

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

Група: 4КС-55

Дипломний проект

здобувача освіти денної форми навчання

КС.55.11.000.ДП

***КОРОЛЬОВА
ЄВГЕНІЯ ОЛЕГОВИЧА***

**м. Одеса
2022 р.**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: **123 «Комп'ютерна інженерія»**

Освітня програма: **«Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»**

Група: **4КС-55**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи) на тему:

Розробка бездротового аудіо-модуля з функцією звукового адаптеру для USB

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 63 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 13 аркушах (слайдах).

Дипломник _____ (Корольов Є.О.)

Керівник _____ (Кіреєв І.А.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Копайгородська Т.Г.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

з дотримання вимог ЄСКД _____ (Петрашова В.І.)

старший консультант _____ (Скорнякова О.В.)

До захисту допущений

Голова циклової комісії _____ (Скорнякова О.В.)

Завідувач відділення _____ (Суліма Ю.Ю.)

Захист « » _____ 2022 р. Протокол ДКК № _____

Оцінка ДКК _____

Секретар ДКК _____

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та Ш
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма «Обслуговування комп'ютерних систем і мереж»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НВР _____
Беркань І.В.
“ ” 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу)

Здобувачеві (здобувачці) освіти Корольову Євгенію Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) _____
Розробка бездротового аудіо-модуля з функцією звукового адаптеру для USB

затверджена наказом по коледжу від “ ” 202 р. № _____

2. Термін здачі закінченого проекту (роботи) _____

3. Вихідні данні до проекту (роботи) Кількість аудіо-виходів – 1; Кількість аудіо-каналів виходу – 2 (стерео); Розрядність ЦАП на виході – 16 біт; Кількість керуючих клавiш для плеєра – 4; Тип дисплея плеєру – РКІ (LCD); Роздільна здатність дисплея плеєру – не менше 64*32; Обсяг вбудованої пам'яті плеєру – не менше 1 Гбайт; Підтримка інтерфейсу USB – не нижче вер.1.1; Кількість входів USB – 1; Підтримка Bluetooth – не нижче вер.1.1; Передбачити вбудовану підтримку формату стиснення цифрового звуку MP3

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)
Вибір мікроконтролера для бездротового аудіо-модуля; Вибір базових компонентів бездротового аудіо-модуля; Розробка структурної схеми бездротового аудіо-модуля; Розробка функціональної схеми бездротового аудіо-модуля; Розробка принципової електричної схеми бездротового аудіо-модуля; Розробка програмного забезпечення бездротового аудіо-модуля; Можливості розширення функціональності пристрою

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)
Структурна схема аудіо-пристрою; Внутрішня структурна схема МК; Функціональна схема аудіо-пристрою; Підключення стерео-кодека F2M03MLA; Підключення регулятора напруги; 8-розрядне з'єднання МК з NAND-Flash; Підключення кварцового резонатора до МК; PLL-фільтр для МК; Принципова електрична схема аудіопристрою; Завантажувальна послідовність для МК; Блок-схема алгоритму керуючої програми для МК

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Технологічний розділ	Кіреєв І.А.		
2. Екон. частина	Копайгородська Т.Г.		
3. Охорона праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник Кіреєв І.А. _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1.	Постановка задачі проектування. Робота над вступом	5.05.2022	
2.	Аналітичний огляд аудіо-пристроїв	7.05.2022	
3.	Аналіз області застосування пристрою	9.05.2022	
4.	Вибір мікроконтролера та базових компонентів пристрою	11.05.2022	
5.	Розробка структурної схеми пристрою	13.05.2022	
6.	Розробка функціональної схеми пристрою	16.05.2022	
7.	Вибір і обґрунтування елементної бази пристрою	18.05.2022	
8.	Вивчення команд мікроконтролера для аудіо-пристрою	20.05.2022	
9.	Розробка принципової електричної схеми пристрою	23.05.2022	
10.	Створення алгоритмічного забезпечення пристрою	27.05.2022	
11.	Розробка програмного забезпечення пристрою	29.05.2022	
12.	Перевірка роботи програмного забезпечення пристрою	30.05.2022	
13.	Техніко-економічне обґрунтування розробки	3.06.2022	
14.	Розробка заходів техніки безпеки при роботі з пристроєм	6.06.2022	
15.	Підготовка графічної частини проекту та презентації	8.06.2022	
16.	Підготовка до захисту та складання доповіді	10.06.2022	

Дипломник _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Технологічний розділ.....	7
1.1. Вибір мікроконтролера для бездротового аудіо-модуля	7
1.2. Вибір базових компонентів бездротового аудіо-модуля	11
1.3. Розробка структурної схеми бездротового аудіо-модуля.....	17
1.4. Розробка функціональної схеми бездротового аудіо-модуля	20
1.4.1. Огляд функціональних можливостей мікроконтролера пристрою	20
1.4.2. Огляд функціональних можливостей модуля F2M03MLA.....	24
1.4.3. Функціональна схема бездротового аудіо-модуля.....	24
1.5. Розробка принципової електричної схеми бездротового аудіо-модуля.....	27
1.5.1. Розрахунок схеми підключення резонатора до AT91SAM7SE.....	27
1.5.2. Розрахунок схеми підключення живлення і USB-входу до AT91SAM7SE.....	28
1.5.3. Розрахунок схеми підключення живлення до F2M03MLA.....	29
1.5.4. Підключення мікрофона до F2M03MLA.....	30
1.5.5. Розрахунок схем з'єднання AT91SAM7SE з базовими компонентами	30
1.5.6. Можливості апаратної модернізації бездротового аудіо-модуля.....	36
1.6. Розробка програмного забезпечення бездротового аудіо-модуля.....	36
1.6.1. Огляд засобів розробки програмного забезпечення пристрою.....	37
1.6.2. Розробка блок-схеми алгоритму керувачої програми.....	39
1.6.3. Розробка шаблону драйвера бездротового аудіо-модуля.....	43
1.7. Можливості розширення функціональності пристрою	45
2 Економічна частина	47
3 Охорона праці.....	52
Висновки.....	57
Перелік використаних джерел.....	58
ДОДАТОК А. Фрагмент коду програми на мові C++ для драйверу бездротового аудіо-модулю	59

					КС 55.11.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата		5

ВСТУП

Ринок споживчої електроніки постійно росте і розвивається в міру появи і розвитку нових технологій, інтерфейсів і стандартів. Зараз практично всі портативні пристрої з можливістю сполучення з персональним комп'ютером підтримують інтерфейс USB. Ця шина від початку була задумана як єдиний універсальний інтерфейс. Споживачі отримали дійсно зручний і функціональний інтерфейс.

На сьогоднішній день основна тенденція розвитку ринку споживчої електроніки – прагнення зробити пристрій мобільним. Прикладом цього є поява мобільних телефонів, комп'ютерів і принтерів. Виробники мобільної техніки постійно випускають нові пристрої, розробляють нові технології або покращують існуючі. Мобільність має на увазі маленькі розміри і вагу, і можливість роботи в автономному режимі.

Однією з тенденцій розвитку ринку портативних плеєрів є підтримка бездротового інтерфейсу Bluetooth. Бездротовий інтерфейс Bluetooth дозволяє різним пристроям, які підтримують даний інтерфейс, – ноутбукам, смартфонам, принтерам і бездротовим гарнітурам – автоматично зв'язуватися з досить близько розташованими собі подібними пристроями для обміну інформацією.

Метою даного дипломного проекту є розробка бездротового аудіо-модуля з функцією звукового адаптеру для USB, який буде поєднувати в собі можливості сучасного MP3-плеєра з підтримкою Bluetooth і звукової USB-карти. Пристрій повинен мати широкі апаратні можливості, які згодом при модифікації програмної частини, мають дати споживачеві нові можливості.

При підключенні до комп'ютера пристрій в залежності від налаштувань, що зберігаються в незалежній пам'яті, має визначитися як звукова карта або флеш-диск і виконувати відповідні функції, а окрім того отримувати живлення від порту USB. Наявність дисплея, стерео- аудіо-виходу і вбудованої пам'яті разом з підтримкою USB і Bluetooth і можливість перепрограмування обумовлюють широкі можливості використання пристрою і роблять його привабливим для споживача.

					КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх
						б
Зм	Арх	№ докум	Підр	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вибір мікроконтролеру для бездротового аудіо-модуля

Керувачий мікроконтролер створюваного бездротового аудіо-модуля повинен забезпечувати всю функціональність пристрою або мати можливість з'єднання з іншими мікросхемами, що забезпечують ту функціональність, яку він не може забезпечити сам.

Для забезпечення з'єднання з USB можна скористатися двома можливостями.

Можна підібрати такий керувачий мікроконтролер, який підтримує інтерфейс USB з можливістю програмного визначення режиму роботи пристрою.

Інший підхід передбачає підбір такої мікросхеми сполучення з USB, яка також забезпечувала б з'єднання з керувачим мікроконтролером. Однак цей підхід не раціональний в силу декількох причин:

- при використанні двох мікросхем замість однієї, можуть виникнути як апаратні, так і програмні труднощі;
- витрати у вартості буде мінімальні, тому що мікроконтролери з підтримкою USB вже впроваджені в масове виробництво і доступні в різних цінових варіантах;
- загальна площа, яку на друкованій платі будуть займати дві мікросхеми, буде більшою площею займаною однією мікросхемою, тому що на сьогоднішній день практично всі мікроконтролери як з підтримкою USB, так і без, відрізняються малими розмірами.

Розглянемо мікросхеми, що забезпечують з'єднання з USB-портом і мікроконтролери з підтримкою USB і високою продуктивністю.

Компанія FTDI (Future Technology Devices International) спеціалізується на виробництві мікросхем сполучення мікропроцесорних пристроїв з USB. Мікросхеми такого роду доцільно використовувати, якщо керувачий мікроконтролер не має власних засобів сполучення з USB. Однокристальні мікросхеми FT232AM і FT232EM представляють собою асинхронний

					КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата		?

підключення зовнішньої пам'яті, а також потрібно буде використувати цифро-аналоговий перетворювач – або VS1001, або UAC3575B; можливість використання модуля F2M03MLA в даному випадку недоцільна, тому що відбудеться дублювання можливостей; інший варіант – вибрати мікроконтролер AT91SAM7SE, що підтримує і USB і NAND Flash, і Bluetooth-мультимедіа модуль F2M03MLA, з'єднання з яким можна організувати по інтерфейсу SPI або UART [4].

У першому варіанті отримаємо наступні характеристики пристрою: USB 1.1, Bluetooth 1.1, аудіо-вхід і аудіо-вихід.

Другий варіант пристрою має такі характеристики: USB 2.0, Bluetooth 2.0, аудіо-вхід, аудіо-вихід.

Очевидна перевага другого варіанту, на ньому і зупинимо вибір. Таким чином, в якості процесора пристрою обраний мікроконтролер AT91SAM7SE, який з'єднується з готовим Bluetooth-мультимедіа модулем за яким-небудь доступним інтерфейсом.

1.2 Вибір базових компонентів бездротового аудіо-модуля

Використання AT91SAM7SE і F2M03MLA, забезпечує підтримку USB, Bluetooth і пам'яті, а також надає можливість декодування MP3 файлів і перетворення цифрового сигналу в аналоговий для використання пристрою в якості звукової карти.

Для досягнення максимально можливої функціональності розробляваного пристрою розглянемо обрані компоненти докладніше і на основі їх можливостей підберемо базові компоненти пристрою.

Мікроконтролери сімейства AT91SAM7SE побудовані на RISC – архітектурі і є лідерами щодо продуктивності / споживання. Є вбудована швидкофлеш-пам'ять об'ємом 32, 256 або 512 кбайт і інтерфейс для підключення зовнішньої пам'яті. З цього інтерфейсу можна підключити 2 мікросхеми CompactFlash-пам'яті або 1 мікросхему NAND Flash-пам'яті. Для розробляваного

					КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Зм	Арх	№ докум	Підр	Дата		11

пристрою підійде мікроконтролер AT91SAM7SE256, що має 256 кбайт внутрішньої флеш-пам'яті [4].

Максимальна частота становить 55 МГц, що забезпечує 0,9 MIPS / МГц. Підтримуються 16/32-бітові команди і 8/16/32-бітові дані. Мікроконтролер має 7 режимів роботи, 32-бітові регістри загальної призначення кількостю – 31 і 6 статусних регістрів [3].

Мікроконтролер має 2 USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transceiver) порти, 1 SPI (Serial Peripheral Interface) порт, 1 TWI (Two – Wire Interface) порт, 1 SSC (Serial Synchronous Controller) порт і 1 USB-порт. Крім цього є трьохканальний 16-бітний таймер, таймер реального часу і сторожовий таймер. 88 з 128 пинів мікроконтролера можна запрограмувати. Кожна лінія може бути або входом з підтягувачим резистором, або звичайним входом, або входом переривання.

SPI-порт може працювати з 4 послідовними пристроями, в тому числі і з LCD-дисплеєм і забезпечує швидкість до 1 Мбіт/сек. Вбудований контролер пам'яті також може працювати з LCD – дисплеєм [2].

USB-порт здатний забезпечити швидкість передачі до 12 Мбіт / сек і має 8 кінцевих точок.

Тепер розглянемо модуль F2M03MLA. Він підтримує інтерфейси SPI, UART і має 8 програмованих ліній, кожна з яких може використовувати вбудований pull-up і pull-down резистор. 4 аналогових аудіо лінії можна використовувати як вихід для навушників або мініатюрних динаміків, які підключаються до вбудованого підсилювача звукової частоти. Ще 4 аудіо лінії призначені для аудіовходу, причому до складу модуля входить підсилювач для мікрофона.

Крім цього, модуль підтримує кілька аудіо інтерфейсів – PCM, I2S і SPDIF.

Апаратно підтримуються чотири Bluetooth-профілі:

- headset;
- hands free;
- A2DP;

					КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Піпп	Дата		12

Також є можливість модифікації програмної частини модуля для розширення Bluetooth-можливостей. Завдяки вбудованій антені радіус дії Bluetooth може досягати 150 метрів [4].

Крім процесора пристрою і Bluetooth-аудіомодуля базовими компонентами пристрою є LCD-дисплей, пам'ять і живлення від USB-порту (5 В), а також для забезпечення автономної роботи пристрою.

Напруга живлення для AT91SAM7SE і F2M03MLA варіюється від 3.0 до 3.6 В, а номінальною вважається напруга 3.3 В.

Сьогодні на ринку аксесуарів для портативної електроніки доступні різні види акумуляторів, здатних забезпечити живлення розроблюваного пристрою. Акумулятори бувають:

- нікель-кадмієві (NiCd) – найдешевші;
- нікель-металгідридні (NiMH) – вимагають профілактичної повної розрядки хоча б раз на місяць;
- літій-іонні (Li-ion) – найбільш поширені; після року експлуатації спостерігається зменшення ємності акумулятора;
- літій-полімерні (Li-pol) – новинка на ринку акумуляторів, трохи дешевше, ніж Li-ion і витримують більше циклів зарядки-розрядки.

Характеристики різних акумуляторів від різних виробників наведені в табл. 1.1.

Також необхідно вирішити питання про підзарядку акумулятора. Зараз багато портативних автономних пристроїв, розрахованих на роботу з комп'ютером, заряджаються безпосередньо від USB. У розроблюваному пристрої також можна застосувати підзарядку акумулятора від USB-порту.

Виходячи з того, що розроблюваний пристрій живиться при підключенні до USB, то доцільно передбачити і можливість живлення від шини. Отже, потрібна мікросхема, яка може заряджати акумулятор від USB і грати роль DC/DC конвертера [3].

					КС 55.11 000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата		13

Таблиця 1.1. Порівняльні характеристики акумуляторів

Модель	Тип акумулятора	Виробник
A26 18	NiMH	Eric son
TrinnMars	NiMH	MITSUBISHI
NECDB 2000	NiMH	NEC
SGH- S100	Li-ion	Samsung
MPx200	Li-ion	Motorola
BAT-MO TZ3	Li-ion	Motorola
MPx220	Li-ion	Motorola
Zondex J-5	Li-ion	Sony
Zondex Z5	Li-ion	Sony
BOSCH909	Li-ion	BOSCH
A26 18	Li-ion	ORA Electronics

Найбільш поширені DC/DC конвертори компанії MAXIM. Сімейство конвертерів MAX639 забезпечує вихідну напругу 3 і 3.3 В при вхідній напрузі від 4 до 11.5 В. Конвертери MAX17хх здатні при вхідній напрузі 0.8-5 В забезпечувати 3.3 В на виході. Однак ці мікросхеми не годяться для підзарядки акумуляторів [6].

Мікросхема MAX1811 може бути використана для підзарядки однієї літій-іонної батареї або акумулятора. Вхідна напруга може подаватися безпосередньо від USB-порту, а вихідна напруга складає 3.3 В. Таким чином, дана мікросхема може бути використана для підзарядки акумулятора і для живлення пристроїв.

Пристрій повинен мати вбудовану пам'ять об'ємом 1Гбайт. Можна використовувати Compact Flash або NAND Flash пам'ять.

Як відомо, пам'ять типу NAND Flash має особливість, яка визначається технологією виробництва: наявність секторів з дефектними бітами, причому число таких секторів збільшується в процесі експлуатації мікросхеми. Таким чином, для коректної роботи необхідний механізм, керуваний процесом запису і перевіряючий цілісність записаних даних. Мікроконтролер AT91SAM7 SE має

					КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх.	№ докум.	Підр.	Дата		14

відображення графічної інформації), логіки дисплея (железня контролера) і підсилювання має становити не більше 3.6 В, щоб не довелося використовувати додаткових апаратних витрат. Дисплей також повинен бути компактний і зручний. Для пристрою цілком підійде прямокутний дисплей 128 на 64 точки або квадратний дисплей приблизно 80 на 80 точок.

Цим вимогам задовольняють графічні LCD-модулі фірми Sunlike з роздільною здатністю 128 на 64. Їх характеристики наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Характеристики графічних дисплеїв з роздільною здатністю 128 * 64 фірми Sunlike

Модель	Розмір модуля, мм	Розмір видимої області екрану, мм	Контролер
SG12864A	93 x 70 x 8.8 (12.7)	72.0 x 40.0	KS0107 або KS0108
SG12864C	78 x 70 x 8.8 (12.7)	72.0 x 40.0	KS0107 або KS0108
SG12864D	93 x 70 x 11.8	70.7 x 40.0	S6B0107
SG12864F	87 x 70 x 8.8 (12.7)	72.0 x 40.0	T6963C
SG12864G	78 x 70 x 8.8 (12.7)	70.7 x 40.0	T6963C
SG12864H	75 x 52.7 x 7.9 (10.0)	60.0 x 32.5	KS0107 або KS0108
SG12864I	78 x 70.0 x 10.5 (13.2)	62.0 x 44.0	S6B0107
SG12864J	78 x 70.0 x 10.5 (13.2)	62.0 x 44.0	T6963C
SG12864M	84.4 x 66.0 x 8.8 (12.7)	72.0 x 40.0	S6B0107
SG12864T	75.2 x 52.5 x 7.9 (9.2)	60.0 x 32.5	-
SH12864A	80.0 x 54.0 x 9.7	70.7 x 38.8	ST7565

Найбільш зручним з зазначених дисплеїв в силу своїх розмірів і наявності вбудованого контролера є модель SG12864H.

Виходячи з того, що модуль F2M03MLA здатний забезпечити вихід звуку на мініатюрні динаміки і має підсилювач для мікрофона, в розроблюваний пристрій доцільно додати можливість відтворення звуку і навушниками, і динаміками і можливість запису звуку і через мікрофон, і через аудіо-вхід.

					КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Пісн	Дата		16

Для пристрою підійде будь-який мікрофон з живленням не більше 3.6 В і компактними розмірами. Параметри конденсаторних і електретних мікрофонів, які можна без проблем придбати, наведені в табл. 1.3. З перерахованих мікрофонів для розроблюваного пристрою підходять дві моделі – НМО0603А і НМО0603В.

Таблиця 1.3. Конденсаторні і електретні мікрофони

Модель	Розміри, мм	Напруга, В	Тип мікрофону
ЕСМ-10А	6	4.5	конденсаторний
ЕСМ-10В	6	4.5	конденсаторний
ЕСМ-10С	6	4.5	конденсаторний
ЕСМ-10D	6	4.5	конденсаторний
ЕСМ-30А	10	4.5	конденсаторний
ЕСМ-30В	10	4.5	конденсаторний
ЕСМ-30С	10	4.5	конденсаторний
ЕСМ-60А	10	4.5	конденсаторний
НМО0603А	6	3	електретний
НМО0603В	6	3	електретний
НМО1001А	9.8	1.5	електретний

1.3 Розробка структурної схеми бездротового аудіо-модуля

Відповідно до технічного завдання і можливостей обраних мікроконтролера і базових компонентів пристрій повинен мати:

- USB-вхід;
- LCD-дисплей;
- 1 Гбайт вбудованої пам'яті;
- аудіо-вихід і 2 мініатюрних динаміка;
- мікросхему для зарядки акумулятора і сам акумулятор;
- керувачі клавіш.

Зм	Арх	№ докум	Пісн	Дата

КС 55.11 000.00 ДП ПЗ

Характеристики базових компонентів пристрою дозволяють також реалізувати мікрофон і аудіо-вхід.

Керувачий мікроконтролер повинен забезпечувати взаємодію всіх компонентів пристрою. По-перше, він забезпечує з'єднання з USB-портом. По-друге, управляє роботою модуля F2M03MLA, що відповідає за мультимедійні і Bluetooth-можливості пристрою. По-третє, забезпечує роботу з пам'яттю пристрою та видає дані для відображення на LCD-дисплей. Для управління роботою пристрою в автономному режимі призначені керувачі клавіші, сигнали яких повинні надходити до процесору пристрою.

Модуль F2M03MLA виводить звук або на дротяні навушники або на мініатюрні динаміки, або на бездротові навушники. Також він забезпечує запис звуку через аудіо-вхід або мікрофон.

Модуль представляє собою повністю закінчену схемотехнічну вируб, і його програмовані лінії вводу/виводу вже сконфігуровані для прийому деяких керувачих сигналів, таких як підвищення, зниження рівня звуку, стоп і відтворення. Отже, клавіші управління рівнем звуку можна підключити не до керувачого мікроконтролеру пристрою, а до модуля F2M03MLA. Це дозволить найбільш повно використувати можливості модуля і дасть деяку перевагу в швидкості виконання функцій управління рівнем звуку.

Живлення всіх перерахованих компонентів забезпечується через USB-вхід. Якщо ж пристрій використовується в автономному режимі, то живлення здійснюється акумулятором. Зарядка акумулятора здійснюється через USB-порт за допомогою спеціальної мікросхеми [7].

Таким чином, дані від USB-порту (комп'ютера) будуть надходити через USB-вхід пристрою керувачому мікроконтролеру, і далі через нього будуть подаватися на входи Bluetooth-аудіомодуля або вбудованої пам'яті. Аналогічно, дані будуть надходити USB-порту в зворотному напрямку через процесор пристрою. Отже, маємо таку структурну схему пристрою (рис. 1.1):

					КС 55.11 000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх.	№ докум.	Підр.	Дата		18

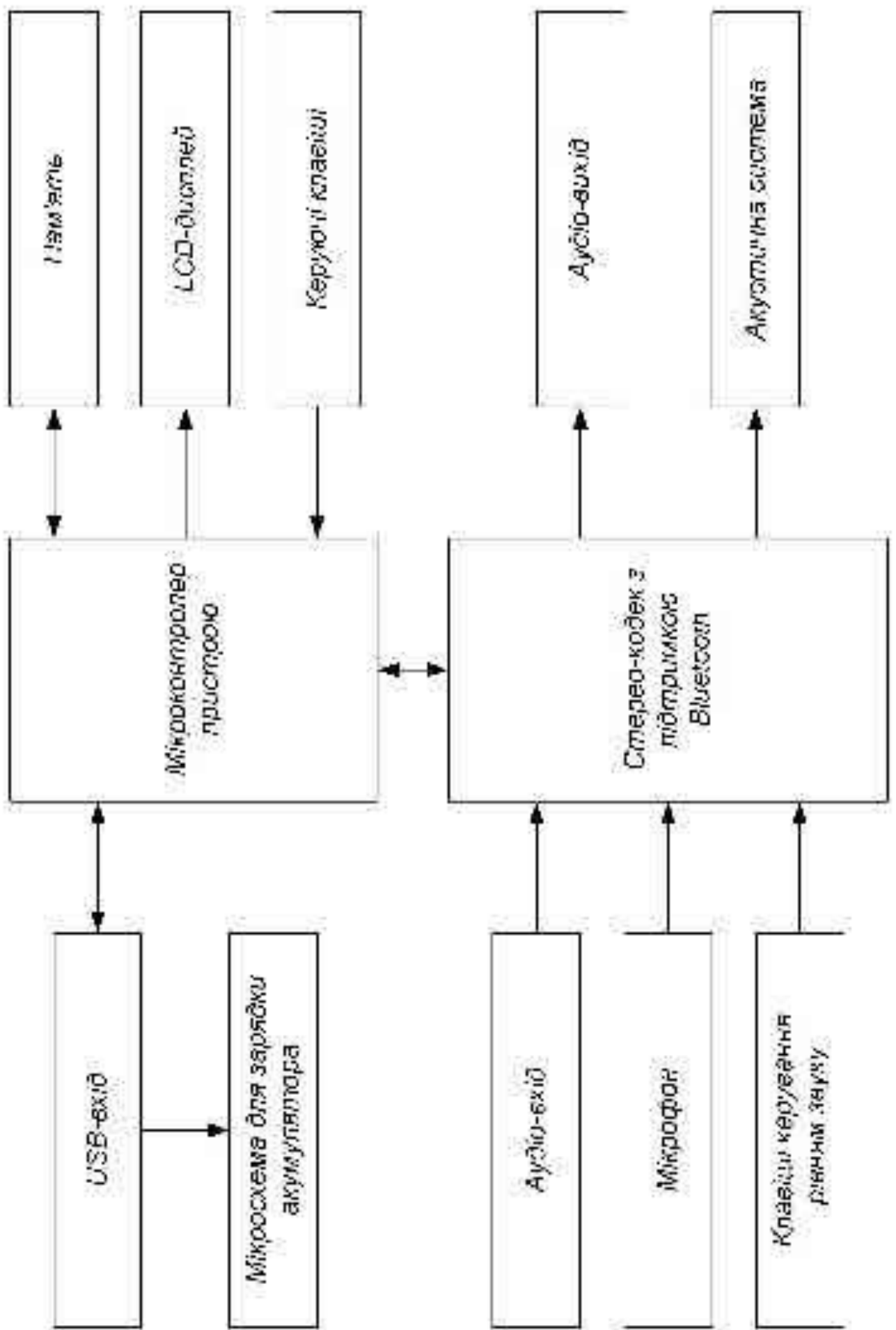


Рисунок 1.1. Структурна схема аудіо-пристрою

Зм	Арх	№ докум	Підр	Дата

КС 55.11 000.00 ДП ПЗ

1.4 Розробка функціональної схеми бездротового аудіо-модуля

На основі структурної схеми пристрою необхідно опрацювати функціональні можливості з'єднання:

- процесора пристрою і пам'яті;
- процесора пристрою і LCD-дисплея;
- процесора пристрою і USB-входу;
- процесора пристрою і керувачих клавiш;
- модуля F2M03MLA і клавiш управління рівнем звуку;
- модуля F2M03MLA і комбінованих аудіо-входу і виходу, які суміщають в собі мікрофон і динамік.

Також необхідно визначити кількість необхідних керувачих клавiш.

Розглянемо функціональні схеми компонентів пристрою і варіанти їх з'єднання між собою.

1.4.1 Огляд функціональних можливостей мікроконтролера пристрою

Функціональна схема мікроконтролера AT91SAM7SE складається з наступних частин:

- JTAG-порт – для програмування мікроконтролера;
- попереджувачий диспетчер переривань – для роботи з 2 апаратними перериваннями і 1 швидким перериванням;
- DBGU-порт (фактично це двопровідний UART-порт) – для тестування і налагодження прошивки мікроконтролера;
- диспетчер управління живленням;
- диспетчер скидання / відновлення;
- таймер;
- сторожовий таймер;
- таймер реального часу;
- 3 диспетчера ліній вводу / виходу;
- 2 USART-порти;

Зм	Арх	№ докум	Підр	Дата

КС 55.11.000.00 ДП ПЗ

Арх
20

- SPI-порт;
- таймер / лічильник;
- аналого-цифровий перетворювач;
- регулятор напруги живлення;
- SRAM-пам'ять;
- Flash-пам'ять;
- інтерфейс швидкого програмування;
- програма-завантажувач SAMBA – забезпечує легке програмування Flash-пам'яті, забезпечує графічний інтерфейс користувача;
- інтерфейс зовнішньої шпички – для підключення зовнішньої пам'яті, містить SD RAM-менеджер, диспетчер статичної пам'яті і диспетчер корекції помилок;
- USB-порт;
- диспетчер швидко-імпульсної модуляції;
- синхронний послідовний диспетчер – для підключення зовнішніх синхронних пристроїв;
- TWI-порт.

Доступні 88 програмованих ліній вводу / виводу.

Структура мікроконтролера AT91SAM7SE показана на рис. 1.2.

Для організації з'єднання між процесором пристрою і NAND Flash-пам'яттю потрібно використовувати інтерфейс зовнішньої шпички. З'єднання можна організувати по 8- або 16-розрядній мультиплексованій шпині команд, адреси та даних [6].

Мікроконтролер AT91SAM7SE дає декілька можливостей для з'єднання з LCD-дисплеєм:

- через двопровідний інтерфейс TWI;
- через диспетчер статичної пам'яті.

Більш зручний другий варіант, який дозволяє організувати передачу даних по 8-розрядній шпині даних.

Для з'єднання з модулем F2M03MLA також доступні кілька варіантів:

					КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Зм	Арх	№ докум	Підр	Дата		21

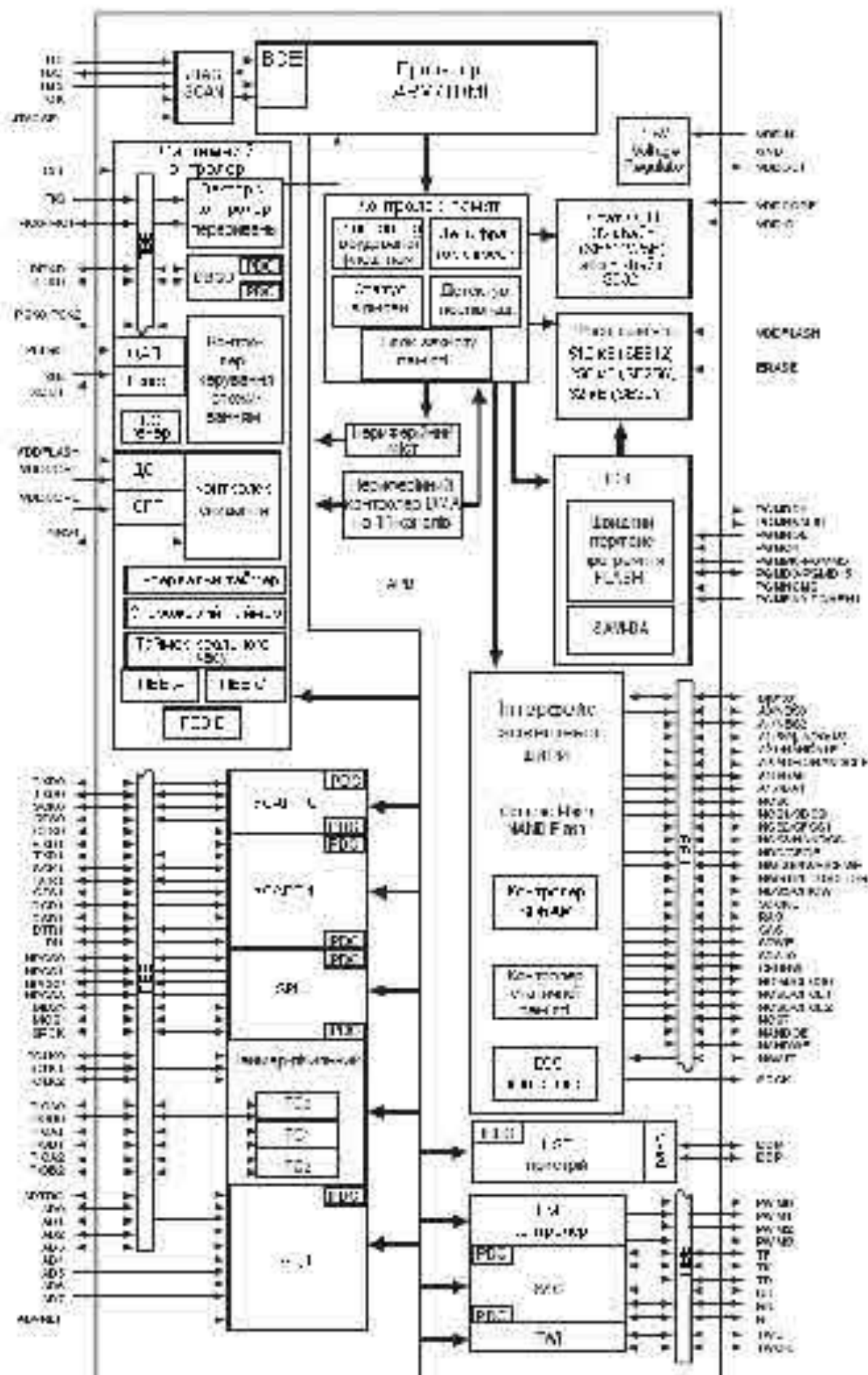


Рисунок 1.2. Структура мікроконтролера AT91SAM7SE

- з'єднання по інтерфейсу SPI;
- з'єднання по інтерфейсу UART.

Інтерфейс SPI може забезпечити більш високу швидкість передачі, ніж UART.

Основний трафік даних в пристрої реалізується таким ланцюжком: USB (пам'ять) → AT91SAM7 SE → F2M03MLA. Таким чином, використання інтерфейсу SPI краще.

USB-порт керувачого мікроконтролера складається з двох ліній даних. USB-вхід також містить дві лінії даних, лінії заземлення та живлення. Тобто, організація з'єднання не викликає додаткових питань.

Три диспетчера ліній вводу/виводу і попереджувачий диспетчер переривань надають в сумі 91 ліній, які можуть використовуватися для обробки переривань.

Для пристрою потрібні такі клавіші управління (крім клавіш управління рівнем звуку):

- відтворення або вгору;
- стоп або вниз;
- на одну композицію вперед або вправо;
- на одну композицію назад або вліво;
- ексклюзив меню /пауза або кнопка підтвердження якої-небудь дії.

На рис. 13 показано розташування даних клавіш.

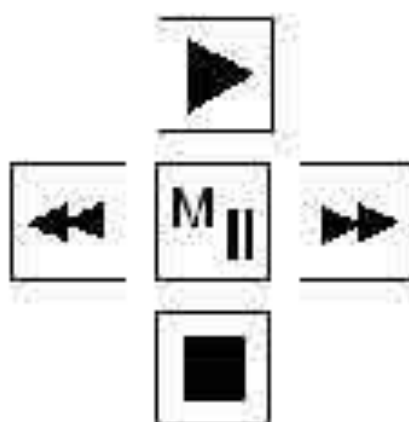


Рисунок 13. Розташування клавіш пристрою

Зм	Арх	№ докум	Підр	Дата

КС 55.11 000.00 ДП ПЗ

Частину клавіш, найбільш використовуваних, можна використовувати разом з лініями обробки переривань диспетчера переривань. Наприклад, відтворення, меню і стоп. Решту клавіш потрібно використовувати разом з диспетчером ліній вводу / виводу.

Клавіші управління рівнем звуку будуть використовувати лінії вводу / виводу модуля F2M03MLA.

1.4.2 Огляд функціональних можливостей модуля F2M03MLA

Функціональна схема модуля складається з:

- порту РСМ, призначеного для обміну можливими даними;
- SPI-порту;
- UART-порту;
- 8 програмованих ліній вводу/виводу, з яких 3 можуть використовуватися в якості ліній I2S-інтерфейсу для підключення зовнішньої пам'яті;
- аудіо інтерфейсу, що містить 4 лінії для входу і 4 лінії для виходу аналогових звукових даних;
- Buetooth-антени;
- 4 вихідних аудіо-лінії можуть використовуватися для комбінованого аудіо-виходу, який поєднує динаміки і вихід для дротових навушників;
- 2 вхідних аудіо-лінії можуть використовуватися для комбінованого аудіо-входу, який поєднує мікрофон і лінійний моно-аудіо-вхід;
- 2 програмованих лінії можуть використовуватися для підключення до них клавіш управління рівнем звуку.

Обмін даними і командами між керуваним мікроконтролером і модулем буде відбуватися по інтерфейсу SPI з використанням алгоритму часового поділу команд і даних, тобто спочатку передається команда, а потім дані.

1.4.3 Функціональна схема безпротокового аудіо-модуля

Таким чином, функціональна схема пристрою буде містити наступні компоненти:

					КС 55.11 000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата		24

- двопробитне з'єднання процесора пристрою і USB-порту;
- 8-розрядна двонаправлена мультиплексована шина команд, адреси та даних для підключення NAND Flash-пам'яті до керуючого мікроконтролера пристрою, лінії управління роботою пам'яті;
- 8-розрядна однонаправлена шина даних для видачі процесором пристрою даних LCD-дисплею, лінії управління роботою LCD дисплеєм;
- з'єднання модуля F2M03MLA і процесора пристрою за інтерфейсом SPI;
- забезпечення комбінованого аудіо-виходу з використанням 4 аналогових аудіо ліній;
- забезпечення комбінованого аудіо-входу з використанням 2 аналогових аудіо-ліній;
- підключення до 5 програмованих ліній процесора пристрою керуваних клавіш: відтворення, стоп, вперед, назад, пауза / меню;
- підключення до 2 програмованих ліній модуля клавіш управління рівнем звуку.

Отримана схема відображає передачу даних, керуваних сигналів і сигналів синхронізації між базовими компонентами пристрою, а також між самим пристроєм і зовнішнім інтерфейсом (USB). Функціональна схема пристрою наведена на рис. 1.4. При розробці електричної схеми пристрою необхідно враховувати електричні, механічні та температурні особливості використовуваних компонентів.

Для розроблюваного пристрою необхідно реалізувати:

- схему з'єднання AT91SAM7SE з USB;
- схему підключення живлення до AT91SAM7SE256, F2M03MLA, NAND08GW3E2A і SG12864H;
- схему підключення мікрофона до F2M03MLA;
- схему підключення кварцового резонатора і PLL фільтра до AT91SAM7SE.

					КС 55.11.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх.	№ докум.	Підр.	Дата		25

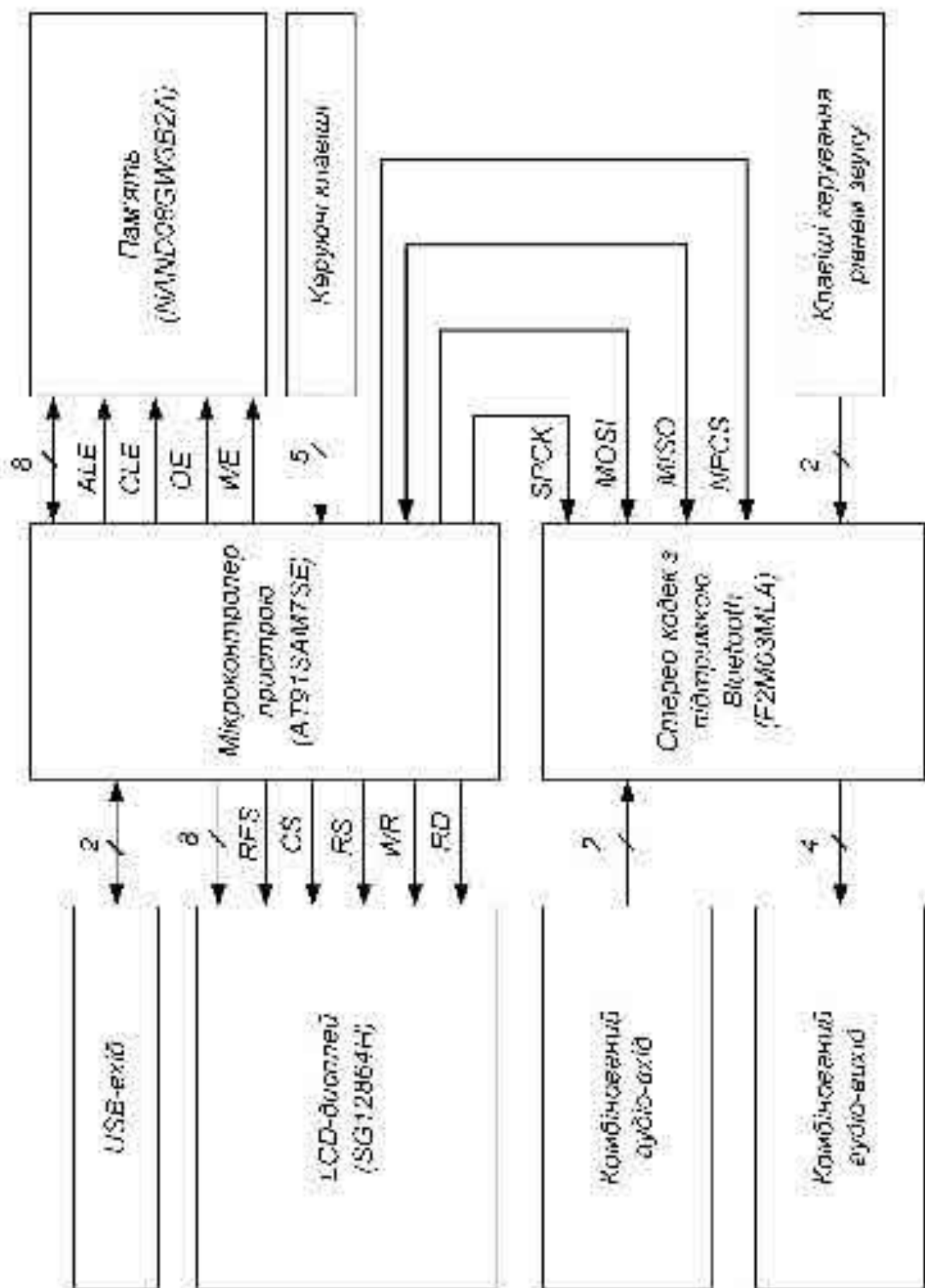


Рисунок 1.4. Функціональна схема аудіо-пристрою

1.5 Розробка принципової електричної схеми бездротового аудіо-модуля

1.5.1 Розрахунок схеми підключення резонатора до AT91SAM7SE

Типова схема підключення кварцового резонатора від 3 до 20 МГц до мікроконтролера AT91SAM7SE приведена на рис. 1.5.

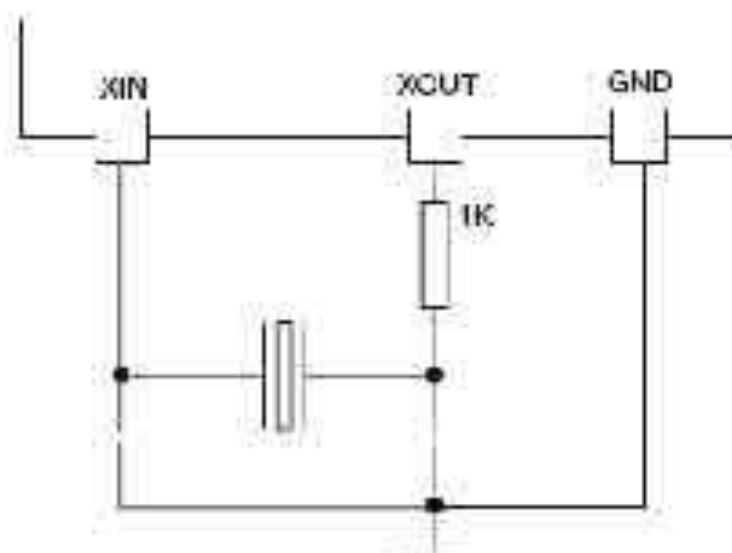


Рисунок 1.5. Типове підключення кварцового резонатора до AT91SAM7SE

Крім резонатора потрібне підключення зовнішнього фільтра другого порядку до PLL-входу мікроконтролера. Параметри фільтра впливають на частоту роботи USB-порту пристрою. Схема підключення фільтра наведена на рис. 1.6.

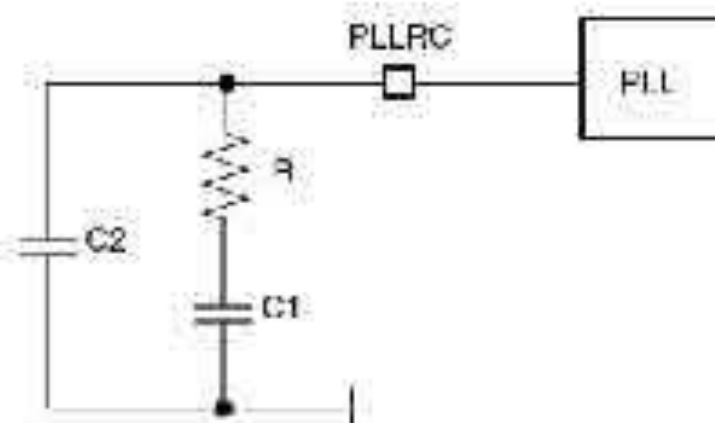


Рисунок 1.6. PLL фільтр для AT91SAM7SE

Зм	Арх	№ докум	Підр	Дата

КС 55.11 000.00 ДП ПЗ

Для забезпечення з'єднання з USB PLL повинен бути запрограмований на 48,96 або 192 МГц. Щоб забезпечити такі характеристики виробник пропонує наступні ємності і опори PLL-фільтру: $C2 = 8.44$ нФ, $C1 = 76$ нФ, $R = 980$ Ом.

1.5.2 Розрахунок схеми підключення живлення і USB-в ходу до AT91SAM7SE

Atmel рекомендує наступну схему підключення живлення (рис. 1.7):

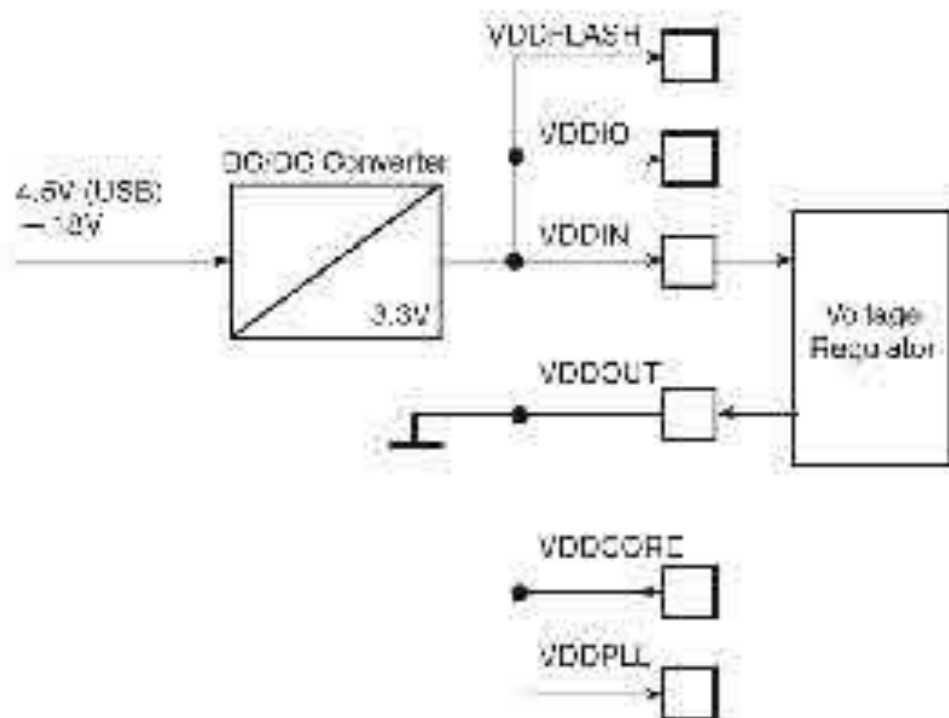


Рисунок 1.7. Типова схема живлення AT91SAM7SE

Щоб уникнути пульсацій потрібно використовувати два конденсатора паралельно:

- NPO – конденсатор 470 нФ або 1 нФ – між VDDOUT і GND якомога ближче до мікроконтролера;
- X7R – конденсатор 2.2 мкФ або 3.3 мкФ – між VDDOUT і GND.

Для входу VDDIN також потрібне використання вхідного розділового конденсатора по можливості ближче до корпусу. Можна використовувати два конденсатори паралельно: NPO – конденсатор 100 нФ і X7R – конденсатор 4.7 мкФ.

Для підключення до USB Atmel рекомендує використовувати схему, зображену на рис. 1.8.

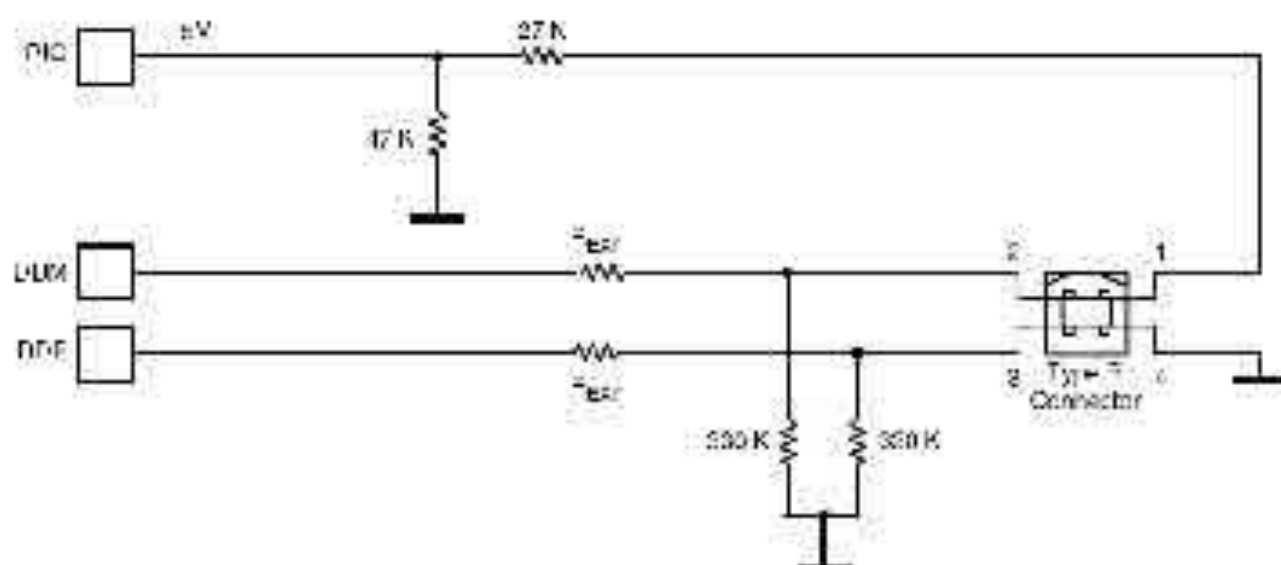


Рисунок 1.8. Типове з'єднання АТ91SAM7SE з USB

Опір R_{27K} має становити 270 Ом. Використання лінії введення / виводу для моніторингу USB не обов'язково.

1.5.3 Розрахунок схеми підключення зменшення до F2M03MLA

Живлення для F2M03MLA має вибиратися ретельно і може вплинути на зменшення продуктивності модуля або навіть пошкодити його. Виробник рекомендує використовувати регулятор напруги XC6209B332MR фірми Torex. Напруга повинна мати низький рівень шуму – менше ніж 10 мВ / мс між 0 і 10 МГц. Регулятор повинен мати час відгуку не більше 20 мкс.

Схема використання рекомендованого регулятора напруги наведена на рис. 1.9.

Сучасні акумулятори цілком відповідають електричним вимогам модуля, також як і мікросхема для зарядки акумулятора MAX1811, що відрізняється надійністю і високими характеристиками щодо вихідного живлення [8]. Тому використання додаткового регулятора напруги зовсім не обов'язково.

Зм	Арх	№ докум	Титул	Дата

КС 55.11.000.00 ДП ПЗ

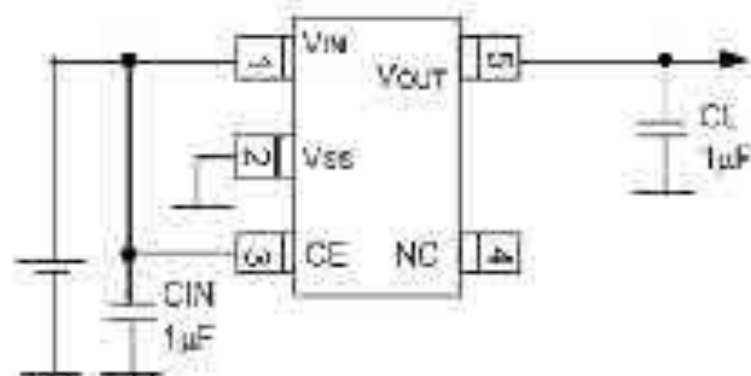


Рисунок 1.9. Типова схема використання XC6209x302

1.5.4 Підключення мікрофона до F2M03MLA

Для підключення мікрофона до модулю F2M03MLA можна використовувати 2 або 4 вхідних аудіо лінії. На рис. 1.10 показана схема з двома використовуваними лініями.

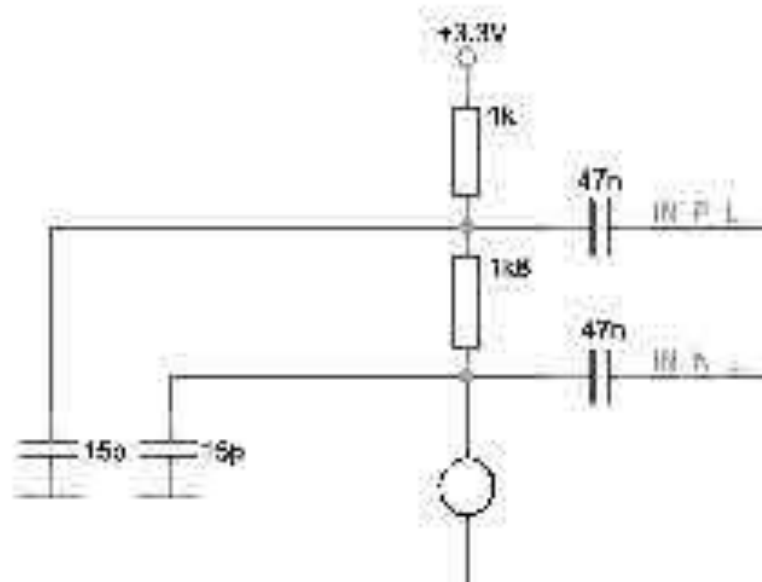


Рисунок 1.10. Схема підключення мікрофона до модулю F2M03MLA

1.5.5 Розрахунок схем з'єднання AT91SAM7SE з базовими компонентами

У вище викладеному матеріалі даної глави були розглянуті схеми підключення живлення до основних компонентів розроблюваного пристрою і приведені характеристики додаткових елементів, необхідних для забезпечення коректної роботи пристрою.

Зм	Арх	№ докум	Тіпа	Дата

КС 55.11 000.00 ДП ПЗ

Тепер потрібно розглянути електричні особливості сполучення базових компонентів пристрою між собою.

Керуваний мікроконтролер пристрою AT91SAM7SE з'єднується з Bluetooth-аудіо модулем F2M03MLA по інтерфейсу SPI, з мікросхемою пам'яті – по інтерфейсу підключення зовнішньої пам'яті із LCD-дисплеєм за допомогою вбудованого контролера пам'яті [6].

Розглянемо підключення за інтерфейсом SPI.

SPI (Serial Peripheral Interface, послідовний периферійний інтерфейс) використовується для синхронної послідовної передачі даних. Інтерфейс, по суті, є зсувеним регістром, який послідовно видає біти даних іншому SPI-пристрою. Під час передачі даних, один пристрій "майстер" (master) управляє потоком даних, а інші пристрої, що діють в підлеглому режимі (slave), отримують або видають дані "майстру".

Один пристрій "майстер" може управляти роботою кількох підлеглих пристроїв, для вибору певного пристрою використовується сигнал. Підлегли пристрої працюють в темпі, який задає пристрій "майстер".

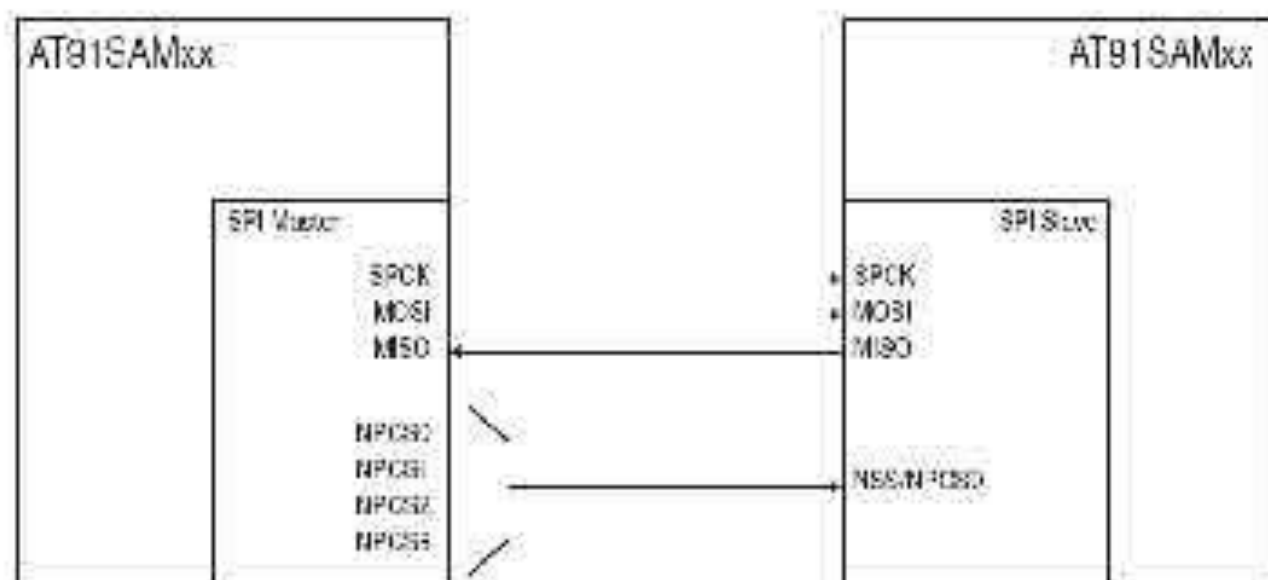


Рисунок 1.11. Використання інтерфейсу SPI для зв'язку двох пристроїв

Інтерфейс SPI використовує дві лінії для даних і дві лінії для управління:

– Master Out / Slave In (MOSI) – вихід даних для "майстра" або вхід для

Тепер розглянемо спосіб з'єднання AT91SAM7SE з NAND Flash-пам'яттю. Для з'єднання мікроконтролера AT91SAM7SE і зовнішньої 8-розрядної NAND Flash-пам'яті можна скористатися схемою, зображеною на рис. 1.12, на якій також показана схема підключення живлення до пам'яті.

Блок-схема пам'яті NAND08GW3B2A представлена на рис. 1.13.

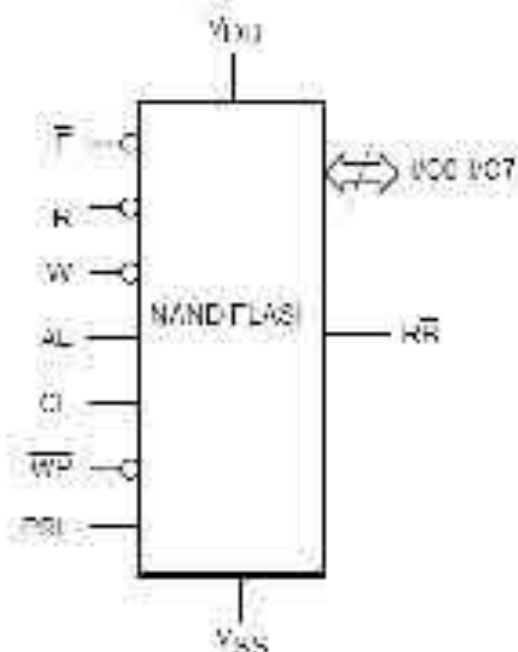


Рисунок 1.13. Блок-схема NAND08GW3B2A

Як уже згадувалося, використовується інтерфейс підключення зовнішньої пам'яті (External Bus Interface, EBI). Для NAND Flash-пам'яті використовуватимуться такі сигнали:

- NAND CS – сигнал вибору пам'яті (пін E у NAND08GW3B2A);
- NAND OE – сигнал дозволу для вихідних буферів даних (пін R у NAND08GW3B2A);
- NAND WE – сигнал дозволу запису команди, даних або адреси (пін W у NAND08GW3B2A);
- NAND CLE – сигнал дозволу зсуву команди (пін CL у NAND08GW3B2A);
- NAND ALE – сигнал дозволу зсуву адреси (пін AL у NAND08GW3B2A).

Сигнал RB означає готовність пристрою або наявності неможливості звернення до нього в даний момент часу. Сигнал PRL відповідає за автоматичне

виконання операції читання при екльоченні живлення.

Також використовуються 8 ліній вводу / виводу, по яких передаються і дані, і адреси [7].

Вбудований контролер пам'яті AT91SAM7 SE (Static Memory Controller, SMC) використовується для управління зовнішньою пам'яттю або периферійними пристроями, в тому числі LCD-контролером. SMC містить наступні входи / виходи:

- NCS [7: 0] – 8 ліній вибору зовнішніх пристроїв;
- NRD – сигнал читання;
- NWR 0 / NEW – сигнал дозволу запису;
- NWR 1 / NUB – сигнал дозволу запису або сигнал вибору старшого байта;
- A0 / NLB – нульовий біт адреси або сигнал вибору молодшого байта;
- A [22: 1] – лінії шини адреси;
- D [15: 0] – лінії шини даних;
- NWAIT – зовнішній сигнал очікування.

SMC-контролер повністю програмуємий і може забезпечити з'єднання з використанням 22-розрядної лінії адреси і 16-розрядної шини даних.

LCD-дисплей SG 12864 H має вбудований ST7565-сумісний контролер, що забезпечує 8-розрядне паралельне з'єднання з процесором пристрою. Для управління ним використовуються такі сигнали:

- RES – сигнал свідання;
- CS – сигнал вибору дисплея;
- RS – сигнал вибору типу даних;
- WR – сигнал запису;
- RD – сигнал читання.

Таким чином, можна організувати з'єднання мікроконтролера AT91SAM7SE і LCD-дисплеєм SG12864H по 8-розрядній шині даних з використанням керуючих сигналів SMC-контролера. Загальну принципову електричну схему створеного аудіо-пристрою наведено на рис. 1.14.

					КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх.
Зм	Арх	№ докум	Підр	Дата		34

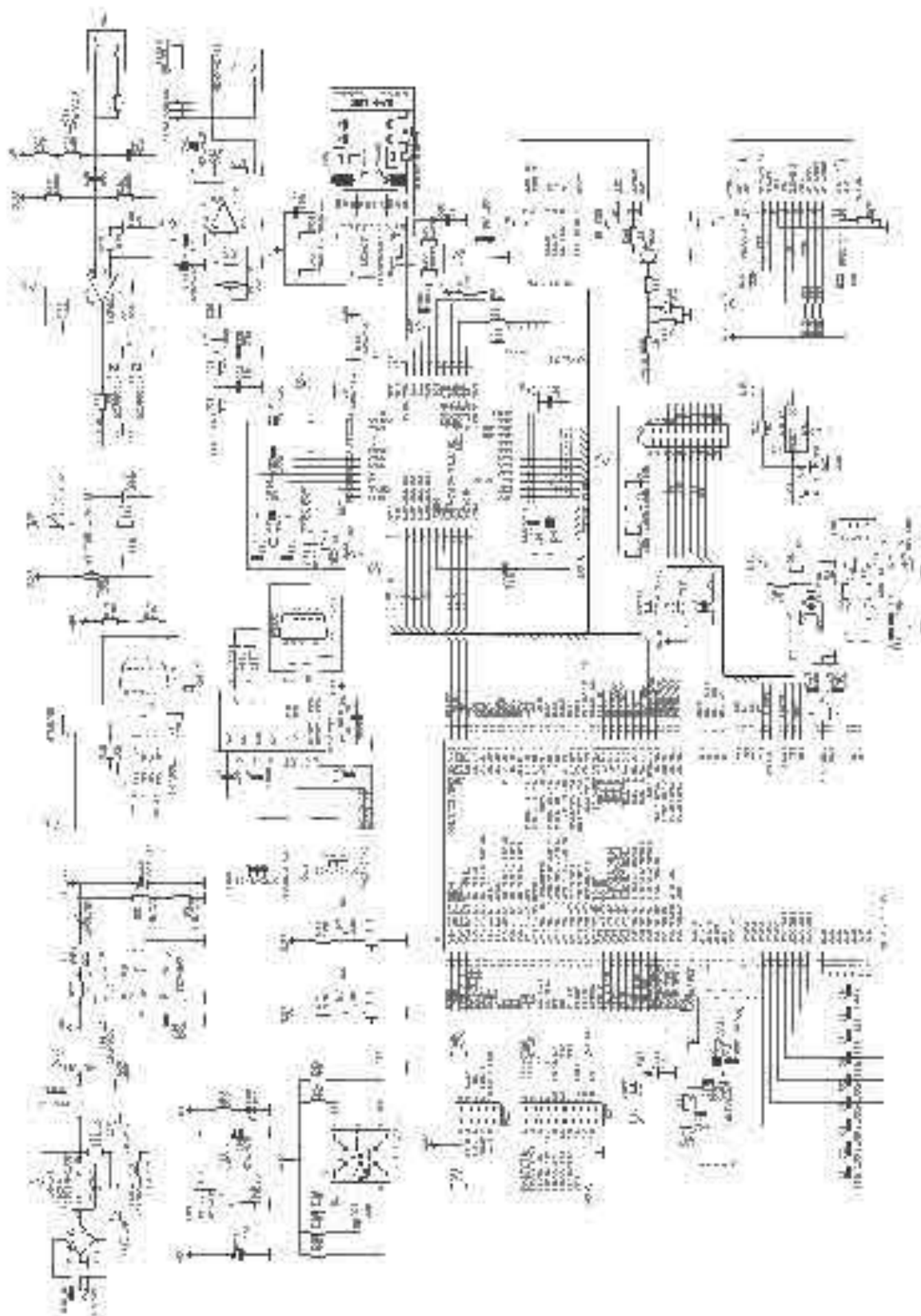


Рисунок 1.14. Принципова електрична схема USB-аудиопристрою

						КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата			35

1.5.6 Можливості апаратної модернізації бездротового аудіо-модуля

Враховати і застосувати в розробленому аудіо-пристрої всі можливості, які надають базові компоненти пристрою якнайскладніше. На процес розробки пристрою впливають такі фактори, як терміни, обмежені інформаційні можливості розробника і його досвід. Тому залишаються не врахованими деякі можливості пристрою.

Модуль F2M03MLA має 4 лінії, призначені для аудіо-виходу, однак виробник повністю не надає інформацію про можливості їх використання при підключенні стерео-мікрофона. Не відомі і програмні можливості і особливості модуля, які могли б допомогти при розгляді цього питання [8].

Інтерфейс SPI керувачого мікроконтролера AT91SAM7SE може працювати з ще 3 зовнішніми периферійними пристроями крім модуля F2M03MLA. У ролі одного з цих пристроїв може виступати MMC, SD або мікро SD карта пам'яті. При розгляді цього питання потрібно врахувати максимальну швидкість SPI порту AT91SAM7SE і його реальні можливості по обслуговуванню і модуля, і карти пам'яті, щоб уникнути "зависання" пристрою.

1.6 Розробка програмного забезпечення бездротового аудіо-модуля

Програмна частина бездротового аудіо-модуля складається і містить програму прошивки для процесора пристрою (AT91SAM7SE) і драйвера пристрою для операційної системи Windows.

Програмування керувачого мікроконтролера може здійснюватися кількома способами:

- через паралельний інтерфейс швидкого програмування (Fast Flash Programming Interface, FFPI), в цьому випадку мікроконтролер сприймається як EEPROM пам'яті;
- через послідовний інтерфейс швидкого програмування (FFPI), використовувачи стандартний протокол IEEE 1149.1 JTAG;
- через UART-порт мікроконтролера, використовувачи вбудовану

					КС 55.11 000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата		36

- програму-автозавантажувач;
- через USB-порт мікроконтролера, використовувачи вбудовану програму-автозавантажувач.

Крім цього є можливість перегляду програми мікроконтролера в режимі налагодження і тестування, використовувачи JTAG / ICE (Embedded ICE) порт і порт UART [9].

Atmel також пропонує апаратні засоби для роботи з AT91SAM7SE у вигляді відлагоджувальної плати AT91SAM7SE-EK, що дозволяє детально вивчити можливості мікроконтролера. На офіційному сайті компанії (www.Atmel.com) доступні демонстраційні програмні коди і рівна література для цієї відлагоджувальної плати. Драйвер пристрою повинен забезпечити можливість роботи з ним засобами операційної системи Windows при підключенні до USB-порту комп'ютера.

1.6.1 Опція засобів розробки програмного забезпечення пристрою

Для програмування мікропроцесорів необхідно кілька інструментів, обов'язковими з яких є такі:

- компілятор мови C, асемблер і лінкувальник;
- програматор;

необов'язкові:

- відладчик;
- емулятор.

Кілька років тому розробники обходилися без компілятора мови C і писали програми виключно на асемблері. Однак з розвитком і повсюдним поширенням мікропроцесорних систем терміни розробки проектів істотно скоротилися, а вимоги до якості підвищилися. Тому з'явилися компілятори мов високого рівня для програмування мікроконтролерів, тому що це дозволяло не тільки скоротити час на написання програми, а й полегшити роботу програміста (тому що мови високого рівня дали додаткові можливості, наприклад, вбудовані функції, процедури та інше).

					КС 55.11 000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата		27

Для мікроконтролера AT91SAM7SE існує кілька компіляторів мови C.

Перерахуємо їх:

- IAR (IAR Kick Start і усічена версія IAR Embedded Workbench);
- Keil;
- ICCARM (мови що не допрацьований повністю);
- GCC (безкоштовний C-компілятор для Windows і Linux);
- WinARM.

Програматор призначений для "залити" програми в пам'ять мікропроцесора. Існує кілька способів програмування, що розрізняються за типом з'єднання, наприклад, можливе програмування по інтерфейсу SPI, JTAG або USB. Останній спосіб є найбільш зручним і доступним, тому що не вимагає використання додаткових роз'ємів, проводів і обладнання.

Програматор складається з трьох складових: програми програматора, драйвера і кабелю для підключення. У разі програмування через USB застосовується звичайний USB-кабель.

Існує декілька програм, що дозволяють виконувати програмування AT91SAM7SE по інтерфейсу USB:

- FLIP – це стандартний програматор, що надається компанією Atmel для своїх мікроконтролерів;
- ER – Tronic – це вузько спеціалізований програматор для даного мікроконтролера;
- Rowley Associates;
- SAM-BA (SAM Boot Assistant) – безкоштовний завантажувач від Atmel.

До переваг програми FLIP відносять підтримку великого числа функцій: очищення, перевірка, читання і запис EEPROM- і Flash-пам'яті; можливість ручного редагування буферів пам'яті; можливість завантаження і збереження буферів в HEX-форматі; відстеження змін в процесі роботи. Недоліками даної програми є де жа заплутаність інтерфейсу і слабка довідкова система [10].

ER-Tronic має зрозумілий інтерфейс і зручний редактор коду, проте зовсім не має довідки.

					КС 55.11 000.00 ДП ПЗ	Арх
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата		38

Інша сторона розробки пристроїв з точки зору програміста – це розробка драйвера пристроїв. Процес створення драйверів досить складний і трудомісткий, і, звичайно, на ринку програмного забезпечення з'явилися програми, що полегшують написання і тестування драйверів. Найбільш популярні з них – це NuMega Driver Studio, Jungo WinDriver і Jungo Kernel Driver.

NuMega Driver Studio – це програмний комплекс, що входить у склад середовища розробки Microsoft Visual Studio. NuMega Driver Studio представляє собою програму-помічника, відповідаючи на питання якого, можна отримати цілком працездатний шаблон драйвера. Для компіляції отриманого коду будуть потрібні класи і бібліотеки NuMega і Microsoft DDK.

Jungo WinDriver – це програмний пакет, призначений для розробки драйверів пристроїв, що використовують стандарти PCI, Compact PCI, USB, ISA, ISA PnP, EISA і працюють під управлінням операційних систем Windows. Дозволяє звертатися до фізичної пам'яті, портів, встановлювати власні обробники апаратних переривань. Не вимагає наявності Windows DDK і програмування на рівні ядра. Використовується графічна оболонка для діагностики обладнання та автоматичної генерації коду на мові C / C ++ або Pascal (Delphi).

Jungo KernelDriver має ті ж характеристики, що й Jungo WinDriver. Єдина відмінність в тому, що цей програмний пакет забезпечує більш високу продуктивність і вимагає наявності Windows DDK. Також використовується графічна оболонка для діагностики обладнання та автоматичної генерації коду.

1.6.2 Розробка блок-схеми алгоритму керуючої програми

Керуючий мікроконтролер AT91SAM7SE має вбудовану програму-завантажувач, яка визначає подальший характер його роботи. По-перше, ініціалізується DBGU-порт і USB-порт мікроконтролера, потім управління передається програмі-завантажувачу SAM-BA.

Завантажувальна послідовність представлена на рис. 1.14.

					КС 55.11 000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зм	Арх.	№ докум.	Підр.	Дата		39

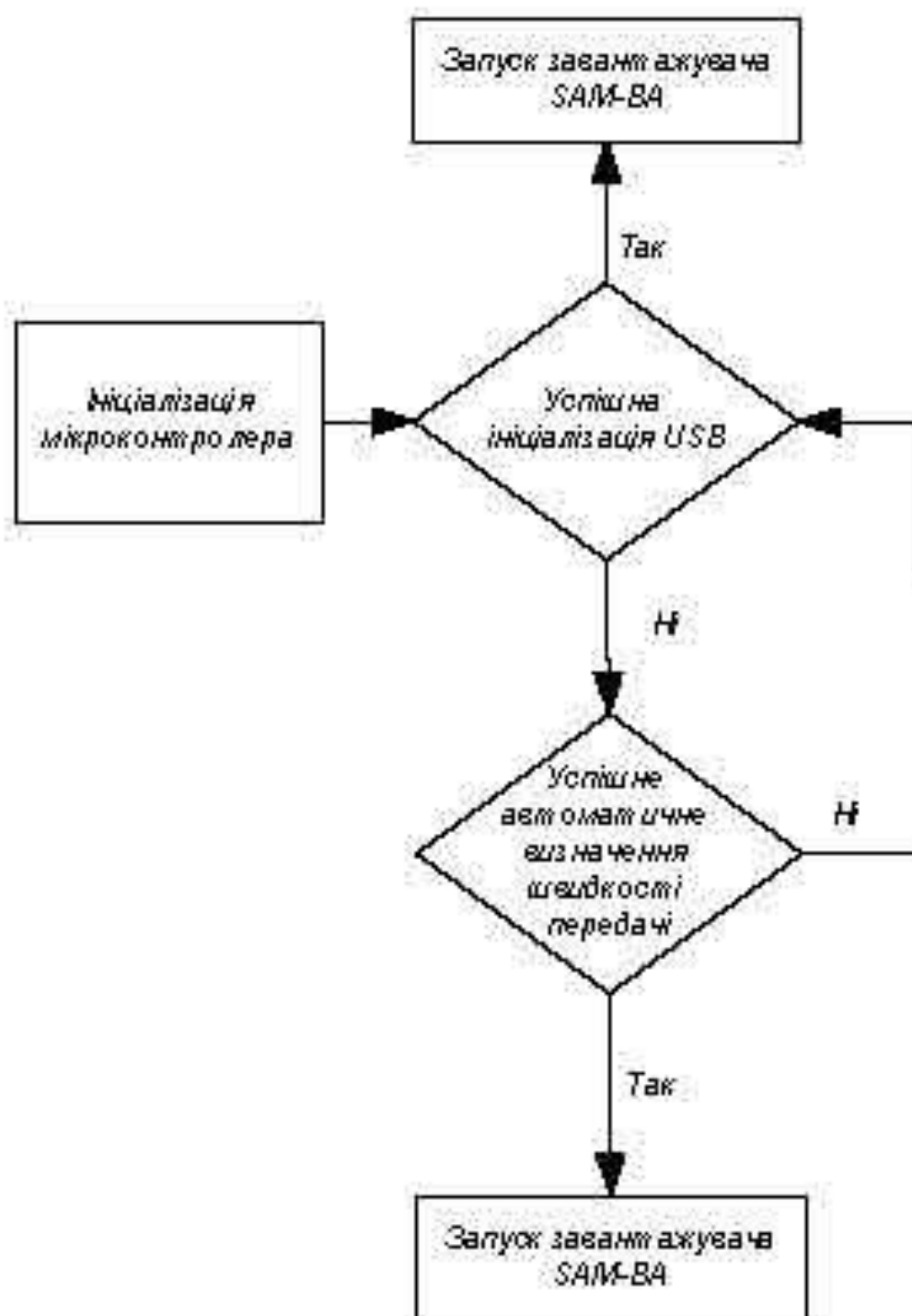


Рисунок 1.14. Завантажувальна послідовність AT91SAM7SE

Ініціалізація керувача мікроконтролера складається з наступних етапів:

- ініціалізація FIQ (лінії швидкого переривання);
- установка стека в режим sup er vis or;
- ініціалізація вбудованого Flash-контролера;
- виявлення зовнішнього резонатора;
- якщо не виявлено зовнішній резонатор, то налаштування внутрішнього

Зм	Арх	№ докум	Підр	Дата

КС 55.11 000.00 ДП ПЗ

- резонатора мікроконтролера;
- переміщення основної частоти пристрою на головний внутрішній резонатор;
- копіювання коду в SRAM-пам'ять;
- ініціалізація змінних C;
- ініціалізація PLL ;
- вмикання сторожового таймера, активація можливості скидання;
- ініціалізація USB-порту;
- передача управління завантажувачу SAM-BA.

Перед початком роботи пристрою, необхідно ініціалізувати керуючий контролер і визначити подальший характер його роботи.

Якщо є з'єднання по USB, то в залежності від установок, що зберігаються в незалежній пам'яті пристрою, необхідно конфігурувати мікроконтролер для роботи в якості звукової USB-карти або флеш-пам'яті.

У режимі звукової карти керуючий мікроконтролер повинен виконувати наступні дії:

- отримувати дані від USB-порту комп'ютера;
- передавати їх далі цифро-аналоговому перетворювачу в складі модуля F2M03MLA.

У режимі флеш-пам'яті AT91SAM7SE повинен забезпечити роботу з вбудованою пам'яттю пристрою.

Якщо немає з'єднання з USB, то пристрій повинен виконувати функції MP3-плеєра, а саме:

- управління за допомогою клавіш;
- вивід інформації на LCD-дисплей;
- зчитування інформації з вбудованої пам'яті пристрою і передача стереокодеку в складі модуля F2M03MLA;
- забезпечення можливості передачі звуку на бездротові навушники.

Таким чином, отримуємо таку блок-схему алгоритму керуючої програми (рис. 1.15).

					КС 55.11 000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зм	Арх	№ докум	Підр	Дата		41

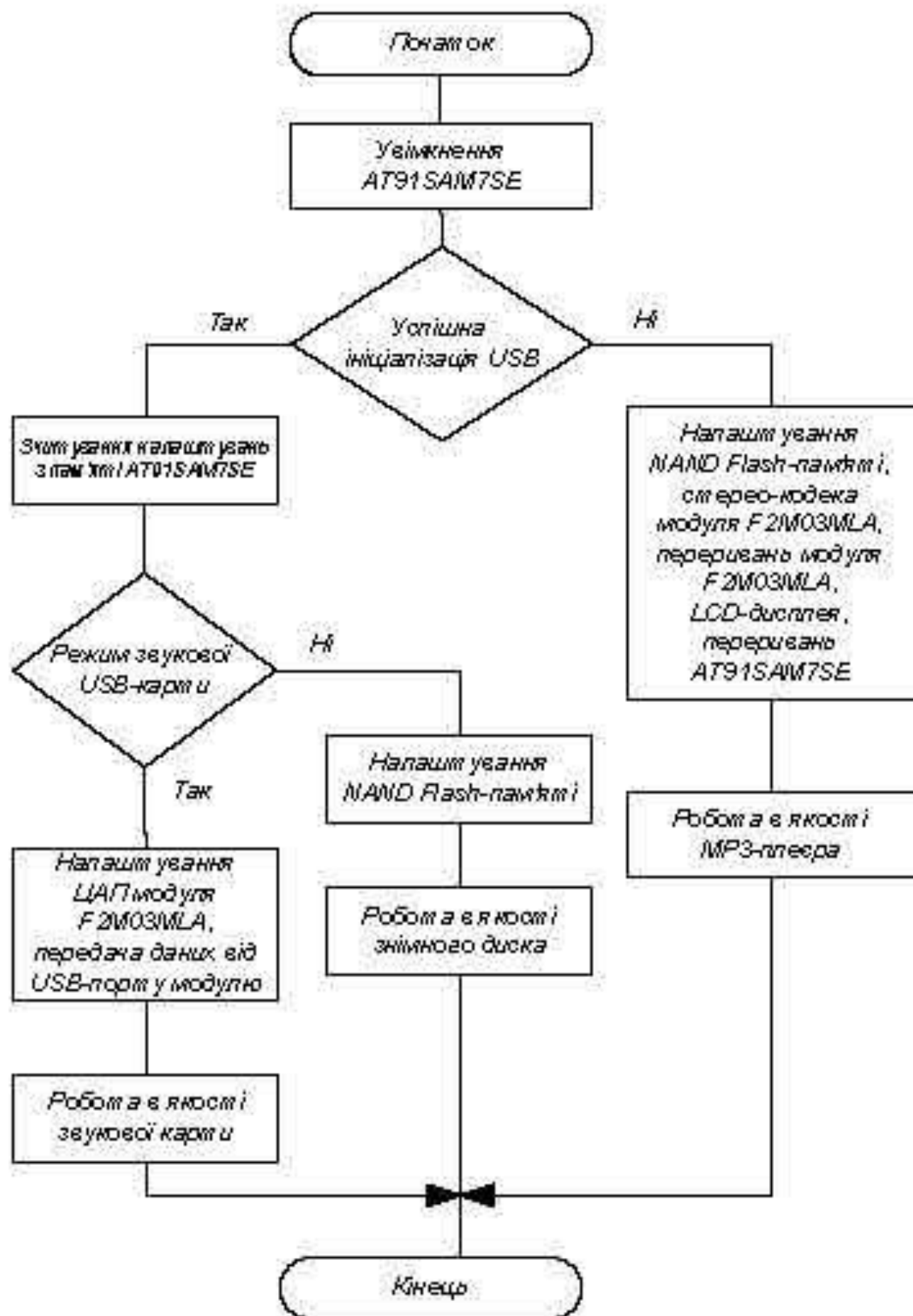


Рисунок 1.15. Блок-схема алгоритму керування програмою

Зм	Арх	№ докум	Підп	Дата

КС 55.11 000.00 ДП ПЗ

Робота в якості звукової карти, знімного диска або MP3-плеєра являє собою окремі блоки в прошивці керувача мікроконтролера.

1.6.3 Розробка шаблону драйвера бездротового аудіо-модуля

Для даного пристрою необхідно реалізувати два драйвера (аудіо-пристрій і пристрій зберігання даних), кожен з них буде використовуватися в залежності від налаштувань процесора пристрою.

При розробці драйвера пристрою використовувалася програмне середовище NuMega Driver Studio 2.0, а також власні драйвери пристроїв і бібліотеки в складі Windows DDK [12].

Після установки Visual Studio з'являється додаткове вікно з можливостями запуску помічника створення драйвера, запуску помічника створення мережевого драйвера, зміни змінних оточення і компіляції за допомогою утиліти Build з DDK.

Бібліотека класів Driver Studio представляє собою надбудову над чистим WDM API, що позбавляє програміста від використання досить запутаних низькорівневих функцій і дозволяє виконувати всі необхідні операції. Базовим класом пристрою є клас KDriver, який надає базові функції драйвера. Для управління обладнанням використовується клас KDevice, який обробляє запити на читання/запис до пристрою. Клас KIr є оболонкою для структури пакета запиту. Клас KRegistryKey дозволяє звертатися до даних драйвера, збережених у реєстрі [11].

Власне для роботи з USB-пристроєм призначені наступні класи:

- KUsbInterface – надає функції для роботи з USB-інтерфейсом, драйвер може створювати стільки інтерфейсів, скільки їх описано в дескрипторі пристрою;
- KUsbPipe – надає функції для роботи з кінцевими точками, драйвер повинен створювати кінцеві точки тільки з параметрами, як вони описані в дескрипторі конфігурації.

Принцип роботи з цими класами наступний:

					КС 55.11.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата		43

- в конструкторі примірника KDriver створюється екземпляр класу KPropDevice (для підтримки Plug-n-Play);
- в конструкторі примірника KPropDevice створюються екземпляри класів - KUsbLowerDevice (базовий клас для пристроїв нижнього рівня), KUsbInterface, KUsbPipe;
- в функції драйвера OnStartDevice виконується активізація однієї з точок конфігурації за допомогою виводу функції m_Lower.ActivateConfiguration();
- при отриманні запиту вводу / виводу проводяться наступні дії - створення і ініціалізація пакетів, передача запиту драйверу нижнього рівня, передача даних програмно-ініціатору запиту.

Для створення шаблону драйвера потрібно створити проект і вибрати архітектуру створюваного драйвера (WDM або Windows NT). Вибірємо модель WDM. Тепер необхідно вибрати шину, на якій буде розташовуватися пристрій. Вибірємо шину USB. Для USB-пристроїв необхідно вказати ідентифікатор виробника (USB Vendor ID) і ідентифікатор продукту (USB Product ID), вони повинні бути значені в дескрипторі пристроїв. Зазначені значення ідентифікаторів будуть записані в inf-файл.

Наступний крок - завдання набору кінцевих точок. У керуючого мікроконтролера 8 кінцевих точок.

Тепер необхідно вибрати функції драйвера. Можливі варіанти - Read (обробка запитів на читання), Write (обробка запитів на запис), Flush (підтримка функції скидання буферів), Device Control (підтримка призначених для користувача запитів), InternalDevice Control (обробка запитів від інших драйверів) і Cleanup (обробка запитів на очищення буферів обміну).

Драйвер для режиму звукової карти повинен мати тільки функцію Write, а драйвер для режиму флеш-диска повинен мати функції Read і Write.

Наступний крок - вибір способу обробки запитів:

- None - запити не буферизуються у черзі;
- Driver Managed - драйвер містить одну або більше черг, в яких

						КС 55.11.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Пісн	Дата			44

зберігавться запити вводу / виводу;

- System Managed – драйвер використовує тільки одну чергу по відомленню.
- Виберемо для обох драйверів – System Managed.

Також можна задати параметри зберігання драйвера (для даного пристрою це не обов'язково) і властивості драйвера – ім'я, спосіб передачі буферів пам'яті, спосіб управління енергоспоживанням.

Останній крок – завдання кодів функції Device Control і завдання додаткових налаштувань – створення тестового додатку для драйвера (не обов'язково), налаштування налагодження і створення логу подій.

Таким чином, отримаємо два шаблони драйверів, з якими буде працювати зроблений пристрій в різних режимах.

Для допрацювання шаблону драйвера потрібно дописати функції вводу / виводу і в разі потреби розширити список інтерфейсів кожного драйвера.

Розглянемо процес установки драйвера.

Скомпільовані проєкти отримаємо два драйвера – AT91UsbSoundCard і AT91UsbMassStorage.

Тепер підключивши пристрій в режимі звукової карти, потрібно встановити драйвер AT91UsbSoundCard, вказавши шлях до файлу AT91UsbSoundCard.inf і файлу самого драйвера. Система виявить драйвер і встановить його.

Аналогічно в режимі флеш-диска потрібно встановити драйвер AT91UsbMassStorage.

Тепер необхідно допрацювати обидва драйвера відповідно до зазначених вище висног.

Тексти програм шаблонів драйверів наведені у додатку А.

1.7 Можливість розширення функціональності пристрою

Мікропроцесорні системи надають масу можливостей по програмній модернізації та модифікації проєкту. Помінявши прошивку мікроконтролера, можна із простого пристрою зробити багатофункціональний продукт.

						КС 55.11 000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Титул	Дата			45

Здійснити програмну модифікацію даного пристрою дуже просто: треба підключити пристрій до USB-порту комп'ютера і за допомогою програмно-завантажувача "залити" нову прошивку.

При виборі базових компонентів пристрою і при розробці апаратної частини пристрою були закладені широкі можливості для програмної модифікації, які згодом можуть бути застосовані для розширення функціональності пристрою:

До таких можливостей, зокрема, відносяться розширення Bluetooth-профілю пристрою за рахунок перепрошивки модуля F2M03MLA, наприклад, реалізація можливості передачі файлів по Bluetooth (виробники модуля незабаром планують реалізувати цю можливість). Для драйвера можна розробити утиліту для управління характеристиками пристрою.

					КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата		46

2 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою даних розрахунків є обчислення вартості виконання проектної документації до бездротового аудіо-модуля з функцією звукового адаптеру для USB. Цей пристрій передбачає живлення від USB-порту, має можливість обміну даними (цифровими MP3-файлами) з ПК по USB-порту, а також з підтримку стандарту бездротового зв'язку Bluetooth.

Даний вид проекту відноситься до науково-дослідницької розробки. Оцінка якості розробленого проекту включає визначення трудомісткості і вартості його створення.

Проведемо розрахунок визначення трудомісткості виконання даної науково-дослідницької розробки. У технологічній структурі науково-дослідницьких робіт можна виділити декілька самостійних етапів, а саме: розробка технічного завдання, вибір напрямку дослідження, теоретичні і експериментальні дослідження, узагальнення і оцінка результатів.

Розрахунок трудомісткості НДР здійснений в наступній послідовності:

1. Складений перелік всіх етапів і видів робіт, які необхідно виконати в ході даної НДР. Після узгодження з керівником проекту допущено виключення, доповнення, об'єднання окремих етапів і видів робіт;

2. По кожному виду робіт визначений кваліфікаційний рівень виконавців. Розподіл робіт по етапах і видах виконавців наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Розподіл робіт по етапах і видах виконавців

Етап проєкту оцінки НДР	Види робіт	Посада виконавця
Розробка технічного завдання (ТЗ)	1. Складання і затвердження ТЗ для НДР «Розробка бездротового аудіо-модуля з функцією звукового адаптеру для USB»	Дипломник, керівник
Вибір напрямку дослідження	1. Вибір і вивчення науково-технічної літератури. 2. Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в	Дипломник, керівник

Зм	Арх	№ докум	Підп	Дата

КС 55.11.003.00 ДП ПЗ

Арх
47

	технічному завданні. 3. Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	
Теоретичні дослідження	1. Технологічний розділ 2. Технічний розділ 3. Програмний розділ	Дипломник, керівник,
Узагальнення і оцінка результатів досліджень	1. Узагальнення результатів та оцінка якості виконання завдань. 2. Проведення додаткових досліджень, розробка рекомендацій по використанню результатів проведення НДР, а також рекомендацій по реалізації проекту в цілому. 3. Складання і оформлення звіту.	Дипломник, керівник

В умовах відсутності нормативної бази тривалість виконання окремих робіт розраховується на основі вірогідних оцінок робіт, що задаються виконавцями.

Таблиця 2.2 Очікувана трудомісткість робіт

Вигляд роботи	Очікуваний час виконання (дні)
1. Складання і затвердження ТЗ для НДР по розробці «Розробка бездротового аудіо-модуля з функцією звукового адаптеру для USB»	1
2. Збір і вивчення науково – технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів.	2
3. Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	2
4. Вибір мікроконтролеру для бездротового аудіо-модуля	2
5. Вибір базових компонентів бездротового аудіо-модуля	2
6. Розробка структурної схеми бездротового аудіо-модуля	3
7. Розробка функціональної схеми бездротового аудіо-модуля	3
8. Розробка принципової електричної схеми бездротового	4

Зм	Арк	№ докум	Підп	Дата

КС 55.11.003.00 ДП ПЗ

аудіо-модуля	
9. Розробка програмного забезпечення бездротового аудіо-модуля	4
Всього:	23

Виходячи з особливостей створення науково – технічної продукції і її залежності від інтелектуальної праці, розрахунок собівартості і ціни виконання НДР включає наступні статті витрат: витрати на матеріали, основна і додаткова заробітна плата, відрахування до єдиного соціального фонду страхування, витрати на роботи, що виконуються сторонніми організаціями, і деякі інші.

1. Витрати на матеріали (папір А4) складатимуть 172 грн.
2. До витрат «Основна заробітна плата» відносяться оплата праці виконавців, безпосередньо притягнених до її виконання. Розмір основної зарплати встановлюється виходячи з чисельності різних категорій виконавців, трудомісткості, що витрачається ними на виконання різних видів робіт, а також їх середньої заробітної плати (ставки) за один робочий день. Відповідно до статті 8 «Закону про Державний бюджет України на 2022» встановлено мінімальну заробітну плату у місячному розмірі з 1 січня 2022 року - 6500 гривень; мінімальну погодинну тарифну ставку – 39,26 грн.

Середня зарплата за один робочий день для кожного виконавця визначена по формулі:

Середня зарплата за один робочий день для кожного виконавця визначена по формулі:

$$Зден = п.т.с. * 8;$$

де п.т.с. – погодинна тарифна ставка, грн.;

8 – тривалість робочого дня год.

$$Зден дипломника = 39.26 * 8 = 314,08 \text{ грн.}$$

$$Зден керівника = 70 * 8 = 560 \text{ грн.}$$

$$Зден консультантів = 70 * 8 = 560 \text{ грн.}$$

					КС 55.11.003.00 ДП ПЗ	Арх.
Зл	Арх	№ докум	Підр	Дата		49

Витрати на основну заробітну плату, НДР, що включаються в собівартість, приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Витрати на основну заробітну плату

Виконає ще	Погодинна тарифна ставка, грн	Денна ставка, грн	Трудомісткість робочих днів	Сума основної зарплати, грн
Дипломник	39,26	314,08	23	7223,84
Керівник	70,00	560	1	560
Консультант по економічній частині	70,00	560	0,25	140
Консультант по охороні праці	70,00	560	0,25	140
Нормоконтроль	70,00	560	0,25	140
Всього (З _о)				8203,84

3) Витрати на додаткову заробітну плату визначаються у відсотках від основної. У наукових закладах додаткова заробітна плата складає 10-20% від основної заробітної плати.

$$Зд = З_о * 10\% = 8203,84 * 0,1 = 820,38 \text{ грн}$$

4. До складу собівартості НДР включаються податки, збори і інші обов'язкові платежі, встановлені системою оподаткування що діє. Відрахування до єдиного соціального внеску складає:

$$З_{ев} = 0,22 * (З_о + З_д) = 0,22 * (8203,84 + 820,38) = 1985,33 \text{ грн.}$$

5. До накладних витрат відносять витрати на управління і господарське обслуговування, що відносяться до всіх виконуваних НДР. У наукових закладах накладні витрати складають 40 - 120% від основної і додаткової заробітної плати.

$$P_{накл} = (З_о + З_д) * 0,4 = (8203,84 + 820,38) * 0,4 = 3609,69 \text{ грн.}$$

На підставі отриманих даних по окремих статтях витрат складена калькуляція планової собівартості в цілому НДР за формою, приведеною в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Калькуляція планової собівартості

Статті витрат	Сума, грн
1. Матеріали	172,00
2. Основна заробітна плата	8203,84
3. Додаткова заробітна плата	820,3
4. Відрахування до єдиного соціального внеску	1985,33
5. Накладні витрати	3609,69
Планова собівартість (Спл)	14791,16

Плановий прибуток визначений по формулі:

$$Ппл = 0,1 * Спл = 0,1 * 14791,16 = 1479,12 \text{ грн.}$$

Де 0,1 – норматив, який враховує граничний рівень рентабельності, встановлений чинним законодавством для науково-технічної продукції.

Договірна ціна визначається по формулі:

$$Цндр = Спл + Ппл = 14791,16 + 1479,12 = 16270,28 \text{ грн.}$$

Ціну реалізації встановлюємо з урахуванням ПДВ

$$ПДВ = 0,2 * Цндр = 0,2 * 16270,28 = 3254,06 \text{ грн.}$$

Звідси ціна реалізації НДР становить:

$$Цр = Цндр + ПДВ = 16270,28 + 3254,06 = 19524,34 \text{ грн.}$$

Зл	Арк	№ докум	Підп	Дата

КС 55.11.003.00 ДП ПЗ

Арк
51

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

Сучасний розвиток технічного та технологічного стану виробництва передбачає постійну автоматизацію та оптимізацію виробничих процесів. Сьогодні, напевно, важко уявити компанію, господарська діяльність в якій здійснювалась би без використання комп'ютерної техніки. Через масовий характер робіт, що виконуються працівниками за допомогою комп'ютера, законодавством України чітко врегульовано норми та вимоги до використання комп'ютерної техніки на підприємстві, безпосередньо й охорона праці на підприємстві при роботі за комп'ютером.

В розділі охорони праці дипломного проекту розглядаються питання створення безпечних умов праці для оператора ПК при розробці бездротового аудіо-модуля з функцією звукового адаптеру для USB.

3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих чинників, що впливають на працівника

На користувачів під час роботи з комп'ютерною технікою можуть діяти такі види небезпек: ураження електричним струмом; енергетична небезпека (виникає через коротке замикання: опіки, електрична дуга, викид розплавленого металу); небезпека загоряння; термонезбезпека (для високих температур через нагрівання конструктивних елементів); механічна небезпека (травми через падіння, дію рухомих частин, поріз за гострі частини конструктивних елементів); небезпека випромінювання (дія звукового (акустичного), високочастотного, інфрачервоного, ультрафіолетового й іонізуючого випромінювання, а також видимого світла когерентної високої інтенсивності (лазерного випромінювання); хімічна небезпека (контакт із деякими хімікатами, які використовують для того, щоб обслуговувати обладнання, або від конденсації їх парів).

3.2 Розробка заходів з охорони праці

Роботодавці повинні дбати про створення належних, безпечних і здорових умов праці для працівників, що передбачено Конституцією України (ч. 4 ст. 43),

					КС 55.11.003.00 ДП ПЗ	Арх.
Зм	Арх.	№ докум.	Після	Дата		52

ст. 153 Кодексу законів про працю України, ст. 6 та ч. 1 ст. 13 Закону України "Про охорону праці".

3.2.1 Виробничі приміщення

Приміщення, в яких планується установка та подальша робота з комп'ютером, повинні відповідати проектній документації будинку, погодженій з уповноваженими державними органами. Крім того, роботодавець повинен враховувати чинні санітарні нормативи освітлення, крім того до параметрів мікроклімату (температура, відносна вологість), ступеня і сили вібрації, звукового шуму і вогнестійкості приміщення, а також характеристики електромагнітного, ультрафіолетового та інфрачервоного полів. Конкретні показники зазначених санітарних норм див. у ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Роботодавцю заборонено установлювати комп'ютери в приміщеннях, розташованих у підвалах будинків. Для уникнення можливих аварій та замикань, поряд з приміщеннями, де вестиметься робота з комп'ютером (над чи під ними), також не дозволяється проведення робіт, що потребують здійснення надмірно вологих технологічних процесів.

Відповідне приміщення повинно бути укомплектоване системами центрального або індивідуального опалення, кондиціонування чи вентиляції повітря. Але при установці зазначених систем, необхідно переконатись, що батареї опалення, водопровідні труби, вентиляційні кабелі тощо, надійно сховані під захисними щитами, які перешкоджають можливому потрапленню робітника піднапругу.

3.2.2 Мікроклімат робочої зони працівників, вентиляція

Приміщення для роботи з персональними комп'ютерами мають бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря, або припливно-втяжною вентиляцією. У приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до ГОСТ 12.1.005-88, СН 4088-86.

					КС 55.11.003.00 ДП ПЗ	Арх
Зл	Арх	№ докум	Підп	Дата		53

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації позитивних та негативних іонів необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря.

3.2.3 Освітлення робочого місця, шум, вібрація

У кожній кімнаті, де обладнуються робочі місця співробітників, що працюватимуть на комп'ютері, повинні бути належні елементи природного та штучного освітлення. При цьому, на вікнах слід встановити легко регульовані жалюзі чи штори, які дозволять працівникам коригувати рівень освітлення в приміщенні. Бажано розмістити комп'ютери в кімнаті таким чином, щоб світло потрапляло на екрани моніторів з півдня чи північного сходу.

З метою досягнення максимального рівня безпеки і охорони праці при роботі з комп'ютером, виробничі приміщення необхідно обладнати аптечками першої медичної допомоги, системами автоматичної пожежної сигналізації і вогнегасниками. В приміщенні, в якому разом працюють 5 або більше комп'ютерів, на видному місці встановлюється службовий вимикач, який у разі потреби дозволить повністю відключити електричне живлення кімнати.

3.2.4 Електробезпека

Персональні комп'ютери, периферійні пристрої, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірвальні прилади, світлоприлади), електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту мають відповідати класу зони, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загорання внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, застосовувати негорючу ізоляцію. Лінія електромережі для живлення персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв виконується як окрема група на трипровідній мережі шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник

					КС 55.11.003.00 ДП ПЗ	Арх
Зм	Арх	№ докум	Підп	Дата		54

використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Не допускається використовувати нульовий робочий провідник як нульовий захисний провідник.

Персональні комп'ютери і периферійні пристрої повинні підключатися до електромережі тільки за допомогою справних штатських з'єднань і електророзеток заводського виготовлення.

Електромережу штатських розеток для живлення персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв при розташуванні їх уздовж стін приміщення прокладають по підлозі поруч зі стінами приміщення, як правило, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах, а також у пластикових коробах і пластмасових рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. При розміщенні в приміщенні до п'яти персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв допускається прокладання трипровідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці з негорючого чи важкогорючого матеріалу по периметру приміщення без металевих труб та гнучких металевих рукавів.

3.2.5 Організація робочого місця користувача ПК

Роботодавець, який використовує найману працю робітників, повинен забезпечити відповідність їхніх робочих місць комфортним та безпечним умовам. Розмір одного робочого місця має становити не менше 6 квадратних метрів. При необхідності, суміжні робочі місця співробітників, що працюють з комп'ютером, слід розділити перегородками висотою до 2 метрів. При визначенні достатнього розміру приміщення і робочого місця на одну особу необхідно додатково враховувати шафи, сейфи, тумби або інші предмети меблів чи обладнання, які знаходяться в кімнаті. На столі працівника можливо розмістити допоміжні для роботи пристрої (принтери, колонки, сканери), а також місця для зберігання документів, за умови, що це не обмежуватиме видимість екрану і не заважатиме працівнику. У разі надмірного шуму чи вібрації технічного обладнання, роботодавець повинен забезпечити працівників антивібраційними килимками. Робочий стілець співробітника

					КС 55.11.003.00 ДП ПЗ	Арх 55
Зл	Арх	№ докум	Пісн	Дата		

має бути підйомно-поворотним, легко регульованим за висотою та забезпечувати належну підтримку та зручне положення спини і хребта особи. Щодня не обхідно проводити вологе прибирання приміщення, та очищати робоче місце та безпосередньо монітор комп'ютера від зашпиленості.

3.3 Пожежна безпека

Приміщення, в яких розміщуються ЕОМ типу ЕС, СМ та інші великі ЕОМ загального призначення, обладнуються системою автоматичної пожежної сигналізації та засобами пожежегасіння відповідно до вимог Переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежегасіння та пожежної сигналізації, ДБН В.2.5-13-98, СН 512-78, Правил пожежної безпеки в Україні та вимог нормативно-технічної та експлуатаційної документації заводу-виробника.

Підходи до засобів пожежегасіння повинні бути вільними.

Одним з елементів забезпечення пожежної безпеки в офісі є первинні засоби пожежегасіння. Не обхідно утримувати їх в належному стані та навчити персонал користуватися ними у випадку виникнення надзвичайної ситуації.

До первинних засобів пожежегасіння належать: вогнегасники, кошики (покривало з негорючого теплоізоляційного полотна), ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, багри, лом, совки тощо.

Згідно з Правилами, будинки адміністративного призначення на кожному поверсі повинні мати не менше двох переносних (порошкових, водопісних або водних) вогнегасників з масою заряду вогнегасної речовини 5 кг і більше.

Крім того, на 20 м² площі підлоги в офісних приміщеннях з оргтехнікою, слід передбачати по одному газовому вогнегаснику з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг і більше. Приміщення, у яких розміщено оргтехніку, слід оснащувати переносними газовими вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-1,4 чи ВВК-2, але не менше ніж один вогнегасник зазначених типів на приміщення.

					КС 55.11.003.00 ДП ПЗ	Арх
Зл	Арх	№ докум	Пісн	Дата		56

ВИСНОВКИ

У результаті роботи над дипломним проектом створено проектну документацію до бездротового аудіо-модуля з функцією звукового адаптеру для USB. Цей пристрій передбачає живлення від USB-порту, має можливість обміну даними (дифковими MP3-файлами) з ПК по USB-порту, а також з підтримку стандарту бездротового зв'язку Bluetooth.

При виконанні поставленого завдання були розглянуті сучасні мікроконтролери з підтримкою USB і Bluetooth та інтерфейси, застосовувані в мікроконтролерах. Детально розглянуто мікроконтролер AT91SAM7SE256 і Bluetooth-аудіомодуль F2M03MLA, їх можливості, особливості програмування та сфери застосування.

Також були розглянуті сучасні засоби розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів компанії Atmel, протоколи передачі даних популярних інтерфейсів USB та Bluetooth.

Розроблено структурну, функціональну та принципову електричну схему бездротового аудіо-модуля та шаблони драйвера для нього під ОС Windows.

Промодельовано роботу бездротового аудіо-модуля у віртуальній лабораторії електроніки NI Multisim. Розроблений пристрій має необхідну функціональність і достатньо широкі можливості щодо розширення цієї функціональності, закладені на початковому етапі проектування і підтримувані апаратними можливостями пристрою. Тим самим закладена можливість подальшого розвитку проекту.

У подальшому можлива модифікація програмної частини бездротового аудіо-модуля, а також деяка доробка його апаратної частини (зокрема підтримка карт пам'яті).

					КС 55.11.000.00 ДП ПЗ	Арх.
Зм.	Арх.	№ докум.	Підр.	Дата		57

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 528с. ил.
2. Агуров П. В. Интерфейсы USB. Практика использования и программирования. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004 г.
3. Гребнев В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. – М.: ИП РадиоСофт, 2002 г.
4. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. — М.: Додэка-ХИ, 2007. – 360 с. – (Программируемые системы). – 2000 экз. – ISBN 978-5-94120-142-6.
5. Кожемязко В. П., Тарновський М. Г., Павлов С. В. Схемотехніка сучасного приладобудування. Частина IV. – Вінниця ВНТУ, 2003. – 136 с.
6. Олег Вальпа. Устройство флеш-памяти с USB интерфейсом. //СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА. – 2006 г, № 5, с. 56-59.
7. Олег Пущкарёв. Применение MMC-карт в микроконтроллерных системах. //СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА. – 2006 г, № 1, с. 46-49.
8. Дмитрий Тумайкин. Реализация интерфейса USB в микроконтроллерных устройствах. //СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА. – 2007 г, № 2, с. 34-37.
9. Дмитрий Чекунов. Практикум программиста USB-устройств. Часть 1. EZ-USB FX2LP – универсальное USB-решение. //СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА. – 2005 г, № 4, с. 70-77.
10. Дмитрий Чекунов. Практикум программиста USB-устройств. Часть 2. Разработка аппаратно-программного ядра USB-устройства. //СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА. – 2005 г, № 6, с. 66-74.
11. Дмитрий Чекунов. Практикум программиста USB-устройств. Часть 3. Расширение функций ядра USB-устройства. //СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА. – 2006 г, № 2, с. 70-77.
12. Плазгеев А. П. Сравнительная оценка сред разработки устройств на AVR микроконтроллерах / А. П. Плазгеев, Н. С. Шангалова – Вестник ХНАДУ, выпуск – 2011. – 53 с.

					КС 55. 11 000. 00 ДП ПЗ	Арх
Зл	Арх	№ докум	Після	Дата		58

ДОДАТОК А. Фрагмент коду програми на мові С++ для драйверу бездротового аудіо-модулю

```
AI91U:b80mC and.cpp
// AI91U:b80mC and.cpp // Generated by DriverWizard DriverStudio
// Requires: Computer's DriverWorks classes
#define VDWM_MAIN
#include <vdw.h>
#include <drv.h>
#include "AI91U:b80mC and.h"
#include "AI91U:b80mC andDevice.h"
#pragma hdrstop("AI91U:b80mC and.pch")
COLIAG DefaultPchFlag(191A)
KTime t("AI91U:b80mC and");
#pragma code_seg("INIT")
DECLARE_DRIVER_CLASS(AI91U:b80mC and, NULL)
NTSTATUS AI91U:b80mC and::DriverEntry(PUNICODE_STRING RegistryPath)
{
    t << "In DriverEntry\n";
    KERegistryKey Params(RegistryPath, L"Parameters") // Open the "Parameters" key under the driver
    if (!NT_SUCCESS(Params.LockFile())) {
        #if DBG
        ULONG bBsmalOnEntry = FALSE;
        Params.QueryValue(L"BsmalOnEntry", &bBsmalOnEntry);
        // Read "BsmalOnEntry" value from registry
        if (bBsmalOnEntry / DebugBreakPoint) // If requested, break into debugger
        #endif
        LoadRegistryParameters(Params); // Load driver data members from the registry
        m_Unit = 0;
        return STATUS_SUCCESS;
    }
    void AI91U:b80mC and::LoadRegistryParameters(KERegistryKey &Params) {
        m_bBsmalOnEntry = FALSE;
        Params.QueryValue(L"BsmalOnEntry", &m_bBsmalOnEntry);
        t << "m_bBsmalOnEntry loaded from registry, resulting value: [" << m_bBsmalOnEntry << "]\n";
        // End INIT section
        #pragma code_seg()
        NTSTATUS AI91U:b80mC and::AddDevice(PDEVICE_OBJECT Pdo) {
            t << "Add Device called\n";
            AI91U:b80mC andDevice * pDevice = new(
                static_cast<RWSTK>(KUnicodeName(L"AI91U:b80mC andDevice", m_Unit)),
                FILE_DEVICE_UNKNOWN, NULL, 0, DO_DIRECT_IO | DO_POWER_PAGABLE)
            AI91U:b80mC andDevice(Pdo, m_Unit);
            if (pDevice == NULL) {
                t << "Error creating device AI91U:b80mC andDevice" << (ULONG) m_Unit << EOL;
                return STATUS_INSUFFICIENT_RESOURCES;
            }
            NTSTATUS status = pDevice->ConstructorStatus();
            if (!NT_SUCCESS(status)) {
                t << "Error constructing device AI91U:b80mC andDevice"
                << (ULONG) m_Unit << ": status " << (ULONG) status << EOL;
                delete pDevice;
            }
            else {
                m_Unit++;
                pDevice->ReportNewDevicePowerState(PowerDeviceDO);
            }
            return status;
        }
    }
    AI91U:b80mC and.h
    // AI91U:b80mC and.h // Generated by DriverWizard version DriverStudio (Build 524)
    // Requires: Computer's DriverWorks classes
    #ifndef _AI91U:b80mC and_h_
    #define _AI91U:b80mC and_h_

```

```

#define EOL "\n"
return KIRace t;
class A191U:bSoMf and : public KDriver
{ SAFE_DEVICE_OBJECTS
public:
virtualNTSTATUS DriverEntry(PUNICODE_STRING RegistryPath);
virtualNTSTATUS AddDevice(PDEVICE_OBJECT Pdo)
void LoadRegistryParameters(KRegistryKey &Params);
int m_Unit
// The following data members are loaded from the registry during DriverEntry
ULONG m_bEmailOnEntry;};
#ifdef __A191U:bSoMfCard_h__
A191U:bSoMf andDevice.cpp
// A191U:bSoMfCardDevice.cpp Implementation of A191U:bSoMf andDevice device class
// Generated by DriverWizard version 1.0.0 (Build 524)
// Requires: Computer's DriverWorks classes
#pragma warning(disable:045) // Allows with statement with no case
#include <wdwh>
#include <wbh>
#include "A191U:bSoMfCardDeviceinterface.h"
#include "A191U:bSoMfCard.h"
#include "A191U:bSoMfCardDevice.h"
#pragma hdrstop("A191U:bSoMf and.pch")
return KIRace t // Global driver trace object
GUID A191U:bSoMfCardDevice_Guid = A191U:bSoMfCardDevice_CLASS_GUID
A191U:bSoMf andDevice::A191U:bSoMf andDevice(PDEVICE_OBJECT Pdo, ULONG Unit):
KPNPDevice(Pdo, &A191U:bSoMfCardDevice_Guid){
t-<< "Entering A191U:bSoMf andDevice::A191U:bSoMf andDevice (constructor)\n";
if(!NT_SUCCESS(m_ConstructorState)) // Check constructor state
{return;}
m_Unit = Unit; // Remember our unit number
m_Lower.Initialize(this, Pdo); // Initialize the lower device
m_Interface.Initialize(
m_Lower // KU:bLowerDevice
0, // Interface Number
1, // Configuration Value
0 // Initial Interface Alternate Setting
) // Initialize each Pipe object
SetLowerDevice(&m_Lower) // Inform the base class of the lower edge device object
SetPnpPolicy(); // Initialize the PnP Policy settings to the "standard" policy
SetPowerPolicy(); // Initialize the Power Policy settings to the "standard" policy
A191U:bSoMf andDevice::~A191U:bSoMf andDevice()
{t-<< "Entering A191U:bSoMf andDevice::~A191U:bSoMf andDevice() (destructor)\n";}
char *PNPMinorFunctionNames[ULONG max]{
static char* mine *[] = {
"IRP_MN_START_DEVICE",
"IRP_MN_QUERY_REMOVE_DEVICE",
"IRP_MN_REMOVE_DEVICE",
"IRP_MN_CANCEL_REMOVE_DEVICE",
"IRP_MN_STOP_DEVICE",
"IRP_MN_QUERY_STOP_DEVICE",
"IRP_MN_CANCEL_STOP_DEVICE",
"IRP_MN_QUERY_DEVICE_RELATIONS",
"IRP_MN_QUERY_INTERFACE",
"IRP_MN_QUERY_CAPABILITIES",
"IRP_MN_QUERY_RESOURCES",
"IRP_MN_QUERY_RESOURCE_REQUIREMENTS",
"IRP_MN_QUERY_DEVICE_TEXT",
"IRP_MN_FILTER_RESOURCE_REQUIREMENTS";

```

```

<unkno wn minor function>;
'IRP_MN_READ_CONFIG';
'IRP_MN_WRITE_CONFIG';
'IRP_MN_EJECT';
'IRP_MN_SET_LOCK';
'IRP_MN_QUERY_ID';
'IRP_MN_QUERY_PNP_DEVICE_STATE';
'IRP_MN_QUERY_BUS_INFORMATION';
'IRP_MN_DEVICE_USAGE_NOTIFICATION';
'IRP_MN_SURPRISE_REMOVAL';
if (mn -> IRP_MN_SURPRISE_REMOVAL) return <unkno wn minor function>;
else return mn; }
NTSTATUS A191U:b80mC andDevice:DefaultPnp(KIrp I){
t<< 'Entering A191U:b80mC andDevice:DefaultPnp with IRP minor function='
<< PNPMinorFunctionName(LMinorFunction()) << EOL;
IFonzEAvsaCfC umantStackLocationInCallDown();
return m_LowErPnpCall(this, I) }
NTSTATUS A191U:b80mC andDevice:DefaultPower(KIrp I){
t<< 'Entering A191U:b80mC andDevice:DefaultPower';
IndicatePowerUpProcessed();
CopyParametersDown();
return m_LowErPnpPowerCall(this, I) }
NTSTATUS A191U:b80mC andDevice:SystemControl(KIrp I){
t<< 'Entering A191U:b80mC andDevice:SystemControl';
IFonzEAvsaCfC umantStackLocationInCallDown();
return m_LowErPnpCall(this, I) }
NTSTATUS A191U:b80mC andDevice:OnStartDevice(KIrp I){
t<< 'Entering A191U:b80mC andDevice:OnStartDevice\n';
NTSTATUS status = STATUS_UNSUCCESSFUL;
AC_STATUS acStatus = AC_SUCCESS;
Information()=0;
acStatus = m_LowErActivateConfiguration(1) // Configuration Value 1 (the first configuration)
switch(acStatus)
{case AC_SUCCESS:t<< 'USB Configuration OK\n';
status = STATUS_SUCCESS; break;
case AC_COULD_NOT_LOCATE_INTERFACE:t<< 'Could not locate interface\n';
break;
case AC_COULD_NOT_PRECONFIGURE_INTERFACE:
t<< 'Could not get configuration descriptor\n'; break;
case AC_CONFIGURATION_REQUEST_FAILED:
t<< 'Board did not accept configuration URB\n'; break;
case AC_FAILED_TO_INITIALIZE_INTERFACE_OBJECT:
t<< 'Failed to initialize interface object\n'; break;
case AC_FAILED_TO_GET_DESCRIPTOR:t<< 'Failed to get device descriptor\n'; break;
case AC_FAILED_TO_OPEN_PIPE_OBJECT:status = STATUS_SUCCESS;
t<< 'Failed to open pipe object\n'; break;
default:t<< 'Unexpected error activating USB configuration\n'; break;}
return status; // base class complete the IRP}
NTSTATUS A191U:b80mC andDevice:OnStopDevice(KIrp I){
NTSTATUS status = STATUS_SUCCESS;
t<< 'Entering A191U:b80mC andDevice:OnStopDevice\n';
m_LowErDeActivateConfiguration();
return status;
UNREFERENCED_PARAMETER(I); }
NTSTATUS A191U:b80mC andDevice:OnRenameDevice(KIrp I){
t<< 'Entering A191U:b80mC andDevice:OnRenameDevice\n';
m_LowErRenameDevice();
return STATUS_SUCCESS;
UNREFERENCED_PARAMETER(I); }

```

```

NISTATUS AI91UsbSocmCardDevice::OnDevicePowerUp(KIrp I){
NISTATUS status = SIAIUS_SUCCESS;
t<< "Entering AI91UsbSocmCardDevice::OnDevicePowerUp\n";
return status;
UNREFERENCED_PARAMETER(I);
NISTATUS AI91UsbSocmCardDevice::OnDeviceSleep(KIrp I){
NISTATUS status = SIAIUS_SUCCESS;
t<< "Entering AI91UsbSocmCardDevice::OnDeviceSleep\n";
return status;
UNREFERENCED_PARAMETER(I);
NISTATUS AI91UsbSocmCardDevice::Cstate(KIrp I){
NISTATUS status;
t<< "Entering AI91UsbSocmCardDevice::Cstate " << I << EOL;
status = IPnpC::complete(this, SIAIUS_SUCCESS, ID_NO_INCREMENT);
t<< "AI91UsbSocmCardDevice::Cstate Status " << (ULONG)status << EOL;
return status;
}
NISTATUS AI91UsbSocmCardDevice::Cclose(KIrp I){
NISTATUS status;
t<< "Entering AI91UsbSocmCardDevice::Cclose " << I << EOL;
status = IPnpC::complete(this, SIAIUS_SUCCESS, ID_NO_INCREMENT);
t<< "AI91UsbSocmCardDevice::Cclose Status " << (ULONG)status << EOL;
return status;
}
NISTATUS AI91UsbSocmCardDevice::Cleanup(KIrp I){
t<< "Entering Cleanup " << I << EOL;
return IPnpC::complete(this, SIAIUS_SUCCESS);
}
NISTATUS AI91UsbSocmCardDevice::Read(KIrp I){
t<< "Entering AI91UsbSocmCardDevice::Read " << I << EOL;
if(FALSE) // Request is invalid
{
LInformation()=0; // Invalid parameter in the Read request
return IPnpC::complete(this, SIAIUS_INVALID_PARAMETER);
}
if(LReadSize()==0) // Always ok to read 0 elements
{
LInformation()=0;
return IPnpC::complete(this, SIAIUS_SUCCESS);
}
NISTATUS status = SIAIUS_SUCCESS;
KMemory Mem(I.Mid); // Declare a memory object
PUC HAK pBuffer = (PUCHAR) Mem.VirtualAddress();
// Use the memory object to create a pointer to the caller's buffer
ULONG dwTotalSize = LReadSize(CURRENT);
// Requested read size
ULONG dwByte Read = 0; // Count of bytes read
LInformation() = dwByte Read;
return IPnpC::complete(this, status);
}
NISTATUS AI91UsbSocmCardDevice::Write(KIrp I){
t<< "Entering AI91UsbSocmCardDevice::Write " << I << EOL;
if(FALSE)
{
LInformation()=0; // Invalid parameter in the Write request
return IPnpC::complete(this, SIAIUS_INVALID_PARAMETER);
}
if(LWriteSize()==0) // Always ok to write 0 elements
{
LInformation()=0;
return IPnpC::complete(this, SIAIUS_SUCCESS);
}
NISTATUS status = SIAIUS_SUCCESS;
KMemory Mem(I.Mid); // Declare a memory object
PUC HAK pBuffer = (PUCHAR) Mem.VirtualAddress();
// Use the memory object to create a pointer to the caller's buffer
ULONG dwTotalSize = LWriteSize(CURRENT);
ULONG dwByte Sent = 0;
LInformation() = dwByte Sent;
return IPnpC::complete(this, status);
}
NISTATUS AI91UsbSocmCardDevice::DeviceControl(KIrp I){

```

```

NTSTATUS status;
+<< "Entering A191U:b80mC andDevice:Device Control " << I << EOL;
+with(I LocOfCode())
{default status = STATUS_INVALID_PARAMETER; // Unrecognized IOCTL request
+ok;}
if(!status == STATUS_PENDING){return status;}
ok & {return LPnpComplete(this, status);}
A191U:b80mC andDevice.h
// A191U:b80mC andDevice.h // Generated by DriverWizard version 4.0 DriverStudio (Build 526)
// Requires Computer's DriverWorks classes
#ifdef __A191U:b80mC andDevice_h__
#define __A191U:b80mC andDevice_h__
class A191U:b80mC andDevice : public FPNPDevice
{ // Constructors
public:
SAFE_IRP_DISPATCHER;
A191U:b80mC andDevice(PDEVICE_OBJECT Device, ULONG Unit);
~A191U:b80mC andDevice();
// Member Functions
public:
DEV_MEMBER_DISPATCHER;
virtual NTSTATUS OnStartDevice(KIRP Irp);
virtual NTSTATUS OnStopDevice(KIRP Irp);
virtual NTSTATUS OnRemoveDevice(KIRP Irp);
virtual NTSTATUS DefaultPnp(KIRP Irp);
virtual NTSTATUS DefaultPower(KIRP Irp);
virtual NTSTATUS OnDevicePowerUp(KIRP Irp);
virtual NTSTATUS OnDeviceSleep(KIRP Irp);
#ifdef COMMENT_ONLY
virtual NTSTATUS CleanUp(KIRP Irp); // COMMENT ONLY
virtual NTSTATUS Create(KIRP Irp); // COMMENT ONLY
virtual NTSTATUS Close(KIRP Irp); // COMMENT ONLY
virtual NTSTATUS DeviceControl(KIRP Irp); // COMMENT ONLY
virtual NTSTATUS SystemControl(KIRP Irp); // COMMENT ONLY
virtual NTSTATUS Read(KIRP Irp); // COMMENT ONLY
virtual NTSTATUS Write(KIRP Irp); // COMMENT ONLY
#endif
// Member Data
protected:
// Unit number for this device (0-9)
ULONG m_Unit;
KUBLowerDevice m_Lower;
KUBInterface m_Interface; };
#endif

```