкта не виникне.

Структурна схема надійності приладу АРМ являє собою послідовно з'єднані пристрої. Критерієм відмови блоку є вихід з ладу будь-якого ЕРВ.

Всі дані по надійності елементів взяті з довідника «Надійність електровиробів».

**7.3 Методика розрахунку**

Метою цього розрахунку є оцінка показників надійності приладу АРМ.

Для забезпечення високої надійності в процесі розробки використана елементна база, яка задовольняє вимоги умов експлуатації.

При оцінці показників надійності блоку використані наступні розрахункові співвідношення:

експлуатаційна інтенсивність відмов ЕРВ:

 (7.2)

Де  - вихідна інтенсивність відмов типу Ері, приведена до умов:

електричне навантаження, що дорівнює номінальному;

температура навколишнього середовища t = 25оС;

Кр - коефіцієнт режиму, що враховує зміну в залежності від електричного навантаження і температури навколишнього середовища;

Ке - коефіцієнт експлуатації, що враховує у скільки разів умови експлуатації розробляється апаратури жорсткіше, ніж апаратури групи 1.1.

Все вище зазначені показники наведені в довіднику по надійності.

інтенсивність відмов пристрою:

 (7.3)

де i - експлуатаційна інтенсивність відмов i-го елемента; - кількість елементів i-го типу, що входять в пристрій.

середнє напрацювання на відмову блоку в цілому:

 (7.4)

Де yj - сумарна інтенсивність відмов j - го пристрою; n - число пристроїв в блоці.

Ймовірність безвідмовної роботи за час безперервної роботи = 1000 год:

 (7.5)

**7.4 Приклад розрахунку надійності**

Розрахунок надійності на прикладі приладу АРМ наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1. Оцінка надійності осередку АРМ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Найменування | Кіл-ть | Вихідна інт-ть відмов, 10-61/ч. | К-ть режиму Кр | К-ть експл. Кэ | Сум. інт-ть відмов, 10-61/ч.. |
| 1 | Чіп резистор 0.125 Вт 0805 5% 10 кОм | 17 | 0,069 | 0,65 | 3 | 2,28735 |
| 2 | Чіп резистор 0.125Вт 0805 5% 1.5 кОм | 1 | 0,069 | 0,65 | 3 | 0,13455 |
| 3 | Чіп резистор 0.125Вт 0805 5% 1 кОм | 8 | 0,069 | 0,65 | 3 | 1,074 |
| 4 | Чіп резистор 0.125Вт 0805 5% 470 Ом | 3 | 0,069 | 0,65 | 3 | 0,40365 |
| 5 | Чіп резистор 0.125Вт 0805 5% 49.9 Ом | 4 | 0,069 | 0,65 | 3 | 0,5382 |
| 6 | Чіп резистор 0.125Вт 0805 5% 470 кОм | 2 | 0,069 | 0,65 | 3 | 0,2691 |
| 7 | Кер. чіп конденсатор 0805 5% 100 пФ | 2 | 0,029 | 0,149 | 3 | 0,025926 |
| 8 | Кер. чіп конденсатор 0805 5% 100 мкФ | 18 | 0,029 | 0,149 | 3 | 0,2333 |
| 9 | Кер. чіп конденсатор 0805 5% 0.1 мкФ | 54 | 0,029 | 0,149 | 3 | 0,7 |
| 10 | Кер. чіп конденсатор 0805 5% 22 пФ | 4 | 0,029 | 0,149 | 3 | 0,051852 |
| 11 | Кер. чіп конденсатор 0805 20% 33 мкФ | 2 | 0,155 | 0,265 | 4 | 0,3286 |
| 12 | Кер. чіп конденсатор 0805 10% 10 мкФ | 4 | 0,155 | 0,265 | 4 | 0,6572 |
| 13 | Чіп индуктивності 0805 20% 10 мкГн | 8 | 0,049 | 0,1930 | 4 | 0,075656 |
| 14 | Діод 2Д522Б | 3 | 0,012 | 0,3189 | 5 | 0,019134 |
| 15 | Модуль живлення CC10-1205SF-E | 1 | 0,06 | 0,45 | 3 | 0,081 |
| 16 | Модуль живлення CC10-1203SF-E | 1 | 0,06 | 0,45 | 3 | 0,081 |
| 17 | Модуль живлення KWS10-12 | 1 | 0,07 | 0,40 | 3 | 0,084 |
| 19 | Мікроконтроллер At91sam9m10 | 1 | 0,05 | 0,368 | 3 | 0,0552 |
| 20 | Мікроконтроллер DM9161AEP | 1 | 0,05 | 0,468 | 3 | 0,0702 |
| 21 | Модуль оперативної пам'яті MT47H64M8CF-3 -F DDR2 512мб | 4 | 0,05 | 0,264 | 2,5 | 0,132 |
| 22 | Модуль енергонезалежної пам'яті MT29F2G08ABDHC:D NandFlash 2 Гбит | 1 | 0,05 | 0,32 | 3 | 0,048 |
| 23 | LVDS модуль CH7019 | 1 | 0,053 | 0,233 | 2,5 | 0,030872 |

=7,3807910-6 1/ч

В результаті розрахунку отримані наступні параметри надійності для даної комірки:

Середнє напрацювання на відмову



Імовірність безвідмовної роботи за час роботи t = 1000 год



Проведений розрахунок показників надійності АРМ показав відповідність заданим вимогам надійності.

**8. Організаційно-економічна частина**

**8.1 Організація і планування робіт**

Опис і призначення виробу

Прилад призначений для використання в якості робочих місць операторів обробки і відображення інформації в зенітно-ракетних, навігаційних та інформаційних комплексах надводних кораблів, наземних радіоелектронних системах, рухомих сухопутних засобах, а також в якості самостійного обчислювального комплексу прийому і обробки інформації.

Дана розробка викликана зменшенням масогабаритних показників, появою нової, сучасної елементної бази. А також економічною вигодою по відношенню до аналогу.

Етапи розробки:

1. Технічне завдання (ТЗ);

2. Технічні пропозиції (ТП);

3. Ескізно-технічний проект

4. Розробка структурної схеми;

5. Вивчення і вибір ЕРВ;

6. Розробка Е3, ПЕ3;

7. моделювання;

8. макетування;

9. Метрологічне забезпечення;

10. Проектування Е3, ПЕ3;

11. Випуск Е3, ПЕ3 на МНД;

12. Попередня розводка друкованої плати;

13. Випуск ТЗК;

14. Випуск комплекту карт правильності застосування ЕРЕ;

15. Випуск ТУ;

16. Випуск ТО;

17. Розробка РКД;

18. виготовлення виробу

За наявними даними послідовності виконання робіт, складемо стрічковий графік:



Рис. 8.1. Послідовність виконання робіт

Етапи і трудомісткість проведення ДКР представлені в Таблиці 8.1.

Таблица 8.1 Етапи і трудомісткість проведення ДКР.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Этапи | | Виконавець | Чисельність | Тривалість роботи, днів | Трудомісткість, люд/дні |
| 1 | Технічне завдання | | Нач. лабораторії | 1 | 5 | 5 |
| 2 | Технічні пропозиції | | пров. інженер | 1 | 14 | 14 |
| 3.1 | Розробка структурної схеми | | пров. інженер | 1 | 18 | 18 |
| 3.2 | Вивчення і вибір ЕРВ | | Інженер I кат, технік | 2 | 5 | 10 |
| 3.3 | Розробка Е3, ПЕ3 | | Інженер I кат, Інженер II кат. | 2 | 27 | 54 |
| 3.4 | Моделювання | | Інженер I кат, технік | 2 | 4 | 8 |
| 3.5 | Макетування | | Інженер II кат, технік | 2 | 5 | 10 |
| 3.6 | Метрологічне забезпечення | | Інженер II кат | 1 | 7 | 7 |
| 3.7 | Коригування Е3, ПЕ3 після макетування | | Інженер II кат, технік | 2 | 8 | 16 |
| 3.8 | Випуск Е3, ПЕ3 на МНД | | Інженер II кат, технік | 1 | 6 | 6 |
| 3.9 | Попередня розводка друкованої плати | | Інженер II кат, технік | 12 | 2 | 24 |
| 3.10 | Випуск ТЗК | | Інженер II кат | 10 | 1 | 10 |
| 3.11 | Випуск комплекту карт правильності застосування ЕРЕ | | Інженер I кат. | 11 | 1 | 11 |
| 3.12 | Випуск ТУ | | Інженер I кат, технік | 20 | 2 | 40 |
| 3.13 | Випуск ТО | | Інженер I кат. | 9 | 1 | 9 |
| 3.14 | Розробка РКД | | Інженер конструктор I кат. | 10 | 1 | 10 |
| 4 | Виготовлення виробу | | Нач. лабораторії. | 10 | 1 | 10 |
| Разом: | | 276 люд/дни | | | | | |

**8.2 Кошторис витрат на розробку. Договірна ціна роботи**

Витрати на матеріали і покупні вироби наведені в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 Витрати на матеріали і покупні вироби

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Мікроконтроллер Atmel: At91sam9m10 | 1 | 840,89 | 840,89 |
| 2 | Чіп резистор 0.125 Вт 0805 5% 10 кОм | 17 | 14 | 238 |
| 3 | Чіп резистор 0.125Вт 0805 5% 1.5 кОм | 1 | 12 | 12 |
| 4 | Чіп резистор 0.125Вт 0805 5% 1 кОм | 8 | 14 | 112 |
| 5 | Чіп резистор 0.125Вт 0805 5% 470 Ом | 3 | 12 | 36 |
| 6 | Чіп резистор 0.125Вт 0805 5% 49.9 Ом | 4 | 12 | 48 |
| 7 | Чіп резистор 0.125Вт 0805 5% 470 кОм | 2 | 12 | 24 |
| 8 | Кер. чіп конденсатор 0805 5% 100 пФ | 2 | 12 | 24 |
| 9 | Кер. чіп конденсатор 0805 5% 100 мкФ | 18 | 14 | 252 |
| 10 | Кер. чіп конденсатор 0805 5% 0.1 мкФ | 54 | 16 | 864 |
| 11 | Кер. чіп конденсатор 0805 5% 22 пФ | 4 | 18 | 72 |
| 12 | Кер. чіп конденсатор 0805 20% 33 мкФ | 2 | 51 | 102 |
| 13 | Кер. чіп конденсатор 0805 10% 10 мкФ | 4 | 29 | 116 |
| 14 | Індуктивність 0805 20% 10 мкГн | 8 | 18 | 114 |
| 15 | Оперативна пам'ять Micron: MT47H64M8CF-3 -F DDR2 512мб | 4 | 594 | 2376 |
| 16 | Енергонезалежна пам'ять Micron: MT29F2G08ABDHC:D NandFlash 2 GBIT | 1 | 386 | 386 |
| 17 | Мікроконтроллер Davicom: DM9161AEP | 1 | 102.3 | 102.3 |
| 18 | Lvds Трансміттер Chrontel: 7019 | 1 | 687 | 687 |
| 19 | Роз'єм: Db9 вилка 9 pin | 2 | 71 | 142 |
| 20 | Роз'єм: Ethernet 100 BASE-T | 1 | 58 | 58 |
| 21 | Панель NEC 19'' lcd | 1 | 28308.5 | 28308.5 |
| 22 | Промислова клавіатура: Sl 81 OEM-USB-CYR | 1 | 17467 | 17467 |
| 23 | Трекбол x 50 мм, Usb | 1 | 6013 | 6013 |
| 24 | Штіфти ГОСТ 3128-70 8Гх30 | 1 | 20 | 0 |
| 25 | Винт ГОСТ 17473-80 М 6 полукруглая головка | 4 | 15 | 60 |
| 26 | Винт ГОСТ 17473-80 М 12 напівкругла головка | 2 | 19 | 38 |
| 27 | Винты ГОСТ 17475-80 М 4 с потайною головкою | 8 | 14 | 112 |
| 28 | Винты ГОСТ 17475-80 М 5 с потайною головкою | 8 | 14 | 112 |
| 29 | Винты ГОСТ 17475-80 М 6 с потайною головкою | 4 | 14 | 56 |
|  | Разом: |  |  | 30362 |

Транспортні витрати складають - 18,5% від роздрібної ціни:



Загальні витрати за статтею:



Канцтовари:

Таблиця 8.3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Найменування | Кіл-сть шт. | Вартість од. виробу | Разом, грн. |
|  | Канц. вироби |  |  |  |
| 1 | Cd диск | 5 | 24 | 120 |
| 2 | Канцелярське приладдя | - | - | 500 |
| 3 | Картридж для лазерного принтеру | 1 | 1 | 1500 |
| 4 | Лист формату А1 | 15 | 20 | 300 |
| 5 | Лист формату А4 | 400 | 0.25 | 100 |
|  | РАЗОМ: |  |  | 2520 |

Транспортні витрати складають - 18,5% від роздрібної ціни:

М''=0,185 × 2520 =466,2 грн.

Загальні витрати за статтею:

М = М'+M'' = 2986,2 грн.

Спеціальне обладнання

Все спеціальне обладнання є в наявності підприємства.

Основна заробітна плата виконавців наведена в Таблиця 8.4.

Таблиця 8.4.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Етапи | Виконавець | Трудомісткість люд/дні | Оклад грн. | Оплата за 1 день | Оплата за етап (грн.) |
| 1 | Технічне завдання | Нач. лабораторії | 5 | 35000 | 1591 | 7955 |
| 2 | Технічні пропозиції | пров.інженер. | 14 | 30000 | 1364 | 19096 |
| 3.1 | Розробка структурної схеми | пров. інженер | 18 | 30000 | 1364 | 24552 |
| 3.2 | Вивчення і вибір ЕРВ | Інженер I кат, технік | 5 5 | 27000 18000 | 1227 818 | 6135 4090 |
| 3.3 | Розробка Е3, ПЕ3 | Інженер I кат, Інженер II кат | 27 27 | 27000 23000 | 1227 1045 | 33129 28215 |
| 3.4 | Моделювання | Інженер I кат, технік | 4 4 | 27000 18000 | 1227 818 | 4908 3272 |
| 3.5 | Макетування | Інженер II кат, технік | 5 5 | 23000 18000 | 1045 818 | 5225 4090 |
| 3.6 | Метрологі чне забезпечення | Інженер II кат | 7 | 23000 | 1045 | 7315 |
| 3.7 | Коригування Е3, ПЕ3 після макетування | Інженер II кат, технік | 8 8 | 23000 18000 | 1045 818 | 8360 6544 |
| 3.8 | Випуск Е3, ПЕ3 на МНД | Інженер II кат, технік | 6 6 | 23000 18000 | 1045 818 | 6270 4908 |
| 3.9 | Попередня розводка друкованої плати | Інженер II кат, технік | 12 12 | 23000 18000 | 1045 818 | 12540 9816 |
| 3.10 | випуск ТЗК | Інженер II кат | 10 | 23000 | 1045 | 10450 |
| 3.11 | Випуск комплекту карт правильності застосування ЕРЕ | Інженер I кат. | 11 | 27000 | 1227 | 13497 |
| 3.12 | Випуск ТУ | Інженер I кат, техник | 20 20 | 27000 18000 | 1227 818 | 24540 16360 |
| 3.13 | Випуск ТО | Інженер I кат. | 9 | 27000 | 1227 | 11043 |
| 3.14 | Розробка РКД | Інженер конструктор I кат. | 10 | 25000 | 1136 | 11360 |
| 4 | Підготовка і здача АРМ | Нач. лабораторії. | 10 | 35000 | 1591 | 15910 |
| РАЗОМ, грн: | | | | | | 299580 |

Додаткова заробітна плата наукового і виробничого персоналу.

Витрати за цією статтею становлять 30% від основної заробітної плати:

Зд = 0,3 × = 89874 грн.

Де  - місячний оклад, який береться в якості місячної заробітної плати.

Відрахування до соціальних фондів

Відрахування до соціальних фондів складає 26,3% від суми основної та додаткової заробітної плати:

Сн =0,263 × (+д.) =0,263 × (299580 + 89874) = 102426 грн.

Фот =+д.

Накладні витрати

Накладні витрати складають 300% від основної заробітної плати:

Н= 3 × = 3 × 299580 =898740 грн.

Інші витрати

Розрахунок вартості години роботи ЕОМ:

 грн/год

де  - вартість години роботи ЕОМ.

 - вартість ЕОМ.

 - число годин служби ЕОМ.

Розрахунок витрат на електроенергію



де  - сумарні витрати на електроенергію,

 - споживана ЕОМ потужність.

 - сумарний час роботи ЕОМ.

Розрахунок сумарної вартості машинного часу з урахуванням витрат на електроенергію.

Отримані дані зводимо в таблицю 8.5.

Таблиця 8.5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Найменування статей витрат | Вартість (грн) |
| 1 | Канцтовари | 2986,2 |
| 2 | Покупні комплектуючі вироби | 35978,97 |
| 3 | Основна заробітна плата наукового персоналу | 299580 |
| 4 | Додаткова заробітна плата персоналу | 89874 |
| 5 | Оплата робіт, виконуваних сторонніми організаціями та підприємствами | - |
| 6 | Спеціальне обладнання для наукових (експериментальних) робіт | - |
| 7 | Відрахування до соціальних фондів | 102426 |
| 8 | Витрати на наукові та виробничі відрядження | - |
| 9 | Накладні витрати | 898740 |
| 10 | Інші витрати | 6115,2 |
| 11 | РАЗОМ витрати на проект: | 1435700 |
| 12 | ПДВ | - |
| 13 | норматив прибутку | - |
| 14 | Договірна ціна | 1866410 |

Договірна ціна включає в себе вартість розробки, і норматив прибутку (норматив прибутку становить 30% від вартості розробки).

Ц= 1435700 + 430710 =1866410 грн.

**8.3 Техніко-економічне обґрунтування доцільності виконання проекту**

Для аналізу техніко-економічне обґрунтування доцільності необхідно провести порівняння розроблюваного виробу з його аналогом, розробленим раніше.

Визначимо доцільність впровадження у виробництво нової розробки, підрахувавши економічний ефект.

В результаті виконання організаційно-економічної частини магістерської роботи було доведено, що впровадження у виробництво нової розробки АРМ більш економічного в порівнянні з базовим варіантом.

Порівняльні показники за базовим і новим варіантам представлені в таблиці 8.6.

Таблиця 8.6.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | «зразок» бали | Аналог бали | Економія, грн. |
| 1. Надійність | 8 | 7 | 30000 |
| 2. Швидкодія | 7 | 8 | 170000 |
| 3. Ефективність | 8 | 7 | 20000 |
| 4. Безвідмовність | 9 | 8 | 10000 |
| 5. Безпека | 8 | 8 | - |
| 6. Можливість модернізації | 9 | 9 | - |

В результаті порівняння нової розробки і базового варіанту виявляється ряд істотних переваг на користь нової розробки. Підвищується надійність, швидкодія, точність нової розробки АРМа.

У зв'язку з постійним оновленням елементної бази, а також появою нових швидкодіючих мікросхем з меншою споживаної потужністю електроенергії виникає можливість модернізації. Надійність даного зразка вище завдяки більш простої реалізації. Однак, швидкодія поступається, продуктивності аналога. Так як ефективність АРМ представляє з себе сумарний показник рівня реалізації вироби, віднесеного до витрат на створення і експлуатацію системи, отже можна стверджувати, що даний АРМ має високу ефективність. Безвідмовність даного виробу випливає з надійності, в зв'язку з тим, що згадувалося вище, можна зробити висновок, що показник безвідмовності АРМ, що розробляється, високий. Безпека даного виробу також висока, у зв'язку з тим, що при виготовленні даного приладу дотримувалися всі санітарні норми і правила розробки. Швидкодія нижче, ніж у існуючих АРМів. Однак у зв'язку з тим, що в ЗРК і радіотехнічних системах АРМ виконує в основному термінальні функції, така швидкодія як у існуючих АРМів зайва і не раціональна.

**8.4 Використання програмно-апаратних засобів**

У сучасному процесі розробки і виробництва апаратури одну з найважливіших ролей відіграють всілякі комп'ютерні програми і системи автоматизованого проектування. За рахунок їхнього ефективного застосування вдається істотно скоротити час розробки пристрою. А ефективне застосування залежить не тільки від кваліфікації інженера і сучасності програмного продукту, але і від апаратних засобів і потужностей підприємства.

Крім стандартного пакета MS Office при розробці АРМа застосовувалася програма Altium Designer.

Система Altium Designer дозволяє виконувати наступні проектні операції:

- створення графічних зображень компонентів принципової схеми і їх фізичних образів;

- графічний введення креслення принципової електричної схеми та креслення друкованої плати проектованого пристрою;

- одне і двостороннє розміщення різно-габаритних елементів з полярними і штирові висновками на поле друкованої плати в інтерактивному і автоматичному режимах;

- ручну і автоматичну трасування друкованих провідників довільної ширини в інтерактивному режимі (число шарів 1 ... 20);

- розміщення міжшарових переходів;

- автоматизований контроль результатів проектування ДП на відповідність принциповій електричній схемі і технологічним обмеженням;

- автоматичну корекцію електричної принципової схеми за результатами розміщення на друкованій платі;

- випуск конструкторської документації та технологічної інформації на проектовану друковану плату.

Також застосовувалася ще одна система автоматизованого проектування Solidworks 2011. SolidWorks - система автоматизованого проектування, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів будь-якої складності і призначення. Вона являє собою інструментальну середу, призначену для автоматизації проектування складних виробів в машинобудуванні і в інших областях промисловості. Являється системою гібридного (твердотільного і поверхневого) параметричного моделювання, вона призначена для проектування деталей і зборок в тривимірному просторі (3-D проектування), а також для оформлення конструкторської документації.

Для мікроконтролера застосовувалася середовище розробки додатків для архітектури ARM (IAR) на мові C ++. Програма SAM-BA для прошивки міроконтроллера.

Для розробки АРМа використовувався потужний двоядерний комп'ютер. Також в розробці використовувалася отладочная плата Sam9m10-g45-ek b, програматор фірми Atmel.

Висновки по економічній частині:

Бізнес-план - спеціальний інструмент менеджменту, який використовується в сучасній ринковій економіці незалежно від масштабів, сфери діяльності та форми підприємництва. Успіх і в звичайній ринковій торгівлі, і у виході фірми з новим продуктом на ринок неможливий без повного і чіткого уявлення про перспективи проведеного справи, без розробки надійних попередніх орієнтирів і реального плану дій. Бізнес-план дозволяє окреслити коло проблем, з якими зіткнеться підприємець при реалізації своїх цілей в мінливому, невизначеному, конкурентному господарському середовищі, сформувати і забезпечити шляхи вирішення цих проблем. Даний бізнес-план присвячено розробці автоматизованого робочого місця оператора обробки інформації радіотехнічних систем.

В результаті проведеної роботи вироблено техніко-економічне обґрунтування розробки, наведено стрічковий графік, за яким визначено час виготовлення виробу (протягом 140 днів). Розрахована ціна розробки (1435700 грн.), Розглянута економічна ефективність ОКР в порівнянні з базовим варіантом. У зв'язку з використанням АРМ на основі мікроконтролера, ми значно знижуємо масогабаритні показники, немає необхідності переплачувати за конструктив системного блоку, виграш в модернізації приладу, підвищення надійності, в зв'язку з більш простою реалізацією схем. Хоча є невеликий програш у швидкодії в порівнянні з аналогом, але для більшості робіт по обробці інформації настільки висока продуктивність зайва.

**9. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

**9.1 Вимоги до персональних електронно-обчислювальних машин (ПЕОМ)**

Дизайн ПЕОМ повинен передбачати фарбування корпусу в спокійні м'які тони з дифузним розсіюванням світла. Корпус ПЕОМ, клавіатура та інші блоки і пристрої ПЕОМ повинні мати матову поверхню з коефіцієнтом відображення 0,4 ... 0,6 і не мати блискучих деталей, здатних створювати відблиски. Конструкція ВДТ повинна передбачати регулювання яскравості і контрастності. Гранично допустимі значення візуальних параметрів ВДТ, контрольовані на робочих місцях, представлені в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1. Допустимі візуальні параметри пристроїв відображення інформації.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Параметри | Допустимі значення |
| 1 | Яскравість білого поля | Не менш 35 кд/кв.м |
| 2 | Нерівномірність яскравості робочого поля | Не більш +-20% |
| 3 | Контрастність (для монохромного режиму | Не менш 3:1 |
| 4 | Тимчасова нестабільність зображення (ненавмисне зміна в часі яскравості зображення на екрані дисплею) | Не повинна фиксуватися |
| 5 | Просторова нестабільність зображення (ненавмисні зміни положення фрагментів зображення на екрані) | Не більш 2 х 10(-4L), де L - проектна відстань спостереження, мм |

Для дисплеїв на ЕЛТ частота оновлення зображення повинна бути не менше 75 Гц при всіх режимах дозволу екрану, гарантованих нормативною документацією на конкретний тип дисплея і не менше 60 Гц для дисплеїв на пласких дискретних екранах (рідкокристалічних, плазмових і т.п.).

**9.2 Вимоги до висвітлення на робочих місцях, обладнаних ПЕОМ**

Також значну роль на навантаження зору оператора впливає освітлення на робочих місцях обладнаних ПЕОМ.

Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна бути 300 ... 500 лк. Освітлення не повинно створювати відблисків на поверхні екрану. Освітленість поверхні екрану не повинна бути більше 300 лк. Слід обмежувати прямі бліки від джерел освітлення, при цьому яскравість поверхонь, що світяться (вікна, світильники тощо.), що знаходяться в полі зору, повинна бути не більше 200 кд / м2. Як джерела світла при штучному освітленні слід застосовувати переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ і компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ). При влаштуванні відбитого освітлення у виробничих та адміністративно - громадських приміщеннях допускається застосування металогалогенних ламп. У світильниках місцевого освітлення допускається застосування ламп розжарювання, в тому числі галогенних.

**9.3 Технічні вимоги до відеодісплейних терміналів**

- Лінійність - при виведенні на екран матриці зображення елементів, що утворюють її стовпці і рядки, повинні бути збудовані за прямими і неперервними лініями; в іншому випадку зображення втрачає чіткість. Максимальне відхилення від прямої не повинно становити більше 1% на половину активного екрану (по ширині або по висоті).

- Ортогональность - геометрично правильна побудова перпендикулярних ліній. Порушення перпендикулярності горизонтальних і вертикальних ліній призводить до появи характерного явища "подушки". Середнє відхилення по висоті і ширині не повинно бути не більше 0, 02, а по діагоналі 0,03.

- Рівень яскравості - кількість проектованого світла. Яскравість може визначатися як для однієї точки випромінювача світла, так і для якоїсь частини освітлюваної поверхні. Для оцінки яскравості екрана в цілому, а також окремого символу береться друга методика. Сенс цієї вимоги полягає в забезпеченні достатньої яскравості екрана (з урахуванням розсіяного освітлення), при якому користувачеві не довелося б напружувати очі для того, щоб зрозуміти, що ж на екрані відображається. Необхідне значення параметра - не менше 100 канделл на квадратний метр, а рекомендований - 125.

- Рівномірність освітлення - забезпечення однакового рівня яскравості екрану на всі активній зоні. Цей параметр обчислюють як відношення максимальної яскравості в розглянутій зоні до мінімальної. Для проведення оцінки рівномірності освітленості в якості активної зони береться вся робоча площа монітора. Сильна неоднорідність може призвести до помилкового сприйняття інформації, що виводиться на екран. Стандарт приписує цьому параметру не виходити за рамки співвідношення 1,5: 1 і навіть рекомендує більш вузький діапазон - 1,25: 1.

- Контрастність екрану - достатня контрастність між окремими екранним символом і його оточенням. Ясно, що символ, що не відрізняється за яскравістю від фону, вкрай важко прочитати. Обчислюється цей параметр за формулами контрастної модуляції; допустиме значення має становити не менше 0,5, а рекомендоване 0,7.

- Рівень відображення - умовний коефіцієнт між фактичною яскравістю корпусу і стандартною яскравістю для білого кольору. Тут же враховується ступінь віддзеркалення від скла монітора, що обчислюється в глоссах.

-. Рівномірність кольору - візуальна характеристика, що описує, наскільки однорідно виглядає дисплей при 100% - ой заливці його білим кольором. При спотворенні колірних характеристик монітор не можна використовувати. Стандарт допускає відносний зсув за шкалами RGB не більше ніж на 0,01, а рекомендує 0,005.

Показники стабільності зображення описують, наскільки монітора вдається зберігати статичне зображення незмінним. Саме в цей розділ внесені вимоги до швидкості вертикальної розгортки і робочому дозволу:

- 14 ", 15": 800x600

- 17 ": 1024x768

- 19 ", 21": 1280x1024

Численними дослідженнями вітчизняних і зарубіжних фахівців доведено, що найважливішою умовою безпеки людини перед екраном є правильний вибір візуальних параметрів дисплея і світлотехнічних умов робочого місця.

Робота з дисплеями, і це доведено однозначно, при неправильному виборі яскравості і освітленості екрана, контрастності знаків, кольорів знака і фону, при наявності відблисків на екрані, тремтінні і мерехтінні зображення - призводить до зорового стомлення, головних болів, до значної фізіологічного і психічного навантажень, до погіршення зору. У таблиці 9.2 показано зв'язок між порушеннями здоров'я і потенційними несприятливими ергономічними і емісійними факторами, що мають відношення до роботи моніторів.

Таблиця 9.2

|  |  |
| --- | --- |
| несприятливі чинники | Захворювання очей та зорові порушення |
| мерехтіння зображення | + |
| яскраве видиме світло | + |
| відблиски і відбите світло | + |
| Уф випромінювання | + |

**9.4 Дослідження**

В даному дослідженні проводилися тести в умовах наближених до текстового редактора, суть полягала в тому, що за певний час оператору необхідно було за допомогою миші і клавіш Delete і Backspace видалити з тексту спеціально задані символи. По ходу тестів колір шрифтів і фону змінювалися, також змінювалися шрифти і їх розмір. На малюнку 9.1 продемонстрована 3d Модель АРМа, зроблена в Solidworks 2011. На екрані зображена програма дослідження



Рис. 9.1. Інтерфейс користувача.

Таблиця 9.3. Тести різних поєднань кольорів фону і тексту



Коефіцієнт точності виконання завдання розраховується за формулою Г. М. Уіппла:

. (9.1)

Коефіцієнт працездатності розраховується за формулою:

 (9.2)



Рис. 9.2. Коефіцієнт К таблиці 9.2.

З побудованого графіка коефіцієнта точності, можна стверджувати, що найбільш підходящі поєднаннями кольору шрифту і фону є: темно-зелений на білому, білий на чорному, білий на темно-зеленому. Менш же придатними поєднаннями є: жовтий на темно-зеленому, блакитний на чорному.

Таблиця 9.4. Тести з перешкодою.



У виконаних тестах з перешкодою, де розглядається тести 11 і 16 (тести з найбільшим і найменшим коефіцієнтом точності відповідно) з попередньої таблиці можна зробити висновок, що при наявності перешкоди і більш дрібному розмірі шрифту, працездатність і точність оператора помітно знижується, а напруга очей помітно зростає.

Таблиця 9.5. Тести з різними кеглями



У тестах 27 ... 30 проводився експеримент з різними кеглями. За результатами даних тестів видно, що розмір кегль сильно впливає як на точність, так і на працездатність оператора. При більш дрібному розмірі, помилки допускають набагато більше, ніж при більшому.

Таблиця 9.6. Тести з різними шрифтами



За підсумками проведених тестів 31 ... 38, де змінювався тип шрифтів, можна стверджувати, що при використанні шрифтів без зарубок (Times New Roman і Arial), коефіцієнт працездатності і точності оператора був гірше, ніж при використанні моноширинного шрифту (Courier), особливо яскраво це проявляється при менш схожим поєднанні кольору фону і шрифту. Однак при більш сприятливому поєднанні кольорів, шрифти без зарубок (Serif, Comic Sans) показують високий коефіцієнт точності і працездатності.



Рис. 9.3. Розподіл екстремумів

З графіка видно, що найбільш прийнятними поєднаннями кольорів фону і тексту є білий на чорному при шрифті Courier, Comic Sans або Serif. А найменш прийнятними: жовтий на темно-зеленому, а також жовтий на темно - зеленому при шрифті Times New Roman.



Рис. 9.4. Коефіцієнт точності До тестів 31 ... 34.



Рис. 9.5. Коефіцієнт точності До тестів 35 ... 38.

Як видно з графіків 9.4. і 9.5., шрифти, з якими було найбільш зручно працювати - це Courier і Comic Sans, незалежно від кегля (в тестах розглядалися 10 і 12 кегля.

По закінченню тестів було виявлено, що найбільш підходящі для комфортної роботи оператора характеристики тексту є ахроматичні поєднання тексту і фону. Розмір шрифту повинен бути не менше 10 кегля. Найбільш прийнятний шрифтом є моноширинного шрифту, однак шрифти без зарубок теж підходять, але необхідно, щоб букви були досить відокремлені один від одного.

При використанні дуже контрастних кольорів, шрифтів з маленькими кеглями і маленькою відстанню між літерами, коефіцієнт працездатності і точності різко знижується, також навантаження на зір різко зростає і очі дуже швидко перевтомлюються.

**висновки**

Дана магістерська робота присвячена розробці автоматизованого робочого місця оператора обробки інформації радіотехнічних систем.

У дипломному проекті розроблено структурну схему АРМу і описаний принцип її роботи. Була підібрана сучасна елементна база. Розроблена електрична принципова схема, конструкція даного приладу.

В роботі наведені розрахунки надійності. Було проведено макетування за допомогою якого, проводилася оцінка продуктивності мережевого інтерфейсу Ethernet і відеоінтерфейсу.

В організаційно-економічної частини проекту вироблено техніко-економічне обґрунтування розробки, наведено календарний графік тривалості робіт, за яким визначено час виготовлення виробу. Визначено витрата і договірна ціна розробки, а так же економічна доцільність.

У розділі "Безпека і Екологічність проекту" була проведена оцінка навантаження на зір оператора з використанням тестів по оцінки працездатності і точності розрізнення тексту.

Проведена робота підтвердила можливість використання запропонованого варіанту побудови приладу АРМ. Досягнуто високих масогабаритні показники, надійність і широкі можливості по модернізації і забезпечення життєвого циклу вироби в цілому.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1) Новожилов О.П. Основы микропроцессорной техники. Т. I. - М.: ИП Радиософт, 2007. - 416 с.

2) Микушин А.В. Занимательно о микроконтроллерах. СПб. : БХВ-

Петербург, 2006. - 432 с.

3) Предко М. Руководство по микроконтроллерам. Т. I. - М.: Постмаркет, 2001. - 416 с.

4) Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. - СПб.: Издательский дом "Питер", 2002. - 528 с.

5) Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: Принципы,

технологии, протоколы. - СПб. : Издательский дом "Питер", 2001. - 672 с.

6) Краткий справочник конструктора радиоэлектронной аппаратуры / Р.Х. Бальян, Н.А. Барханов, А.В. Борисов и др.; Под ред. Р. Г. Варламова. - М.: Советское радио, 1982, - 856 с.

7) Пудовкин А.П., Малков Н.А., Кольтюков Н.А. Конструирование РЭС: Учеб. пособие. - Тамбов: ТГТУ, 2007. - 88 с.

8) Ионов Ю.Г., Трипольский П.Э., Штыков А.В. Оформление пояснительных записок дипломных проектов и работ. Методические указания. - М.: МИРЭА, 2007. - 24 с.

9) СанПиН 2.2.2/2.4.1340 - 03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы"

10) ГОСТ Р 50948 - 2001 "Средства отображения информации индивидуального пользовании".

11) ГОСТ Р 52324 - 2005 " Эргономические требования к работе с визуальными дисплеями, основанными на плоских панелях. Часть 2. Эргономические требования к дисплеям с плоскими панелями "

12) Монаков В.К., Сотский В.А. Лабораторный практикум по безопасности жизнедеятельности. МИРЭА 2005 г., 46 с.

13) Венников А.Г, Качалов Б.Н , Савко В.А. «Цифровые методы сбора и обработки информации»

14) Нуль И.А., Фатеев А.Е «Выполнение организационно-экономической части дипломного проекта»

15) Г.М. Батищев, М.В. Забродина, Р.Р.«Экономика предприятия и основы предпринимательства»

16) В.Д. Камаев «Учебник по основам экономической теории » М. «Владос» 1994г.

17) Сабунин А.Е. - Altium Designer. Новые решения в проектировании М. 2009г. - 432с.

18) Дударева Н., Загайко С.- Solidworks Практическое руководство М.2011г. - 448с.