

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ І КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи магістра
на тему:

«КОНТРОЛЕР ВЕНДІНГОВОГО ПОПКОРН-АВТОМАТУ»

Завідувач кафедри:	Опанасюк А.С.
Керівник кваліфікаційної роботи:	Гриненко В. В.
Консультант з техніко-економічної частини:	Маценко О.М.
Виконав студент гр. ЕС.м-11:	Волобуєв В.В.

Суми 2022 р.

Сумський державний університет

Факультет ЕЛІТ

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

Напрямок підготовки: 8.171 "Електронні системи та компоненти"

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Зав. кафедри Опанасюк А.С.

«__» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра

студенту Волобуєву Владіславу

1. Тема проекту «КОНТРОЛЕР ВЕНДІНГОВОГО ПОПКОРН-АВТОМАТУ»

затверджено наказом по кафедрі від «__» _____ 2022 р. №

2. Термін здачі студентом закінченого проекту: 23.12.2022

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) _

- розробка алгоритму функціонування пристрою;

- розробка структурної схеми пристрою;

- розробка функціональної схеми пристрою;

- розробка принципової електричної схеми;

- розробка програмного забезпечення.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- блок-схема алгоритму роботи пристрою;

- структурна блок-схема роботи пристрою;

- функціональна схема пристрою;

- принципова схема пристрою.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економічна частина	Маценко О.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п\п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Огляд літератури та постановка завдання	07.11.2022	
2	Науково-дослідна частина	09.11.2022	
3	Розроблення алгоритму роботи та структурної схеми	16.11.2022	
4	Розробка функціональної схеми	19.11.2022	
5	Розроблення та розрахунок блоків системи	22.11.2022	
6	Техніко-економічна частина	4.12.2022	
7	Формування висновків та остаточне оформлення роботи	10.12.2022	
8	Оформлення графічних матеріалів	16.12.2022	
9	Здача кваліфікаційної роботи на рецензію	23.12.2022	

Студент

Волобуєв В.В.

Керівник роботи

Гриненко В. В.

« » _____ 2022 р.

РЕФЕРАТ

Випускна кваліфікаційна робота магістра сформована з 80 сторінок, 54 рисунків, 15 таблиць, 23 літературних джерел.

Об'єктом дослідження роботи є вендінгові попкорн автомати.

Предмет дослідження - контролери керування даними автоматами.

В ході виконання роботи були представлені теоретичні та експериментальні дослідження мікроконтролерів та датчиків, запропоновано використання інтерфейсу RS485.

За основу системи було взято мікросхему Atmega2560. Під час виконання роботи було розроблено алгоритм роботи; структурну, функціональну та принципову схеми.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ	7
1.1 Розвиток вендингового бізнесу в Україні	7
1.2 Аналіз конкурентів	10
2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	16
2.1 Промислові мережі та інтерфейси	16
2.2 Типи промислових інтерфейсів зв'язку	17
3 РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМУ РОБОТИ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ	26
3.1 Алгоритм роботи	26
3.2 Структурна схема	29
4 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ	30
5 РОЗРОБЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ ТА БЛОКІВ СИСТЕМИ	33
5.1 Розробка блоку мікроконтролера	33
5.2 Блок ультразвукового визначення рівня попкорну	44
5.3 Блок реалізації інтерфейсу (підключення LCD дисплею)	55
5.4 Підключення датчику температури та вологості DHT11	56
5.5 Підключення лазерних далекомірів Sharp GP2Y0F21YK0F	57
5.6 Підключення фотоелектричних датчиків E18-D80NK	60
5.7 Підключення виконуючих пристроїв	63
5.8 Підключення купюроприймача CashCode SM	64

					<i>ЕЛІТ 8.171.00.10.314 ПЗ</i>						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Контролер вендингового попкорн-автомату Пояснювальна записка</i>			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Волобуєв В.В.									3	80
Перевір.	Гриненко В.В.										
Реценз.											
Н. контр.	Гапич В.М.										
Затвердж.	Опанасюк А.С.				<i>СумДУ, гр. ЕС-м-11</i>						

5.9 Підключення інтерфейсу MAX485.....	65
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	67
6.1 Розрахунок економічного ефекту проектованої системи	67
6.1.1 Розрахунок повної собівартості розроблюваної системи.....	67
6.1.2 Визначення ціни приладу.....	72
ВИСНОВОК	74
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	75
Додаток А	

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

ЕЛІТ 8.171.00.10.314 ПЗ

Арк.

4

ВСТУП

Вендінг – продаж різних товарів через торговельні автомати. Такий спосіб реалізації продукції використовується у світовій практиці більше сотні років, але якщо раніше такі машини продавали лише дрібні малоцінні товари, то сконструйовані за сучасними стандартами автомати отримали можливість збувати більш дорогу та різноманітну продукцію.

Досвід зарубіжних інвесторів показує, що роздрібна торгівля товарами щоденного попиту, що здійснюється через подібну торгівлю мережа, що дає великий прибуток, адже не передбачає будь-яких витрат на утримання приміщення, персоналу, отримання спеціальних ліцензій та дозволів. Таким чином, товаровиробник зменшує як постійні та змінні витрати і, отже, собівартість самої продукції. Слід вважати, що послуга з надання торгового автомат користується популярністю у замовників. Перевага вендінг-бізнесу полягає також у його швидкій окупності незалежно від масштабу діяльності: будь це 1-2 автомати для офісу або комерційна мережа з кількох сотень апаратів. Проект почне приносити чистий прибуток вже за 10-16 місяців після його старту.

Вендінг – дуже перспективна ніша у сфері обслуговування, здатна скласти конкуренцію методом збуту. Щорічно в Україні продаються багато тисяч торгових автоматів, завезені з-за кордону. За даними європейської вендингової асоціації у 2015 році в Україні було продано лише 50.000 торгових автоматів. Реально ж, звісно, набагато більше.

Сьогоднішній сучасний споживчий ринок відрізняється щодо високої насиченості товарами, змінюється співвідношення магазинних та позамагазинних форм продажу товарів. Так, в Україні динаміка зростання продажів через сучасні формати торгівлі – гіпермаркети, супермаркети та дискаунтери - досить висока і становить 11,9% на рік. Якщо розглядати позамагазинну форму організації торгівлі, то зростання обороту Інтернет-торгівлі становить близько 19% на рік, через торгові автомати – 72%.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

ЕЛІТ 8.171.00.10.314 ПЗ

Арк.

5

Однак він досі не консолідований і ненасичений: в Україні вендинговий ринок освоєно приблизно на 10%, у регіонах – на 3%. Вендинг сьогодні сприймається як самостійний бізнес. Розвиток послуг вендингу є найважливішою умовою подальшого підвищення продуктивності праці та культури торгівлі.

Виробництво вендингових автоматів в Україні тільки починає своє розвиток та сильна конкуренція з боку Заходу. Сьогодні в країні немає повного циклу виробництва торговельного обладнання (автоматів), присутня лише невелика кооперація із західними виробниками на основі складання з готових зарубіжних деталей (і тільки складання деяких моделей певної модифікації). В останні роки помітно виріс попит купівлю торгових автоматів.

Вендингові автомати – це один із найдинамічніших і перспективних видів роздрібною торгівлі та способів надання послуг [2]. На сьогоднішній день в Україні можна знайти чимало компаній-постачальників, які пропонують торгові автомати різних виробників. і обіцяють покупцям всілякі умови як за цінами, гарантійного та сервісного обслуговування, умов постачання, а також додаткового сервісу: навчання, постачання інгредієнтів та видаткових матеріалів, консультацій та з елементами використання франчайзингу.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

ЕЛІТ 8.171.00.10.314 ПЗ

Арк.

6

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Розвиток вендингового бізнесу в Україні

В сучасних умовах глобальних змін розвиток вендингового бізнесу або продажу-торгівлі товарами через автомати стрімко розвивається в усьому світі. В Україні вендингова діяльність – відносно молода та перспективна галузь бізнесу. Продаж товарів або надання послуг за допомогою машин значно відрізняються перевагами для покупців як у простоті та зручності використання, так і в можливостях купити необхідний товар або отримати послугу, не змінюючи маршрут і не марнуючи багато часу.

Відповідно, власники отримують відносно великі прибутки за короткий термін і швидко окупність машин. Розвиток вендингових послуг це найважливіша умова подальшого підвищення продуктивності торгівлі та культури праці. Експерти прогнозують 10-кратне зростання ринку вендингу в Україні у 2025 році до 2 млрд дол. США [6].

Вендинговий бізнес, як і будь-яка міжнародна діяльність, вимагає необхідності наявності дієвого механізму регулювання. Оскільки в Україні вендинг – відносна молода галузь бізнесу, законодавство ще недостатньо регулює ринок вендингових послуги. Вендинговий ринок України стрімко розвивається з 2000 року і в останні роки пройшов період сталого розвитку [5]. (рис. 1.1.).

Слід зазначити, що темпи зростання розвитку весільної діяльності в Україна сповільнилася порівняно з початком 2000-х, але вони одні є найінтенсивніші в Європі. Зростання не тільки за рахунок загального збільшення кількості торгових автоматів у операторів, а й за рахунок появи автоматів [5].

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

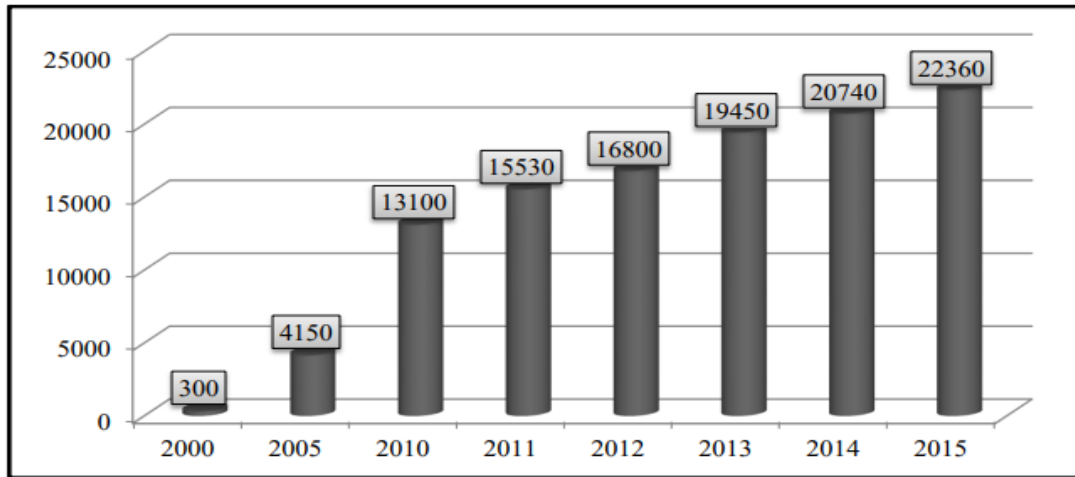


Рисунок 1.1 – Динаміка вендингового ринку України в період 2000-2015рр., (тис дол. США)

За об'єктами продажу торговий ринок поділяється на:

а) автомати з продажу (холодних напоїв в банках і пляшках, гарячих та холодних напоїв на розлив, штучних виробів, гарячих страв, попкорн, засобів особистої гігієни, презервативів, упакованого корму для тварин, газет);

б) автомати з продажу послуг (музичні апарати, фотоапаратура, копіювальні апарати, автоматичні пральні та сушильні машини, автоматичні більярдні столи, дитячі іграшки тощо) [2, с.82].

В сучасних умовах на ринку вендингових послуг серед домінуючих являються вітчизняні компанії та приватні підприємці. Основними користувачами торгових автоматів є: студенти, державні службовці, клерки, робочий персонал офісів. Понад 10% нав'язується керівникам. Ліва частина відвідувачів (майже 80%) ще не є старше 40 років, більше 25% - підлітки, з них майже 10% - діти до 16 років[2].

Згідно з регіональним розподілом, ринок вендингу розвивається більш швидкими темпами у м. Києві, містах-мільйонниках: Дніпропетровську, Харкові, Львові та в туристичних центрах. Здійснені спроби встановити автомати в невеликих містах чи селах поки що показали себе безуспішно. Але місць для них у великих містах залишається все менше, а їх рентабельність

поступово знижується через конкуренцію. Однак поки на ринку з'являються нові автомати, які також стають популярні серед споживачів.

Новітнє покоління вендингового обладнання піднімає планку якості обслуговування, що дозволяє швидко надавати більш якісні послуги клієнтам-покупцям, що у своєму випадку потребує збільшення вкладення ресурсів. На технічне обслуговування нових машин, вимагає більш кваліфікованих працівників, обладнання та інженерів. Для розміщення автоматів на нових точках потрібні кваліфіковані працівники, щоб продемонструвати іншим сторонам переваги автомату. Вимоги операторів та власників торговельних автоматів постійно зростають, тому виробники стежать за запитом клієнтів і як результат: вендингові автомати розвиваються, отримують більш надійний функціонал та естетичну привабливість, універсальність і практичність[4].

В Україні досить розповсюджені платіжні термінали і автомати з продажу гарячих напоїв - кави, чаю та ін. Їх популярність обумовлена тим, що платіжні термінали практично не вимагають обслуговування, лише збір доходів і наповнення автомата папером для чеків і гарячими напоями, вони завжди популярні, особливо в місцях великого потоку людей - торгові та офісні центри, підземні пішохідні переходи, адміністративні будівлі тощо[1, с.38].

До найпоширеніших місць розташування торгових автоматів в Україні, включають: офісні та торгово-розважальні центри; вокзали; метро; аеропорти; супермаркети, роздрібні магазини та АЗС; школи; лікарні; промислові підприємства; інші (підземні переходи, зупинки та місця велике скупчення людей).

Поділ вендингових автоматів за популярністю товарів в Україні наведено у таблиці 1.1.

На українському ринку вендингових автоматів існує лише два оператори та постачальники вендингових автоматів: Київські компанії ТОВ «Національний оператор автомати» та ПП «Кавомати». Великі продавці побутової техніки та торгове обладнання також продається торговими

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

автоматами, але в них, як як правило, відсутні «автоматичні» обслуговуючі агрегати.

Таблиця 1.1 – Поділ вендингових автоматів за популярністю товарів в Україні

Назва торговельного автомату	Кількість (шт.)
Кавові	32 тис.
Платіжні термінали	20 тис.
Продаж холодних напоїв в банках	1,5 тис.
Снекові	1 тис.
Масажні вендинг-крісла	700
Продаж бахіл	400
Фреш-автомати	150
Розважальні та сувенірні	90
Фотокіоски та фотокабіни	80
Копіювальні автомати	50
Інші (музичні, пральні, термінали підзарядки телефонів, тощо.)	150

Таким чином, можна впевнено говорити про розвиток вендингу в Україні вражає, з кожним днем ринок автоматів збільшується і успішно розвивається. Уподобання споживачів також змінюються, і люди перестають бути обережними новий вид продажу товарів і послуг. Українська в найближчому майбутньому ринок торгових автоматів буде все більше нагадувати ринки інших промислово розвинутих країн.

1.2 Аналіз конкурентів

Проаналізуємо асортимент наявних деяких вендингових апаратів на даний момент.

Вендинговий автомат з продажу питної води GWater G60

Згідно опису апарат виконаний у корпусі для монтажу на підлозі, має ряд переваг а саме: дороговартісний вигляд, рентабельність а також можлива робота в будь-яких кліматичних умовах (навіть до -30°C з опцією термостабілізації).

Монтаж апарату може бути виконаний в наступних місцях:

- На вулиці (біля супермаркетів, магазинів, ТЦ, держустанов, аптек)

Змін.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

- У приміщенні (ТЦ, супермаркетах, під'їздах та ін.)

Серед особливих вимог що забезпечують стабільну роботу вендингу є: обов'язкове підключення до каналізації та водопостачання, а також підключення до електропостачання оскільки не має в своїй будові безперебійного джерела живлення. Серед переваг, заявленими компанією, є система що забезпечує моніторинг та облік продаж питної води, контролює залишки, відстежує пікові навантаження, всі параметри можна відстежувати у реальному часі з будь-якої точки світу.

Ціна на базову модель автомату G60 починається від 2670\$ і залежить від додаткових комплектуючих (ціна не включає вартість доставки)[9].

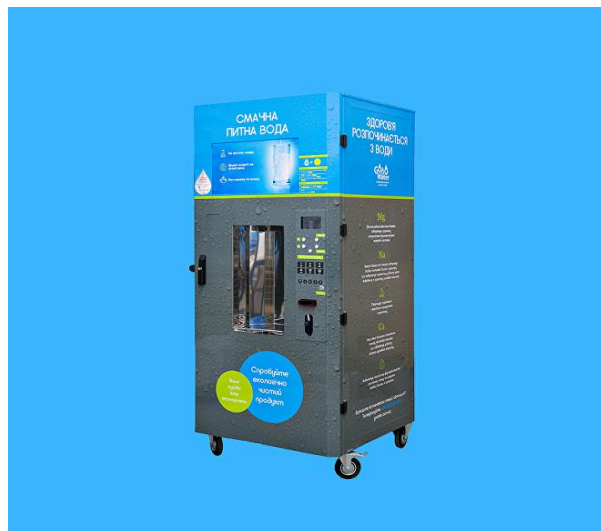


Рисунок 1.2 – Вендинговий автомат з продажу питної води GWater G60

Вендинговий автомат з продажу молока "EcoMilk" GM200

Має подібний функціонал що і GWater G60 але спеціалізується на продажу молока. Тому серед конструктивних особливостей даної моделі вендингового апарату є наявність вбудованого охолоджувача (температура не перевищує 4°C) , за допомогою системи охолодження працюючої на основі хладогену R404A/R507A, що в свою чергу є досить безпечним як для користувачів так і для навколишнього середовища.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата



а)



б)

Рисунок 1.3 – Вендинговий автомат з продажу молока "ЕсоMilk" GM200 (а) вид загальний, (б) конструктивний вигляд всередині

Серед переваг перелічених компанією, виокремимо наступні:

- за допомогою кабінету ви завжди можете бачити залишок молока у ємності автомату і знати коли потрібно його поповнити;
- підтримка оплати онлайн за допомогою qr-code та банківських карт;
- підтримка фіскальних чеків (CheckBox).

Ціна на базову модель молокомату GM200 починається від 6146\$ і залежить від додаткових комплектуючих.

Вендинговий автомат з продажу рідини склоомивача ClearGlass G3

Як заявляє продавець вендинговий автомат з продажу рідини склоомивача ClearGlass є чудовою ідеєю додаткового заробітку на автотійці, стоянці, автозаправці або біля супермаркету.

Автоматизований продаж рідини склоомивача дає можливість заробляти в 5 разів більше, працюючи та обслуговуючи автомат без співробітників

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата



а)



б)

Рисунок 1.4 – Вендинговий автомат з продажу рідини склоомивача ClearGlass G3 (а)вид загальний, (б)конструктивний вигляд всередині

Серед переваг перелічених компанією, виокремимо наступні:

- підключаються до системи очищення води
- можливість розливу продукції в будь-яку тару до 19,2 л
- зона розливу води з харчової нержавіючої сталі
- зона розливу з підсвічуванням
- лічильник проданого обсягу води, не обнуляємо лічильники грошових коштів для контролю
- датчик рівня води в ємності, що не допускає спустошення води
- можливість повного контролю автомата через інтернет у особистому кабінеті
- можливість вибору дизайну під Вашу торговельну марку

Ціна на базову модель блоку наливу G3 починається від 1660\$ і залежить від додаткових комплектуючих.[9].

Платіжні термінали. Автомат UniPay-T17-V

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата



Рисунок 1.5 – Автомат UniPay-T17-V загальний вид

Сенсорний вуличний платіжний термінал має наступні характеристики:

- монітор 17", сенсорне скло;
- купюроприймач Cashcode MVU, принтер Custom VKP-80;
- GSM-модем з підтримкою GPRS, жорсткий диск;
- блок живлення 400 Вт, вага до 75 кг;
- вартість 1050\$.

Автомат вуличний модель МД-1



Рисунок 1.6 – Автомат вуличний модель МД-1 загальний вид

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

ЕЛТ 8.171.00.10.314 ПЗ

Арк.

14

Характеристики:

- розміри 2200x700x1350, маса автомата без питної води не більше 300 кг;
- ємність 1280л., напруга мережі 205-240 В, 50 Гц;
- ультрафіолетовий стерилізатор, споживча потужність 100 Вт;
- тип дисплею монохромний, купюроприймач CashCode MVU;
- зчитувач карток Mifare (опція), монетоприймач RM5/Alberichi;
- антена, GSM-модем з підтримкою GPRS;
- лічильник води, система обігріву з терморегулятором;
- видача води відбувається дозовано;
- антивандальне виконання дозволяє розмістити автомат на вулиці.

Постановка задачі проектування

Метою даного проекту є розробка контролера вендингового попкорн-апарату.

У конкретному випадку, задача полягає в проектуванні системи, що виконує наступні функції:

- Виконує збір інформації з датчиків;
- Проводити обробку отриманих даних;
- На основі отриманих даних приводити в дію відповідні виконуючі пристрої для забезпечення відповідної роботи автомату;
- Передавати дані від вузла збору даних до особистого кабінету власника вендингу, для забезпечення моніторингу роботи автомату.

Для виконання поставлених задач необхідно:

- Розробити алгоритм роботи системи передачі даних.
- Розробити структурну та функціональну схеми системи передачі даних;
- Провести вибір елементної бази та розробити принципову електричну схему блоків системи передачі даних;
- Розробити мережу зв'язку автоматів та програмне забезпечення.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

ЕЛІТ 8.171.00.10.314 ПЗ

Арк.

15

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Промислові мережі та інтерфейси

Обмін інформацією між пристроями, що входять до складу автоматизованої системи (комп'ютерами, контролерами, датчиками, виконавчими пристроями) відбувається у загальному випадку через промислову мережу (Fieldbus, "польову шину")

Промисловою мережею називають комплекс устаткування і програмного забезпечення, які забезпечують обмін інформацією між декількома пристроями. Промислова мережа є основою для побудови розподілених систем збору даних і управління.

Промислові мережі відрізняються від офісних наступними властивостями: спеціальним конструктивним виконанням, що забезпечує захист від пилу, вологи, вібрації, ударів;

- широким температурним діапазоном (як правило, від -40 до +70 град);
- підвищеною міцністю кабелю, ізоляції, роз'ємів, елементів кріплення;
- підвищену стійкість до впливу електромагнітних перешкод;
- можливістю резервування підвищення надійності;
- підвищеною надійністю передачі;
- можливістю самовідновлення після збою;
- детермінованістю (визначеністю) часу доставки повідомлень;
- можливістю роботи в реальному часі (з малою, постійною та відомою величиною затримки);
- роботою з довгими лініями зв'язку (від сотень метрів до кількох кілометрів).

В даний час налічується понад 50 типів промислових мереж (Modbus, Profibus, DeviceNet, CANopen, LonWorks, ControlNet, SDS, Seriplex, ArcNet, BACnet, FDDI, FIP, FF, ASI, Ethernet, WorldFIP, Foundation Fieldbus, Interbus,

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

BitBus та ін.). Проте найпоширенішими є лише частина їх. Переважна більшість АСУ ТП використовують мережі Modbus та Profibus. В останні роки зріс інтерес до мереж на основі CANopen та DeviceNet.

З'єднання промислової мережі з її компонентами (пристроями, вузлами мережі) виконується за допомогою інтерфейсів. Мережевим інтерфейсом називають логічну та (або) фізичну межу між пристроєм та середовищем передачі інформації. Зазвичай цією межею є набір електронних компонентів та пов'язаного з ними програмного забезпечення. При суттєвих модифікаціях внутрішньої структури пристрою або програмного забезпечення інтерфейс залишається без змін, що є одним із ознак, що дозволяють виділити інтерфейс у складі обладнання.

Найбільш важливими параметрами інтерфейсу є пропускна здатність і максимальна довжина кабелю, що підключається. Промислові інтерфейси зазвичай забезпечують гальванічну розв'язку між пристроями, що з'єднуються. Найбільш поширені у промисловій автоматизації послідовні інтерфейси RS-485, RS-232, RS-422, Ethernet, CAN, HART, AS-інтерфейс.

Для обміну інформацією пристрої повинні мати однаковий протокол обміну. У найпростішій формі протокол – це набір правил, які керують обміном інформацією. Він визначає синтаксис та семантику повідомлень, операції управління, синхронізацію та стани при комунікації. Протокол може бути реалізований апаратно, програмно чи програмно-апаратно.

2.2 Типи промислових інтерфейсів зв'язку

Багато промислових мереж в якості фізичного рівня використовують вже реалізовані стандартні промислові інтерфейси [1]. Це з одного боку спрощує реалізацію мережі, так як не приходиться виробляти додаткове обладнання, так і спрощує апаратну сумісність між пристроями. На даному етапі розвитку науки і техніки найбільш поширені в промислової автоматизації послідовні

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

інтерфейси зв'язку: RS-232, RS-422, RS-485, Ethernet і CAN.

Стандарт RS-232 більш відомий як звичайний COM порт комп'ютера або послідовний порт. Інтерфейси RS-422 і RS-485 широко застосовуються в промисловості для з'єднання різного обладнання.

Властивості стандарту RS-232

Стандарт RS-232 був введений в дію організацією EIA у 1960 р. під ім'ям RS-232 (Recommended Standard). Усталену версію протоколу під назвою RS-232-C було затверджено стандартом у 1969 р. Спочатку протокол, описаний у стандарті, призначався для підключення до апаратури, призначеної для передачі даних (Data Terminal Equipment — DTE) пристроїв, що відповідають за безпосереднє з'єднання з лінією передачі (Data Communication Equipment - DCE). Найпростіший приклад системи, коли в ролі DTE виступає комп'ютер, в якому RS-232 реалізований в якості COM-портів, а в ролі DCE – модем (рис. 2.1, а). Спосіб з'єднання з використанням RS-232 двох DTE без модема (рис. 2.1, б) – нуль-модемне з'єднання (Zero-modem або Z-mode Стандарт RS-232C) описує управляючі сигнали інтерфейсу, обмін даними, електричний інтерфейс і типи роз'ємів.

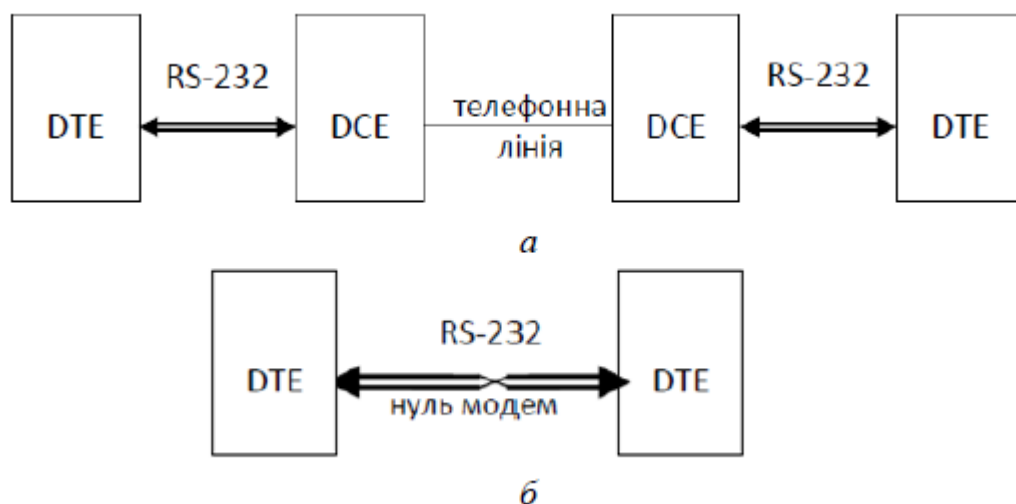


Рисунок 2.1 – З'єднання за допомогою RS-232: а – схема з'єднання DTE з використанням DCE; б – схема з'єднання двох DTE без DCE (нуль-модемний зв'язок)

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

Інтервал передачі одного біта визначається швидкістю передачі по лінії, і відповідно до стандарту RS-232 вибирається з ряду 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57500 та 115200 біт/с. У системах автоматизації використовується нуль-модемне з'єднання, для якого використовується нуль-модемні кабелі. Інтерфейс RS-232 використовується як правило в асинхронному режимі та дозволяє об'єднати між собою тільки два пристрої з одним передавачем і одним приймачем на максимальній відстані 20 м. Інші недоліки: чутливість до електромагнітного впливу, відсутність гальванічної розв'язки пристроїв, мала довжина кабелю з'єднання і мала бітова швидкість (до 115200 біт/с на відстані до 20 м).

Властивості стандарту RS-422

Стандарт RS-422A описує (рекомендує) тільки електричні характеристики інтерфейсу, тобто вимоги до передавачів (драйверів – drivers) та приймачів і не визначає параметри сигналів, типи роз'ємів, тип та довжину кабелів та ін. Інтерфейс базується на збалансованих (симетричних) лініях передавачів та приймачів, тобто напруга передається по трьом проводам – два сигнальних та сигнальна земля.

Стандарт також описує електричні вимоги до передавачів та приймачів. Зокрема, один передавач повинен бути розрахований на 10 приймачів. Інтерфейс працює в дуплексному режимі. Максимальна бітова швидкість становить біля 10 Мбіт/с, максимальна відстань (при невеликих швидкостях) – біля 1200 м. При передачі на великі відстані рекомендують використовувати виту пару, бажано екрановану. Інтерфейс RS-422A має недолік – на ньому не можна побудувати мережі з шинною топологією, тому він не знайшов такого широкого застосування як RS-485.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

Властивості стандарту RS-485

RS-485 (Recommended Standard 485 або EIA/TIA-485) - рекомендований стандарт передавання даних по двопровідному напівдуплексному багатоточковому послідовному симетричному каналу зв'язку. Спільна розробка асоціацій: Electronic Industries Alliance (EIA) і Telecommunications Industry Association (TIA). Стандарт описує тільки фізичні рівні передачі сигналів (тобто тільки 1-й рівень моделі взаємозв'язку відкритих систем OSI). Стандарт не описує програмну модель обміну і протоколи обміну. RS-485 створювався для розширення фізичних можливостей інтерфейсу RS232 з передачі двійкових даних.

Стандарт RS-485 електрично сумісний з RS-422A: використовується збалансована система зв'язку з тими ж рівнями сигналу, за винятком синфазної напруги, яку витримує інтерфейс – від +12 В до –7 В. На відміну від RS-422A, інтерфейс RS-485 розрахований на багатоточкове з'єднання, тобто на побудову шинних топологій. Один трансмітер розрахований на 32 вузли.

Переваги стандарту RS-485:

- Хороша завадостійкість.
- Велика дальність зв'язку.
- Однополярне живлення +5 В.
- Проста реалізація драйверів.
- Можливість широкомовної передачі.
- Багатоточковість з'єднання.

Недоліки RS-485:

- Велике споживання енергії.
- Відсутність сервісних сигналів.
- Можливість виникнення колізій.

Інтерфейс RS-485 має такі властивості:

- 1). Двонаправлене напівдуплексне передавання даних.

Змін.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

Потік послідовних даних передається одночасно тільки в один бік, передача даних в інший бік вимагає перемикання прийомопередавача. Приймачі-передавачі прийнято називати "драйверами" (driver), це пристрій або електричний ланцюг, який формує фізичний сигнал на стороні передавача.

2). Симетричний канал зв'язку.

Для приймання/передавання даних використовуються два рівнозначних сигнальних дроти. Дроти позначаються латинськими літерами "А" і "В". Цими двома дротами йде послідовний обмін даними в обох напрямках (по черзі). При використанні крученої пари симетричний канал істотно підвищує стійкість сигналу до синфазної перешкоди і добре пригнічує електромагнітні випромінювання, що створюються корисним сигналом.

3). Диференціальний (балансний спосіб передачі даних).

За цього способу передавання даних на виході приймача змінюється різниця потенціалів, під час передавання "1" різниця потенціалів між АВ позитивна, під час передавання "0" різниця потенціалів між АВ негативна. Тобто, струм між контактами А і В, під час передавання "0" і "1", тече (балансує) у протилежних напрямках.

4). Багатоточковість

Допускає множинне підключення приймачів і приймачів-передавачів до однієї лінії зв'язку. При цьому допускається під'єднання до лінії тільки одного передавача в даний момент часу, і безліч приймачів, інші передавачі повинні очікувати звільнення лінії зв'язку для передачі даних.

5). Низькоімпендансний вихід передавача.

Буферний підсилювач передавача має низькоомний вихід, що дає змогу передавати сигнал до багатьох приймачів. Стандартна навантажувальна здатність передавача дорівнює 32-м приймачам на один передавач. Крім цього, струмовий сигнал використовується для роботи "крученої пари" (чим більший робочий струм "крученої пари", тим сильніше вона пригнічує синфазні перешкоди на лінії зв'язку).

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

б). Зона нечутливості.

Якщо диференціальний рівень сигналу між контактами АВ не перевищує $\pm 200\text{мВ}$, то вважається, що сигнал у лінії відсутній. Це збільшує завадостійкість передавання даних.

Технічні характеристики RS-485

Інтерфейс RS-485 має такі технічні характеристики:

- Допустима кількість прийомопередавачів (драйверів) 32
- Максимальна довжина лінії зв'язку 1200 м (4000ft)
- Максимальна швидкість передавання 10 Мбіт/с
- Мінімальний вихідний сигнал драйвера $\pm 1,5\text{ В}$
- Максимальний вихідний сигнал драйвера $\pm 5\text{ В}$
- Максимальний струм короткого замикання драйвера 250 мА
- Вихідний опір драйвера 54 Ом
- Вхідний опір драйвера 12 кОм
- Допустимий сумарний вхідний опір 375 Ом
- Діапазон нечутливості до сигналу $\pm 200\text{ мВ}$
- Рівень логічної одиниці (U_{ab}) $> +200\text{ мВ}$
- Рівень логічного нуля (U_{ab}) $< -200\text{ мВ}$

Вхідний опір для деяких приймачів може бути понад 12 кОм (одиничне навантаження). Наприклад, 48 кОм (1/4 одиничного навантаження) або 96 кОм (1/8), що дає змогу збільшити кількість приймачів до 128 або 256. За різних вхідних опорів приймачів необхідно, щоб загальний вхідний опір не був меншим за 375 Ом.

Оскільки стандарт RS-485 описує тільки фізичний рівень процедури обміну даними, то всі проблеми обміну, синхронізації та квітування покладаються на вищий протокол обміну (ModBus, DCON тощо).

Сам RS-485 виконує тільки такі дії:

- Перетворює вхідну послідовність "1" и "0" у диференціальний сигнал.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

- Передає диференціальний сигнал у симетричну лінію зв'язку.
- Підключає або відключає передавач драйвера за сигналом вищого протоколу.
- Приймає диференціальний сигнал із лінії зв'язку.

Якщо під'єднати осцилограф до контактів А-В (RS-485) і контактів GND-TDx (RS-232), то ви не побачите різниці у формі сигналів, що передаються в лініях зв'язку. Насправді, форма сигналу RS-485 повністю повторює форму сигналу RS-232, за винятком інверсії (в RS-232 логічна одиниця передається напругою -12 В, а в RS-485 +5 В).

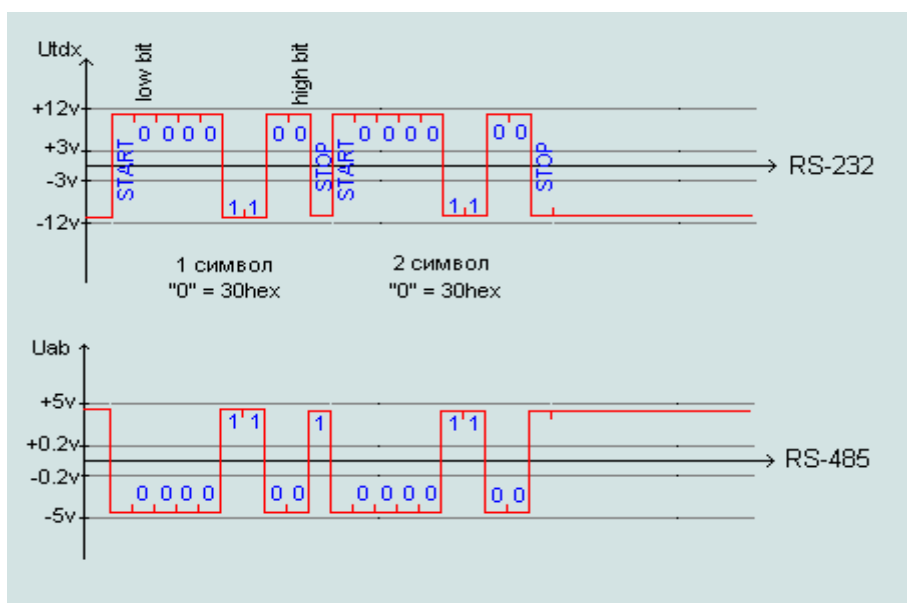


Рисунок 2.2 – Форма сигналів RS-232 і RS-485 під час передавання двох символів "0" та "0".

Як видно з рисунку 2.2 відбувається просте перетворення рівнів сигналу за напругою. Хоча форма сигналів однакова у вище зазначених стандартах, але спосіб їх формування та потужність сигналів різні.

Перетворення рівнів сигналів і новий спосіб їхнього формування дав змогу розв'язати низку проблем, які свого часу не було враховано під час створення стандарту RS-232.

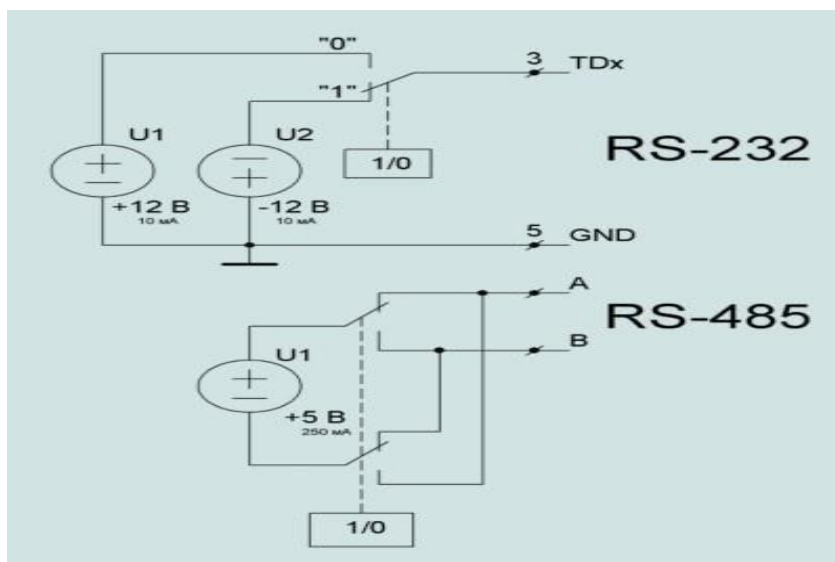


Рисунок 2.3 – Формування сигналів RS-485 і RS-232

Характеристики інтерфейсів для порівняння зведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльні характеристики інтерфейсів

Назва стандарт	EIA RS-232C	EIA RS-422A	EIA/TIA-485, RS-485	20 мА «струмова петля». CL, ИРПС
Тип сигналу	Напруга. асиметричний	Напруга. диференційний симетричний	Напруга. диференційний симетричний	Струм
Режим з'єднання	дуплекс	дуплекс	напівдуплекс, дуплекс	дуплекс
Максимальна кількість передавачів /приймачів	1/1	1/10	32/32 (при опорі приймачів 12 кОм)	1/1, у багатоточкових схемах залежно від реалізації
Максимальна відстань (приблизно)	20 м	1200 м	1200 м	декілька км
Максимальна бітова швидкість (приблизно)	115200 біт/с	10 Мбіт/с	10 Мбіт/с	1 Мбіт/с

Переваги фізичного сигналу RS-485 перед сигналом RS-232

– Використовується однополярне джерело живлення +5В, яке використовується для живлення більшості електронних приладів і мікросхем. Це спрощує конструкцію і полегшує узгодження пристроїв.

– Потужність сигналу передавача RS-485 у 10 разів перевершує потужність сигналу передавача RS-232. Це дає змогу під'єднувати до одного передавача RS-485 до 32 приймачів і в такий спосіб здійснювати ширококомунікаційне передавання даних.

– Використання симетричних сигналів, у якій є гальванічна розв'язка з нульовим потенціалом мережі живлення. Унаслідок цього унеможливлено потрапляння перешкоди нульовим проводом живлення (як у RS-232). З огляду на можливість роботи передавача на низькоомне навантаження, стає можливим використовувати ефект придушення синфазних перешкод за допомогою властивостей "крученої пари". Це істотно збільшує дальність зв'язку. Крім цього з'являється можливість "гарячого" підключення приладу до лінії зв'язку (хоча це не передбачено стандартом RS-485). Зауважимо, що в RS-232 "гаряче" підключення приладу зазвичай призводить до виходу з ладу СОМ-порту комп'ютера.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

3 РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМУ РОБОТИ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ

У цьому розділі наведено набір кроків, зроблених для проектування контролера вендингового попкорн-автомату. Далі в розділі розглядається алгоритм роботи і детально описується теорія функціонування кожної підсистеми, а також міркування щодо проектування, які враховуються при проектуванні кожної підсистеми.

3.1 Алгоритм роботи

Задачею розроблюваної системи керування вендингового апарату є автоматизований контроль процесу видачі-приготування попкорну. Для забезпечення роботи вендингового автоматиму система повинна виконувати наступні завдання:

- 1) моніторинг параметрів заданих значень, для забезпечення нормальної роботи автомату;
- 2) керування виконуючими пристроями, що забезпечують видачу товару;
- 3) забезпечення віддаленого доступу для налаштування, моніторингу та зчитування помилок, що виникали під час роботи автомату.

Відповідно до вище розглянутих завдань розробимо алгоритм роботи вендингового апарату.

Після того як на даний пристрій подається живлення відбувається його ініціалізація. Потім відбувається ініціалізація датчиків та платіжної системи. Наступним кроком відбувається встановлення зв'язку з сервером та запит необхідних параметрів для забезпечення готовності апарату для роботи. Наступним кроком відбувається опитування датчиків та порівняння отриманих значень із заданими. У разі якщо поточні показники, отримані з датчиків не співпадають із заданими, відбувається увімкнення виконуючого пристрою, показники виводяться на дисплей. Після досягнення заданих значень

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

параметрів система контролю переходить в режим готовності та очікує команду від платіжної системи.

Після отримання команди від платіжної системи відбувається увімкнення виконуючих пристроїв та опитування датчиків видачі. Якщо порція видана проводиться очікування подальшої команди від платіжної системи. У випадку якщо сигнал не надходить відбувається завершення циклу. В іншому разі, якщо сигнал з платіжної системи отримано проте з датчиків видачі надходить сигнал про те що порція не видана відбувається вивід даних на екран про те що сталася помилка в роботі апарату і цикл завершується.

Схему алгоритму роботи вендингового апарату представлена на рисунку 3.1.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

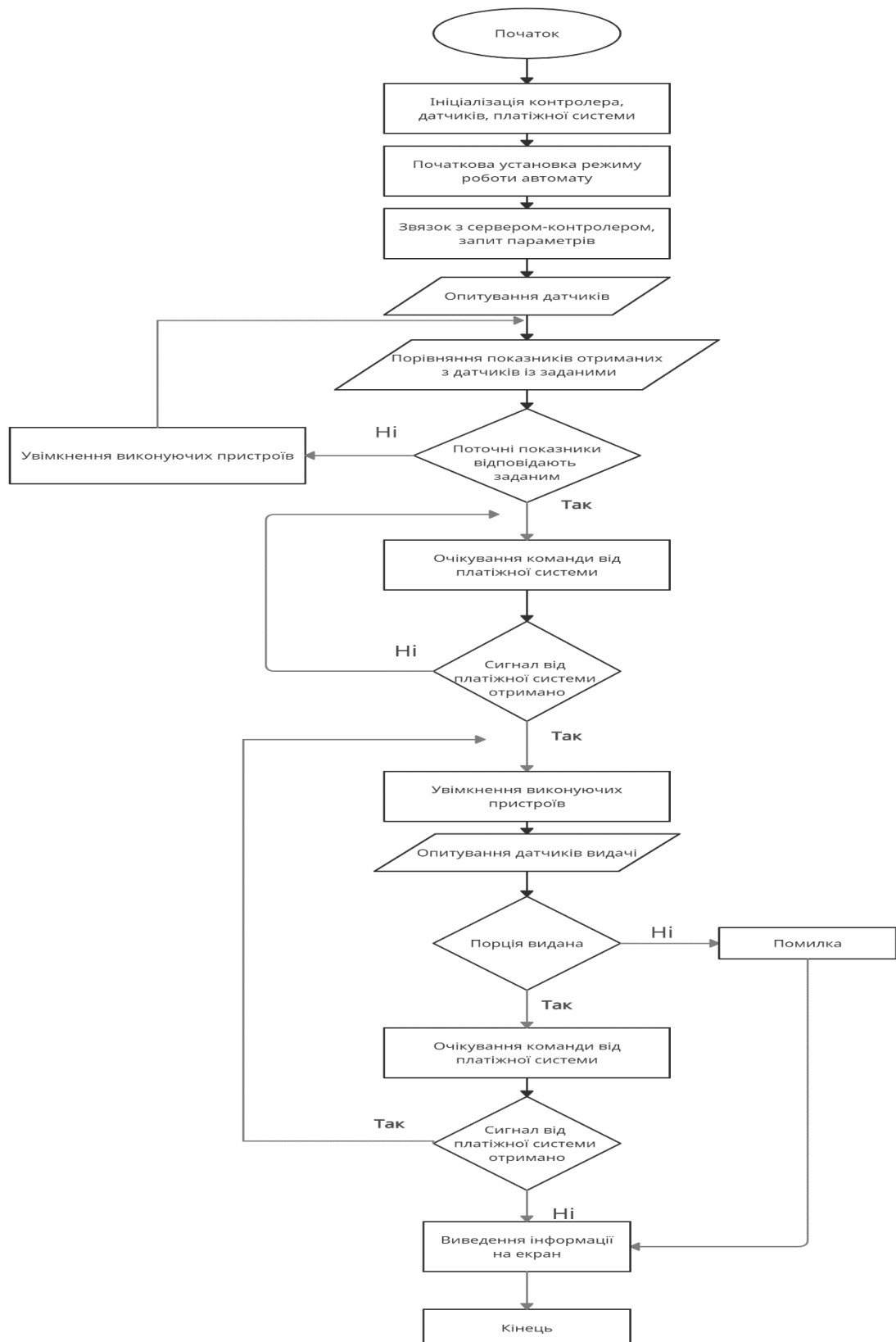


Рисунок 3.1 – Схему алгоритму роботи вендингового апарату

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

3.2 Структурна схема

Відповідно до поставленої задачі проектування та блок-схеми алгоритму роботи пристрою, було розроблено структурну схему вендингового попкорн апарату зображеної на рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Структурна схема вендингового апарату

Структурна схема складається з таких елементів:

- блоку керування;
- датчик вологості та температури;
- ультразвукові датчики;
- лазерні далекоміри;
- фотоелектричні датчики;
- можливість підключення до локальної мережі;
- платіжну систему
- пристрій виводу інформації

Змін.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

- виконуючі пристрої.

Центральним вузлом даної системи є блок керування, побудований на базі мікроконтролера, що здійснює контроль заданих параметрів пристрою, виконує обробку інформації, а саме опрацьовує сигнали отримані від платіжної системи та датчиків відповідно, забезпечує зв'язок з користувачем та забезпечує можливість реалізації віддаленого доступу.

Окрім цього блок керування дає можливість керувати виконуючими пристроями, такими як : пристрої завантаження-розвантаження попкорну та пристрої видачі вже безпосередньо готового продукту.

4 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ

Оскільки ми розглядаємо достатньо комплексну систему, побудовану на базі мікроконтролера, доцільно буде розділити опис окремих вузлів схеми на функціональні блоки і описати їх роботу у відповідності з приводами і датчиками які їх утворюють.

- Блок зберігання стаканів для попкорну[A1]:

Даний блок утворений з датчика визначення наявності склянок який представлений у вигляді інфрачервоного світлодіода та відповідного приймача між якими знаходяться саме ємності, тим самим закриваючи від світлочутливого датчика потік світла. Коли склянки закінчуються світловий потік досягає поверхні датчика, що сигналізує про відсутність ємностей для наповнювача. А також лазерного далекоміру котрий визначає кількість завантажених стаканів. Стакани видаються за допомогою мотора , що приводить у дію відповідний механізм видачі.

- Блок видачі стаканів[A2]:

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

Завдання цього блоку полягає в точному визначенні наявності склянки на платформі та виміру кількості виданого попкорну в ній. Для виконання даної функції було знову використано механізм з роботою подібною оптопарі, та лазерний далекомір який встановлюється над склянкою. таким чином можна буде точно визначити скільки попкорну було насипано в ємність вимірявши відстань від поверхні наповнювача до далекоміра. Та мотору, що приводить в дію механізм видачі попкорну.

- Система зберігання попкорну[A3]:

Даний вузол утворений з двох ємностей в які засипається попкорн. В одній він пермішується двигуном , а в іншому розігрівається та шнековим валом за допомогою двигуна подається в склянки. Для контролю якості продукту використано датчик температури та рівня вологості . В обидва бокси встановлено ультразвукові дальноміри моделі HC-SR04 для визначення рівня попкорну.

- Купюроприймач:

Для реалізації оплати користувачем було використано купюроприймач .

- Дисплей

Для зручності вокористання апарату було прийнято рішення встановлення дисплею для виводу всієї необхідної інформації для користувача.

- Комп'ютерний інтерфейс

Для зручності налагодження роботи автомату застосуємо перетворювач відповідних інтерфейсів для можливості підключення до ПК.

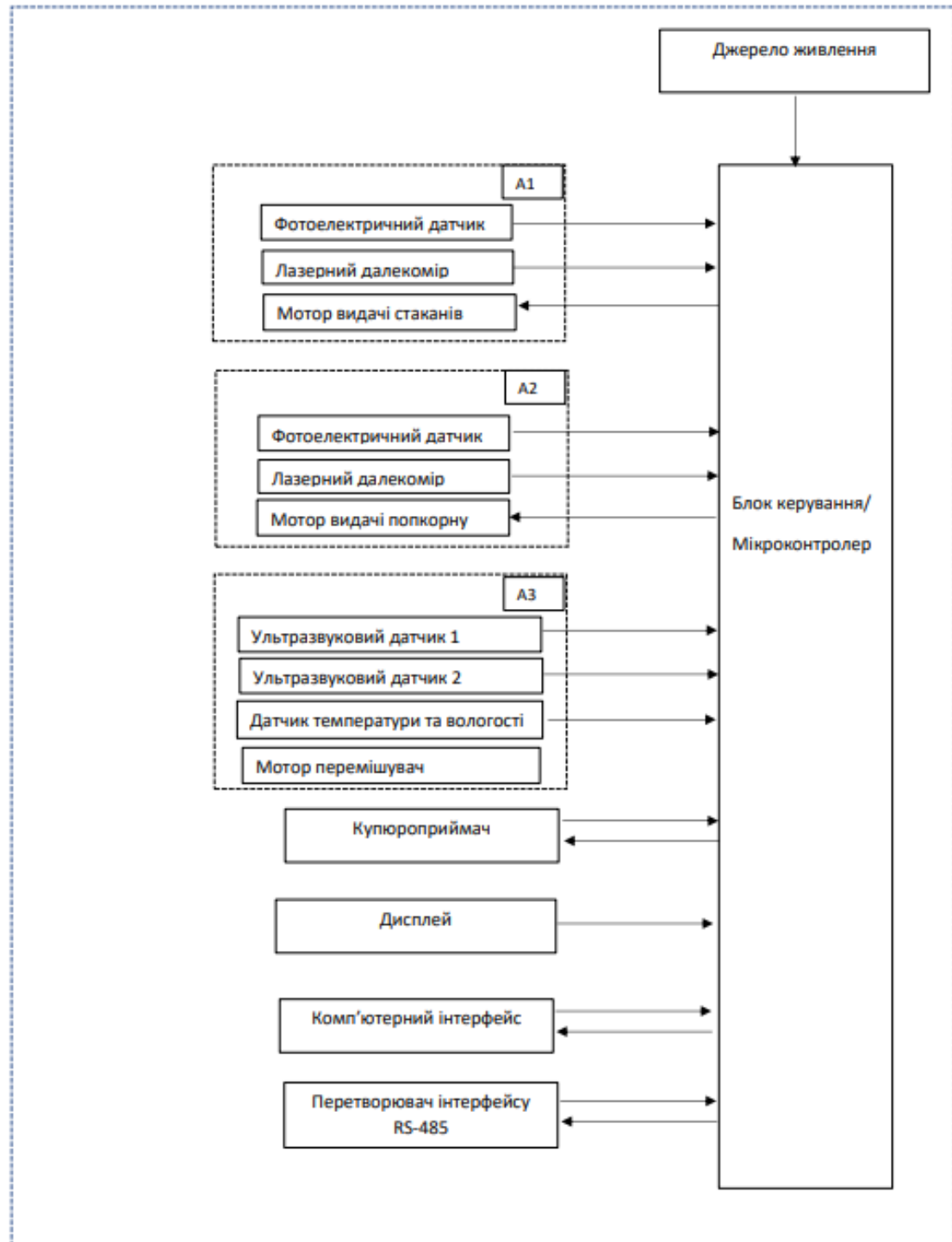
- Перетворювач RS-485 інтерфейсу

Цей блок являє собою апаратну реалізацію віддаленого доступу для моніторингу та налагодження роботи автомату по локальній мережі на основі RS-485 інтерфейсу

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

- Джерело живлення

Цей блок являє собою джерело живлення з відповідними блоками стабілізації напруги для підключення споживачів з різною напругою



живлення. Функціональна схема пристрою наведена на рисунку 4.1

Рисунок 4.1 – Функціональна схема вендингового попкорн-апарату

Змін.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

5 РОЗРОБЛЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВУЗЛІВ ТА БЛОКІВ СИСТЕМИ

5.1 Розробка блоку мікроконтролера

В ході огляду доступних мікроконтролерних рішень доступних на ринку електроніки, було обрано мікроконтролер сімейства Atmel, а саме AtMega2560. Він має високу швидкодію, та достатню кількість сигнальних виходів для підключення всієї необхідної нам периферії.

Мікроконтролер представлений RISC процесором, розробленим AVR і що функціонує на частоті 16МГц, яка максимальна з усієї лінійки продуктів ATMeI. На кристалі його чіпа розташовані всі пристрої, що відносяться до загального поняття комп'ютерної системи: постійна оперативна і перепрограмована, а також flash пам'ять, інтерфейсні мости, помножувач.

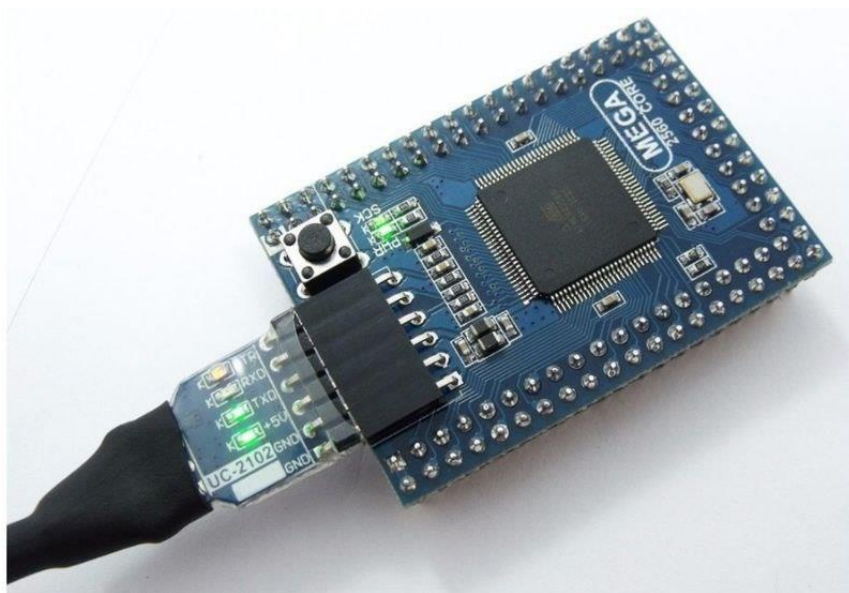


Рисунок 5.1 – Мікроконтролер Atmega 2560 загальний вигляд

Процесор характеризується, як обчислювач одного за часом відгуку, виконання будь-якої команди, незалежно від її складності. Розрядність шини адрес та внутрішніх регістрів - 8 біт. Максимальний розмір зовнішньої пам'яті

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

SRAM, що підключається, - 64 Кбайт. Який задає частоту генератор знаходиться у складі самої мікросхеми контролера.

Розглянемо більш детально характеристики приведені в таблиці 1.1

Таблиця 5.1 – Характеристики Atmega2560

EEPROM (ППЗП)	4 Кб
SRAM (ОЗУ)	8 Кб
FLASH ROM	256 Кб
Цикл перезапису EEPROM	100 000
Циклів перезапису FLASH ROM	10 000
Кількість режимів очікування процесора	6
Таймери	
8bit	2
16bit	4
RTC\Real Time Clock (реального часу)	1
PWM (ШИМ-перетворювачі 8bit, вихід)	4
Порти	
Порти введення-виводу (загальна кількість)	86
Аналогові, по 10bit (вхід)	16
Послідовні USART	4
Послідовний SPI, що працює (master/slave)	1
Послідовний, побайтний	1
Цифрові входи/виходи	54
Частота процесора AVR	16МГц

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Живлення плати Arduino Mega 2560

стартове	1,8В
робоче	5В
максимальне	7-12В
Вихідні струми портів 5В	800мА
Вихідні струми портів 3,3В	150 мА
Температурний режим	-40°C - +85°C

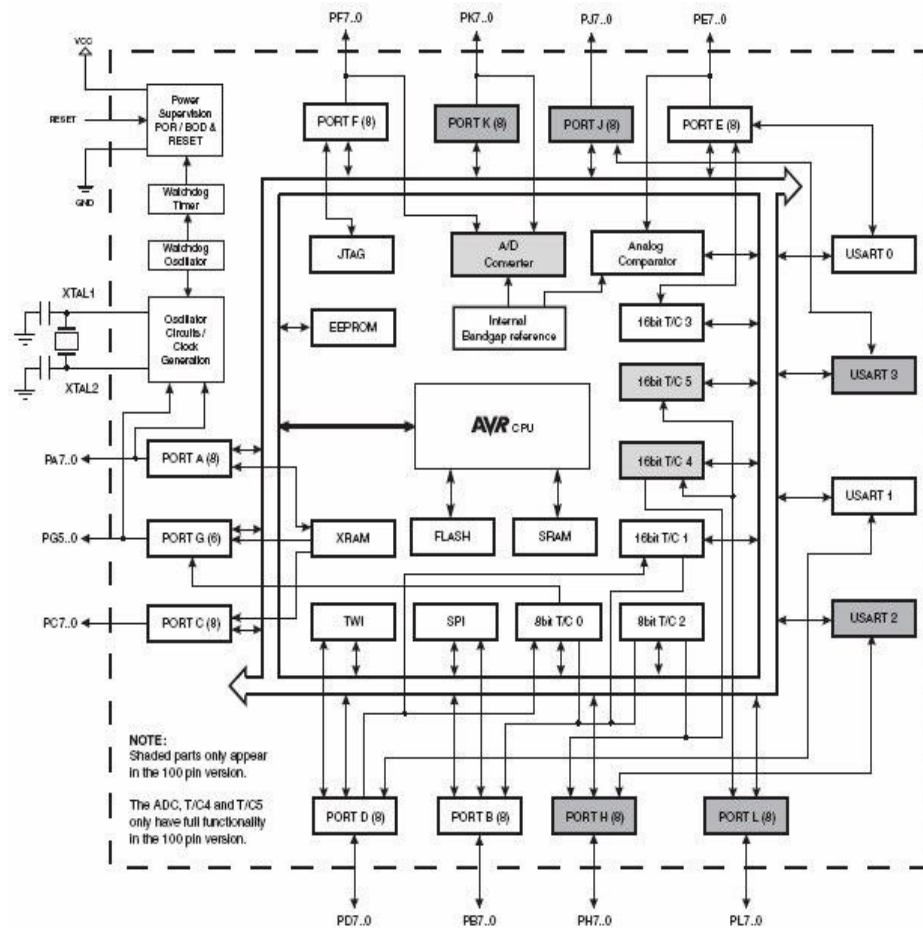


Рисунок 5.2 – Структурна схема Atmega2560

Розташування виходів, а також відображення мікроконтролера показано на рисунку 5.3.

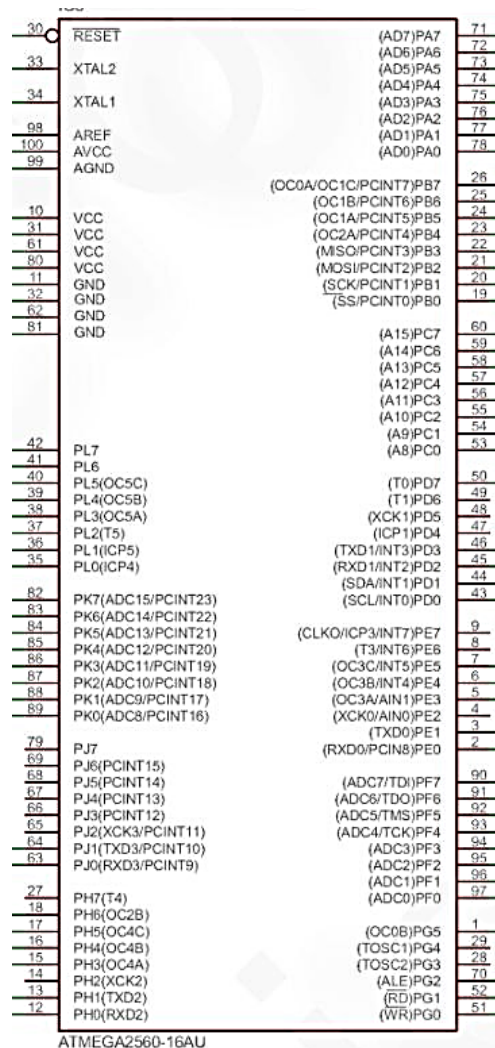


Рисунок 5.3 – Розташування входів-виходів мікроконтролера Atmega2560

Розглянемо більш детально призначення виводів приведене в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – призначення входів виходів Atmega2560

Пін	Позначення	Призначення
0	Rx(serial)	Вхід UART Serial0
1	Tx(serial)	Вихід UART Serial0
2-13		ШИМ
14	Rx(serial3)	Вхід UART Serial3
15	Tx(serial3)	Вихід UART Serial3
16	Rx(serial2)	Вхід UART Serial2

17	Tx(serial2)	Вихід UART Serial2
18	Rx(serial1)	Вхід UART Serial1
19	Tx(serial1)	Вихід UART Serial1
SDA	I2C SDA	Послідовна лінія даних TWI (I2C)
SCL	I2C SCL	Вхід/вихід тактового сигналу модуля TWI (I2C)
22-43		8-бітний двонаправлений порт введення-виведення.
44-46		ШИМ
48-49		8-бітний двонаправлений порт введення-виведення.
50	MISO	Вихід Master або вхід Slave даних на шині SPI
51	MOSI	Вихід Master або вхід Slave даних на шині SPI
52	SCK	Вихід Master або вхід Slave даних на шині SPI
53	SCL	Вихід Master або вхід Slave даних на шині SPI
Аналогові виводи		
A0- A3		аналогові входи для аналогового цифрового перетворювача
A4	TCK	Інтерфейс JTAG. Порт TAP тестування. Тактує роботу вбудованого автомата керування периферійним скануванням.
A5	TMS	Інтерфейс JTAG. Порт TAP тестування. Забезпечує перехід схеми або з режиму тестування і перемикання між різними режимами тестування
A6	TDO	Інтерфейс JTAG. Порт TAP тестування. Вихід послідовних даних. Команди та дані виводяться з мікросхеми з цього висновку

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

		по задньому фронті сигналу TСК
A7	TDI	Інтерфейс JTAG. Порт TAP тестування. Вхід послідовних даних периферійного сканування Команди та дані вводяться в мікросхему з цього висновку на передньому фронті сигналу TСК.
A8		PCINT16
A9		PCINT17
A10		PCINT18
A11		PCINT19
A12		PCINT20
A13		PCINT21
A14		PCINT22
A15		PCINT23
	AREF	Опорна напруга для аналогових входів.
	Reset	Низький рівень сигналу на виводі перезавантажує мікроконтролер.
	Vin	Вхідна напруга плати Arduino під час використання зовнішнього джерела (якщо відсутня напруга 5 вольт на USB-з'єднанні або від іншого джерела живлення). Можна подавати живлення на цей висновок, або ж, якщо живлення подається на 2.1 мм роз'єм, то можна з цього виводу отримати до вхідної напруги живлення.
	5V	Напруга на цих висновках регулюється вбудованим у плату регулятором напруги. Плата може бути запитана або через 2.1 мм роз'єм живлення (7-12 В),

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

		через USB-підключення (5 В), або через виведення VIN (7-12 В) на платі. Подача живлення через висновки 5 або 3.3 В обходить регулятор і може призвести до виходу плати з ладу. Так не рекомендується
	3.3V	Напруга 3.3 вольт формується за допомогою вбудованого в плату регулятора. Максимальний струм споживання не повинен перевищувати 50 мА.
	GND	Висновки землі.
	IOREF	Цей висновок забезпечує опорну напругу, з якою працює мікроконтролер. Для правильної конфігурації зовнішніх плат можна зчитувати напругу з цього висновку і вибирати відповідне джерело живлення або включати перетворювачі напруги для роботи з 5 В або 3.3 В.

З додаткової базової обв'язки мікроконтролера можна означити кнопку яка підключена до входу RST, яка реалізує перезавантаження МК у випадку збоїв у роботі системи.

Для зручності протипування під час розробки ситеми та при подальшому вдосконаленні системи, було прийняте рішення встановити мікросхему СН340G для перетворення інтерфейса UART мікроконтролера в USB інтерфейс, який є в кожного комп'ютерного пристрою.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата



Рисунок 5.4 – Мікросхема CH340G в корпусі SOP-16

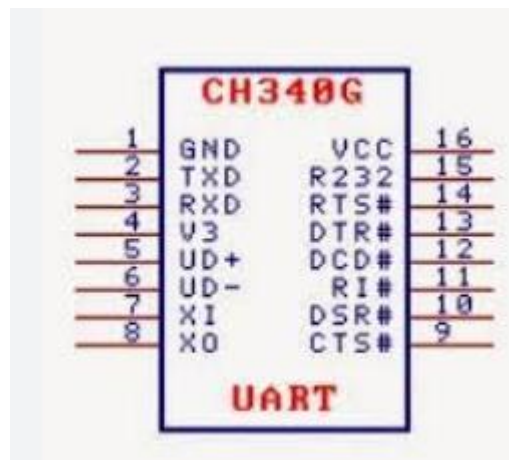


Рисунок 5.5 – Схема CH340G в корпусі SOP-16

Призначення та опис виводів мікросхеми CH340G наведено в таблиці 5.3

Таблиця 5.3 – призначення виводів CH340G

Пін	Назва	Призначення	Опис
1	GND	Живлення	Заземлення мікросхеми. Підключають до контакту заземлення шини USB
2	TXD	Вхід	Вхід передачі даних UART
3	RXD	Вихід	Вихід передачі даних UART
4	V3	Живлення	Внутрішня опорна напруга 3,3 В для фізичного рівня USB. Роз'єднайте з 4,7-20 нФ конденсатор, коли працює напруга 5 В, або підключити до VCC, коли працює напруга 3,3 В
5	UD+	Аналоговий	Сигнал USB D+
6	UD-	Аналоговий	Сигнал USB D-
7	XI	Вхід	Вхід кварцевого генератора. Підключаємо до кристалічного резонатора і навантажуюмо конденсатори.

Змін.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата
-------	------	----------	-------	------

ЕЛІТ 8.171.00.10.314 ПЗ

Арк.

40

8	XO	Вихід	Вихід кварцевого генератора. Підключаємо до кристалічного резонатора і навантажуюмо конденсатори.
9	CTS#	Вхід	Сигнал керування потоком UART Очистити для надсилання
10	DSR#	Вхід	Сигнал керування потоком UART Data Set Ready.
11	RI#	Вхід	Сигнал керування потоком Ring In.
12	DCD#	Вхід	Сигнал керування потоком Data Carrier Detect.
13	DTR#	Вихід	Сигнал керування потоком Data Terminal Ready
14	RTS#	Вихід	Сигнал керування потоком Request to Send.
15	R232	Вхід	Увімкнути допоміжний RS232. Активний високий, внутрішній тягне вниз.
16	VCC	Живлення	Вхід для підключення джерела живлення

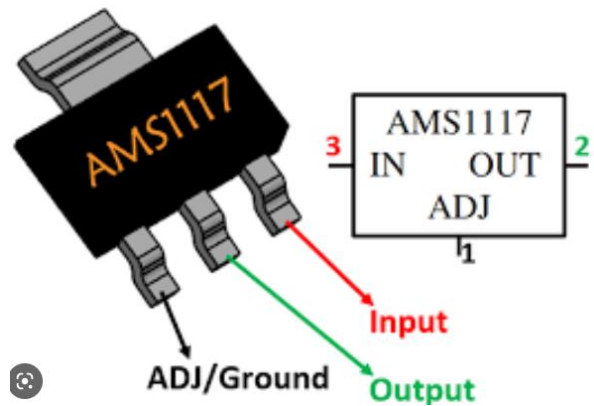
Додатково слід відзначити, що UART є асинхронним, тож потрібно потрібно реалізувати синхронізацію тактових частот мікроконтролера та перетворювача. Для цього було використано кварцеві резонатори номіналом 16МГц, які підключені до входів X1 та X0 обох компонентів. А також 2 світлодіода, які під'єднані до ліній TX/RX тим самим вони наглядно сигналізують процес передачі даних між системою та комп'ютером під'єднаним до неї.

Оскільки вхідне живлення система отримує від блоку живлення 12 вольт, а мікроконтролер і більшість його обв'язки має максимальну напругу живлення 5 вольт було використано стабілізатор напруги AMS1117-5V.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата



а)



б)

Рисунок 5.6 – Стабілізатор напруги AMS1117-5V де а)- мікросхема в корпусі SOT-223, б) призначення виводів

Призначення виводів стабілізатора напруги наступне:

- Gnd загальний мінус «земля»
- Input – вхідна напруга від 6 до 12В
- Output – вихідна напруга 5В.

Розглянемо структурну схему стабілізатора напруги на базі AMS1117-5V приведену на рисунку 5.7.

Діод VD2 служить захистом від неправильного підключення стабілізатора. Дросель L1 та конденсатори C1-C3 мають призначення мережевого фільтру. Транзистор VT1 призначений для збільшення потужності стабілізатора.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

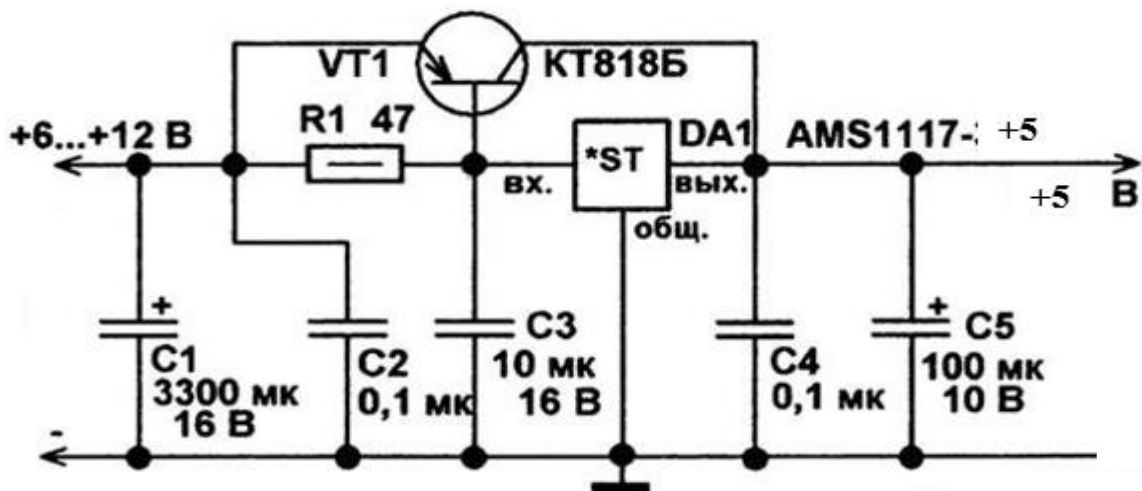


Рисунок 5.7 – структурну схему стабилизатора напруги на базі AMS1117-5V

Відповідно до вище розглянутих складових розробимо безпосередньо сам блок контролера схема якого представлена на рисунку 5.8.

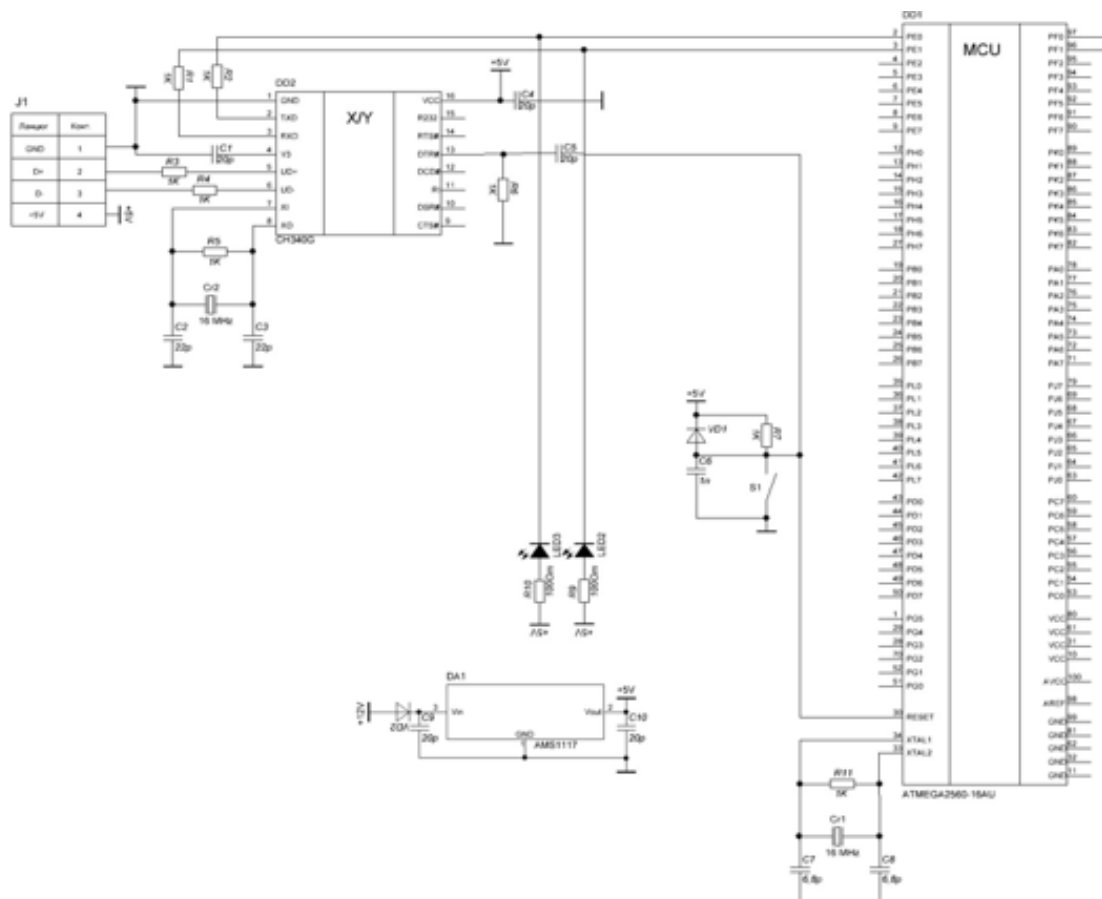


Рисунок 5.8 – Схема блоку контролера

5.2 Блок ультразвукового визначення рівня попкорну

Оскільки вендинговий автомат має два бункери для зберігання попкорну, то досить важливим є контроль рівня залишку попкорну в бункерах для забезпечення стабільної роботи автомату. Тому даний блок необхідний для забезпечення саме цих потреб.

Для побудови даного блоку було обрано три основних мікросхеми : MAX232, TL074 та STC11. Спершу розглянемо більш детально мікросхему Max232.

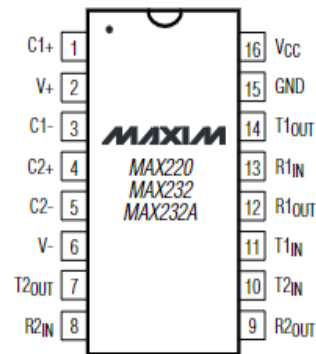
MAX232 — інтегральна схема, що перетворює сигнали послідовного порту RS-232 на сигнали, придатні для використання в цифрових схемах на базі TTL- або КМОП-технологій. MAX232 працює приймачем і перетворює сигнали RX, TX, CTS і RTS. В таблиці 5.4 наведені короткі характеристики даної мікросхеми.

Таблиця 5.4 – характеристики інтегральної мікросхеми MAX232

Напруга живлення	5В±5%
Струм споживання	5mA
Вхідний опір RS232	5Ком
Вихідний опір RS232	300ом
Вхідна напруга балка "0"	<0,8V
Вхідна напруга балка "1"	>2V
Вихідні рівні RS232	±5V (хв.) ±7,3V (тип.)
Вихідний струм короткого замикання RS232	±10mA

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

TOP VIEW



DIP/SO

	CAPACITANCE (μ F)				
DEVICE	C1	C2	C3	C4	C5
MAX220	0.047	0.33	0.33	0.33	0.33
MAX232	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAX232A	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

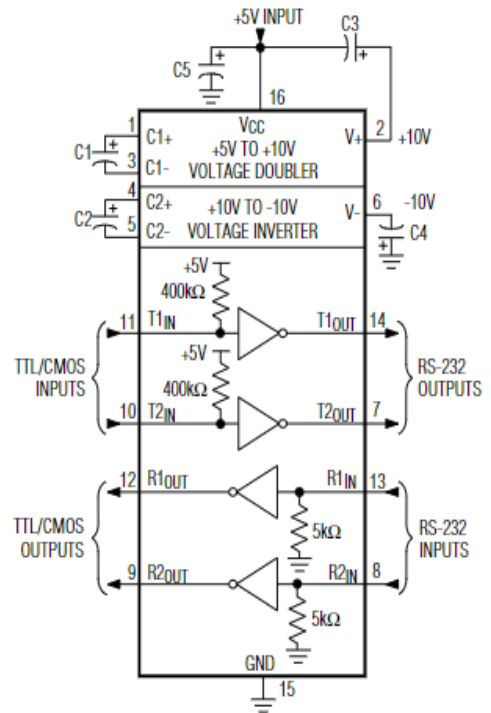


Рисунок 5.9 – Призначення виводів та принципова схема інтегральної схеми
MAX232

Призначення виводів приведені в таблиці 5.5

Таблиця 5.5 – Призначення виводів інтегральної мікросхеми MAX232

Пін	Призначення
1-3	Конденсатор C1
2	Конденсатор C3
4-5	Конденсатор C2
6	Конденсатор C4
10-11	Входи TTL
9,12	Виходи TTL
8,13	Входи RS-232C
7,14	Виходи RS-232C
16	Живлення +5V
15	Загальний

Розглянемо більш детально операційний підсилювач TL074.

Сімейство операційних підсилювачів TL07xx, TL074 із входом JFET розроблено, щоб запропонувати ширшу сімейство операційних підсилювачів, розроблених раніше. Кожен із цих операційних підсилювачів із входом JFET містить добре узгоджені високовольтні JFET і біполярні транзистори в

монолітній інтегральній схемі. Пристрої відрізняються високою швидкістю наростання, низьким вхідним струмом зміщення та зміщення, а також низьким температурним коефіцієнтом напруги зміщення. Низький рівень гармонійних спотворень і низький рівень шуму роблять серію TL07x ідеально підходящою для високоякісних і попередніх підсилювачів звуку. Параметри регулювання зміщення та зовнішньої компенсації доступні в сімействі TL07x.



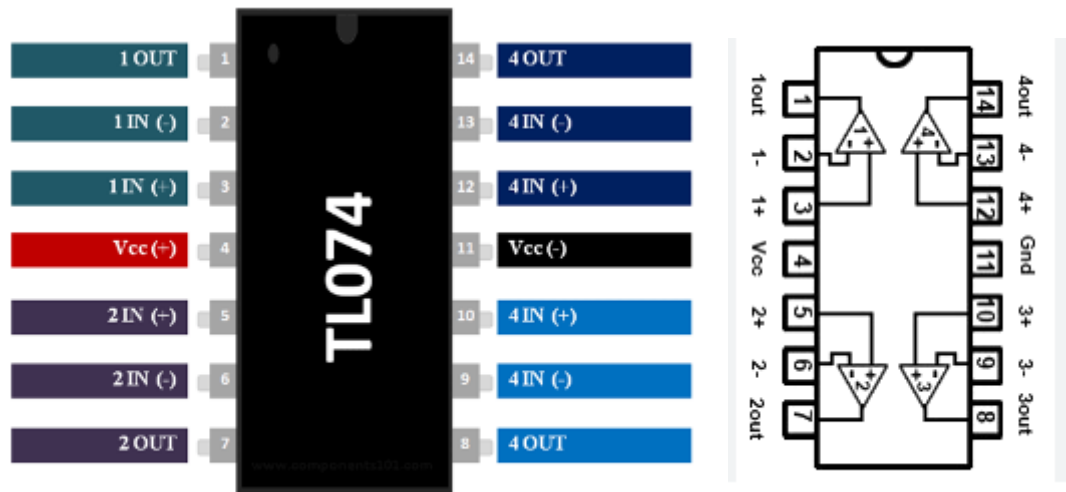
Рисунок 5.10 – Загальний вид в корпусі операційного підсилювача TL074

Приведемо характеристики даного підсилювача:

- Типова робоча напруга: від +15 В до -15 В
- Максимальна робоча напруга: 36В
- Вхідний струм зсуву: 65 пА
- Коефіцієнт відхилення загального режиму CMRR: 100 дБ
- Низький рівень вхідної напруги: 0,8 В (макс.)
- Затримка поширення (Pd) / час переходу: 29 нс (макс.)
- Низьке вхідне зміщення та струм зсуву
- Вихід Захист від короткого замикання.

На рисунку 5.11 – представлено призначення виводів підсилювача а в таблиці 5.6 приведено опис даних виводів.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата



TL074 Op-Amp Pinout

Рисунок 5.11 – Призначення виводів підсилювача TL074

Таблиця 5.6 – Опис виводів підсилювача TL074

Пін	Позначення	Призначення
1,7,10,16	Вихідні контакти операційного підсилювача	Це вихідні контакти чотирьох операційних підсилювачів
2,6,11,15	Вхід інвертуючих контактів	Це вихідні контакти чотирьох операційних підсилювачів
3,5,12,14	Вхід неінвертуючих контактів	Це вхідні неінвертуючі контакти чотирьох операційних підсилювачів
4	Vcc (+)	Позитивна шина живлення операційного підсилювача
13	Vcc (-)	Негативна шина живлення операційного підсилювача

Головною відмінною рисою операційного підсилювача TL074 є використання високовольтних транзисторів JFET і біполярних транзисторів, що допомагає транзистору мати дуже високий вхідний опір і низький струм зміщення. Крім того, цей операційний підсилювач має низький рівень шуму та

гармонійних спотворень, що робить його ідеальним вибором для попередніх підсилювачів звуку.

TL074 дуже схожий на операційний підсилювач LM324, вони обидва мають по чотири операційних підсилювача всередині і мають однакові контакти. Однак вони дещо відрізняються за своїми характеристиками, оскільки TL074 має всередині JFET.

Операційні підсилювачі, як ми знаємо, є робочою конячкою для більшості електронних схем. Існує безліч прикладних схем для операційного підсилювача, кожна з яких має свої характеристики та значення по-своєму. Але кожна конструкція операційного підсилювача матиме деякі загальні міркування або поради, які є загальними серед них, і ми обговоримо те саме далі.

Входи: операційні підсилювачі відомі своїм високим входним опором, що означає, що вони не будуть споживати струм (або заважати) сигналу, який подається на входний контакт. Вхідний каскад операційного підсилювача здебільшого складний, оскільки включає багато етапів. Значення вхідного синфазного діапазону необхідно враховувати під час подачі сигналів напруги, оскільки вхідна напруга ніколи не повинна перевищувати напругу на рейках, інакше це створить умову фіксації, яка у свою чергу викличе коротке замикання напруги живлення та, таким чином, пошкодить схему постійно. Крім того, різниця між значеннями напруги на інвертуючому та неінвертуючому штифтах не повинна перевищувати номінальну диференціальну вхідну напругу.

Вихід: TL074 не є мережевим операційним підсилювачем, тому вихідна напруга не досягне максимального позитивного або максимального негативного напруги при насиченні. Воно завжди буде ~ 2 В менше, ніж напруга живлення, це падіння напруги відбувається через падіння напруги V_{ce} на транзисторах, присутніх всередині операційного підсилювача. Також

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

пам'ятайте, що насичений операційний підсилювач буде споживати порівняно більше струму, що призведе до втрати потужності.

Коефіцієнт посилення/зворотний зв'язок: операційні підсилювачі відомі своїм дуже великим коефіцієнтом підсилення відкритого циклу, але, на жаль, цей коефіцієнт посилення супроводжується шумом, тому більшість схем розроблено з використанням замкнутого циклу. Система замкнутого контуру забезпечує зворотний зв'язок із входом, обмежуючи значення посилення операційного підсилювача та пов'язаний з ним шум. Негативний зворотний зв'язок зазвичай є кращим, оскільки він має передбачувану поведінку та стабільну роботу.

Закінчення невикористаних контактів операційного підсилювача

Для мікросхем на кшталт TL074, які мають корпус чотирьох операційних підсилювачів, часто існує хороший шанс, що в конструкції не використовуються всі чотири доступні операційні підсилювачі. У цьому випадку дуже важливо правильно завершити невикористаний операційний підсилювач. Інакше невикористані контакти створюватимуть певну ємність, яка може створювати шум і вплинути на продуктивність; операційні підсилювачі без термінажу споживатимуть більше енергії, таким чином знижуючи ефективність конструкції. Існує багато способів завершити операційний підсилювач на основі вашої конструкції, але найпоширеніший метод наведено нижче.

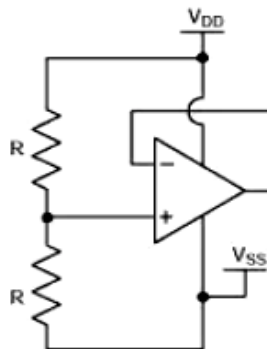


Рисунок 5.12 – Схема завершення не використаних операційних підсилювачів

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

Тут операційний підсилювач працює між діапазоном напруг V_{dd} і V_{ss} . Для завершення операційного підсилювача інвертуючий контакт операційного підсилювача підключається до вихідного контакту, а неінвертуючий контакт забезпечується джерелом постійної напруги. Ця постійна напруга може мати будь-яке значення, але має бути в межах напруги живлення (діапазон напруги загального режиму). Таким чином, наявність цих двох резисторів не є обов'язковою, оскільки будь-яка доступна напруга цього конкретного діапазону від схеми може бути використана для завершення неінвертуючого контакту операційного підсилювача.

І насамперед розглянемо мікроконтролер STC11

Серія STC11/10xx — це однокристальний мікроконтролер на основі високопродуктивного процесора 80C51 з архітектурою 1Т, який виробляє STC MCU Limited. З розширеним ядром серії STC11/10xx виконують інструкції в 1–6 тактів (приблизно в 6–7 разів більше, ніж у стандартного пристрою 8051), і має повністю сумісну інструкцію комплект із промисловим стандартом мікроконтролера серії 80C51.

Внутрішньосистемне програмування (ISP) і програмування в додатках (IAP) підтримують користувачів для оновлення програми та даних у системі. Інтернет-провайдер дозволяє користувачеві завантажувати новий код без видалення мікроконтролера з кінцевого продукту; IAP означає, що пристрій може записувати енергонезалежні дані у флеш-пам'яті під час роботи прикладної програми. Серія STC11/10xx зберігає всі особливості стандарту 80C51. Крім того, серії STC11F/10Fxx мають додатковий порт введення/виведення (P4), 6 джерел.

Структура переривань з 2 рівнями пріоритету, вбудований кварцевий генератор і сторожовий таймер, що вмикається одноразово.

Загальний вид та призначення виводів мікроконтролера STC11 показано на рисунку 5.13

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

STC11F02

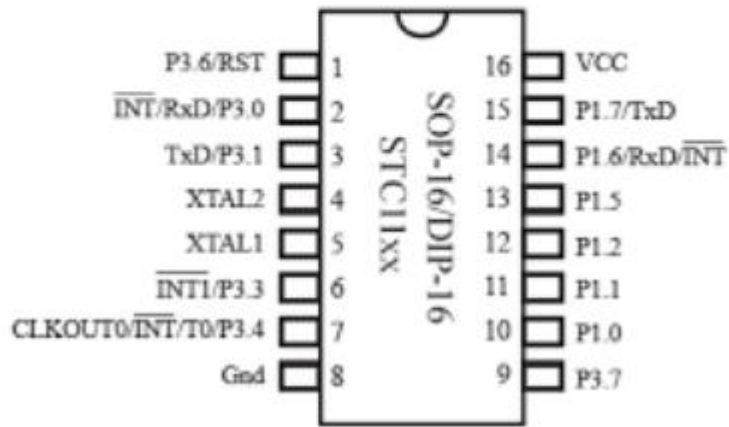


Рисунок 5.13 – Загальний вид та призначення виводів мікроконтролера STC11

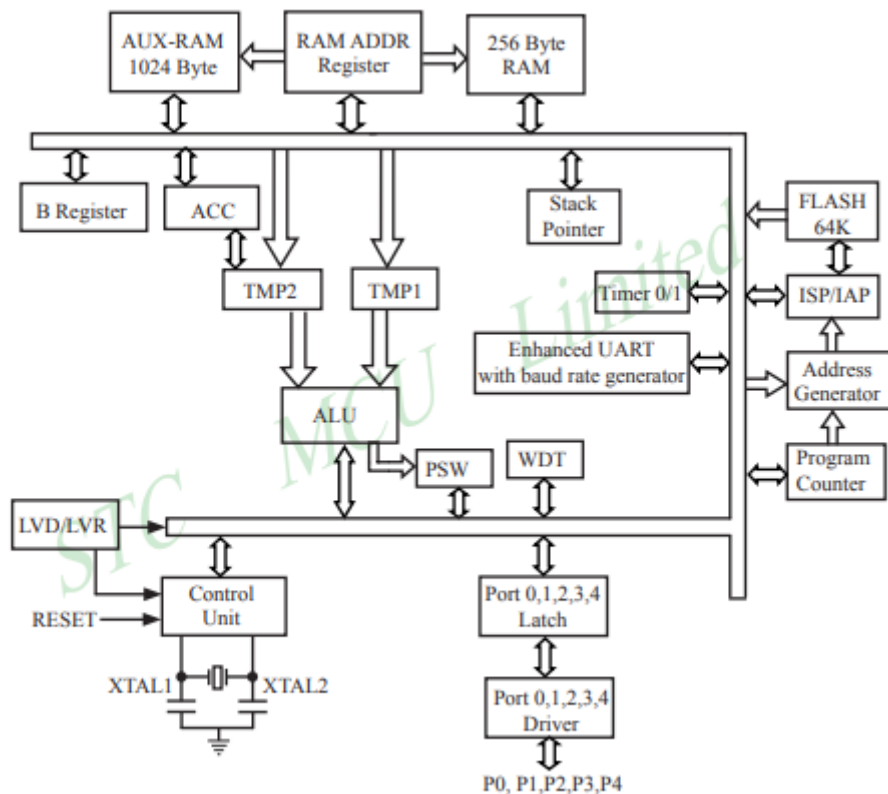


Рисунок 5.14 – Структурна схема мікроконтролера STC11.

Розглянемо також загальні характеристики мікроконтролера:

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

Діапазон робочої напруги:

5,5 В ~ 4,1 В / 3,7 В або 2,1 В / 2,4 В ~ 3,6 В (серія STC11L/10Lxx)

Діапазон робочих частот:

0-35 МГц, еквівалентно стандарту 8051:0 ~ 420 МГц

Серія STC11F/Lxx

Флеш-пам'ять програм: 1/2/3/4/5/6/8/16/20/32/40/48/52/56/62К

Серія STC10F/Lxx

Флеш-пам'ять програм: 2/4/6/8/10/12/14К

Вбудована оперативна пам'ять 1280/512/256 байт

Подвійний показчик даних (DPTR) для прискорення переміщення даних (крім серії STC11F01)

Код захисту доступу до флеш-пам'яті

Один розширений UART з апаратним розпізнаванням адреси та функцією виявлення помилок кадру, а також із функцією self генератор швидкості передачі даних.

Режим вимкнення живлення можна активувати за допомогою контактів INT0/P3.2, INT1/P3.3, T0/P3.4, T1/P3.5, RXD/P3.0 (або контакт RXD/P1.6)

Доступно максимум 40 програмованих портів введення/виведення

Функція програмованого годинника. T0 виводить годинник на P3.4, T1 виводить годинник на P3.5, BRT виводить годинник на P1.0.

Робоча температура:

С (промисловий) -40 ~ +85

С (комерційний) 0~75

тип упаковки: LQFP-44, PDIP-40, PLCC-44, QFN-40, SOP20, DIP20, LSSOP20, DIP18, SOP16, DIP16, TSSOP14

Отже із вище розглянутих компонентів розробимо блок ультразвукового визначення рівня попкорну принципова схема якого представлена на рисунку 5.15

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

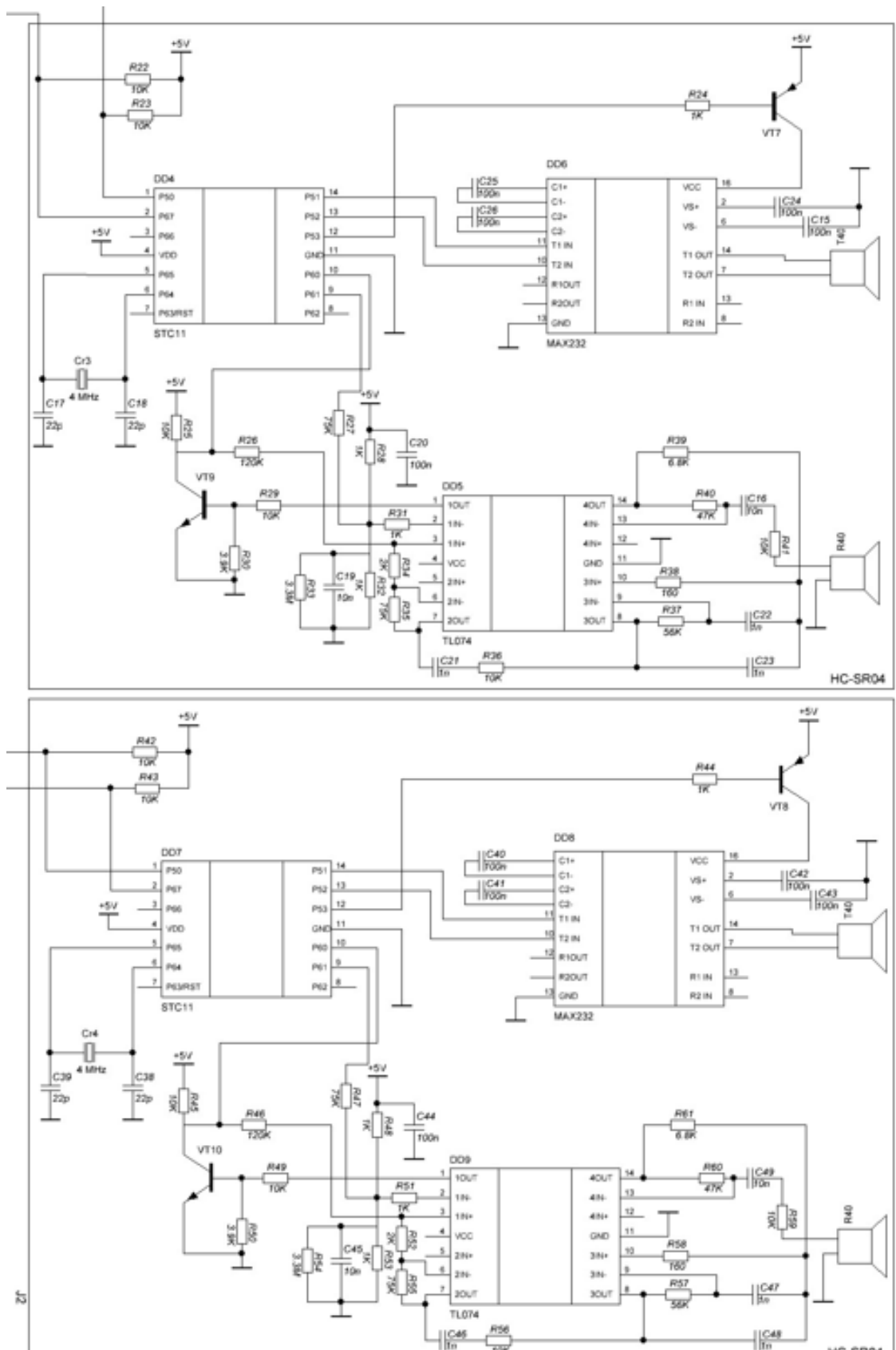


Рисунок 5.15 – Принципова схема блоку ультразвукового визначення рівня попкорну

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

В якості вихідного каскаду для випромінювачів використовуються драйвери інтерфейсу RS232 DD6, DD8. Ці мікросхеми здатні забезпечити необхідний розмах напруг на випромінювачі при частоті близько 40 КГц уникаючи ускладнення схеми та збільшуючи її надійність. Транзистори Т1 та Т41 розривають живлення драйверів тим самим блокуючи їх роботу. DD4 та DD7 керують вихідними каскадами формуючи послідовність імпульсів та сигнали дозволу. Конденсатори С24, С15, С42, С43 шунтують імпульси струму що виникають при подачі імпульсів на випромінювач.

Прийомна сторона організована на операційному підсилювачі з високим вхідним опором TL074 DD5, DD9. Вони підсилюють згенерований приймачем відзеркалений сигнал. Транзистори Т2, Т42 та резистивні подільники напруги R61, R47, R86, R87 Перетворюють підсилений до певної величини аналоговий сигнал в послідовність імпульсів логічного рівня що аналізуються мікроконтролерами DD4, DD7.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

5.3 Блок реалізації інтерфейсу користувача (підключення LCD дисплею)

Для заощадження портів вводу-виводу мікроконтролера Atmega2560 при підключенні до нього LCD дисплею було використано інтерфейсний модуль I2C на мікросхемі PCF8574.



Рисунок 5.16 – Інтерфейсний модуль I2C на мікросхемі PCF8574.

Підключення модуля здійснюється через 4-контактний інтерфейс. Через **VCC** і **GND** відбувається подача напруги, вихід **DSA** служить як лінію даних, а контакт **SCL** - лінія тактування.

В якості засобу виводу інформації використовується LCD дисплей зв'язок з яким реалізований через мікросхему DD10 котра використовує інтерфейс I2C для зв'язку з контролером DD1 Транзистор T43 використовується для розриву живлення дисплея та програмного припинення його роботи. Змінний резистор R13 підлаштовує яскравість засвічення дисплея.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

Для зручності подальшого порівняння й аналізу під час вибору найбільш підходящого відповідного датчика розглянемо основні та найбільш значущі технічні характеристики датчика DHT11.

Характеристики датчика DHT11:

- протокол зв'язку: 1-Wire;
- діапазон живлення: від 3 до 5 В;
- діапазон температур: від 0 до 50 °C (+/- 2°C);
- діапазон вологості: від 20 до 80% (+/- 5%);
- період вибірки: 1 секунда;
- бібліотеки Arduino: Adafruit DHT Library, Adafruit Unified Sensor Library.

Датчик має чотири виводи: VCC, SIG, N/C, GND. Вивід VCC підключаємо на джерело живлення +5В, GND садимо на землю а вивід SIG підключаємо на вивід PA2 мікроконтролера

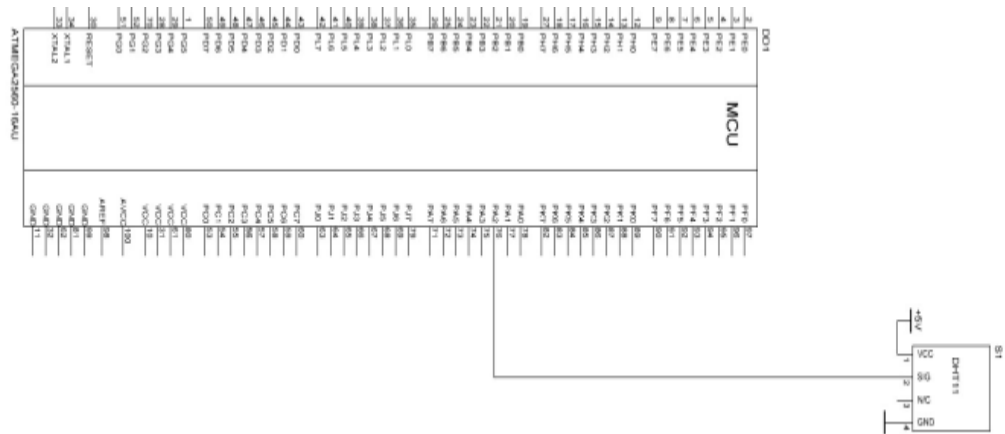


Рисунок 5.19 – Схема підключення до МК датчика температури та вологості DHT11.

5.5 Підключення лазерних далекомірів Sharp GP2Y0A21YK0F

В якості лазерного далекоміру був обраний IR датчик відстані Sharp GP2Y0A21YK0F.

GP2Y0A21YK0F - блок датчиків вимірювання відстані, складається з інтегрованої комбінації ЧДП (чутливого до положення детектора), ІЧД (інфрачервоного випромінювача) та схеми обробки сигналу. Різноманітність відбивної здатності об'єкта, температура навколишнього середовища і тривалість експлуатації нелегко впливають на визначення відстані через застосування методу триангуляції. Цей пристрій видає напругу, що відповідає відстані виявлення. Таким чином, цей датчик можна використовувати і як датчик наближення.[17]



Рисунок 5.20 – IR датчик відстані (10-80 см) Sharp GP2Y0A21YK0F
загальний вигляд

Характеристики:

- Робоча напруга: 4,5 В - 5,5В
- Середній струм споживання: 30 мА
- Вимірюється відстань: 10 - 80 см
- Тип вихідного сигналу: аналоговий
- Середній час оновлення інформації на виведення OUT: 16,5 мс
- Розміри: 29,5 x 13 x 13,5 мм
- Ціна 203 грн.

Змін.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

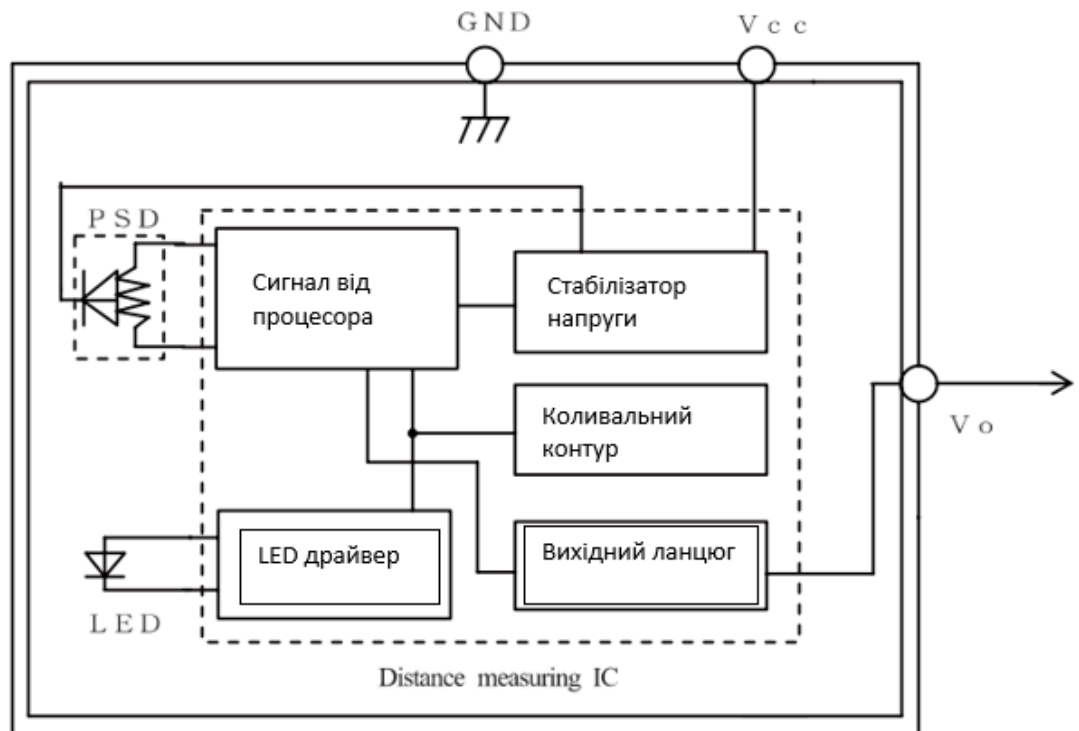


Рисунок 5.21 – Структурна схема IR датчика відстані Sharp GP2Y0A21YK0F

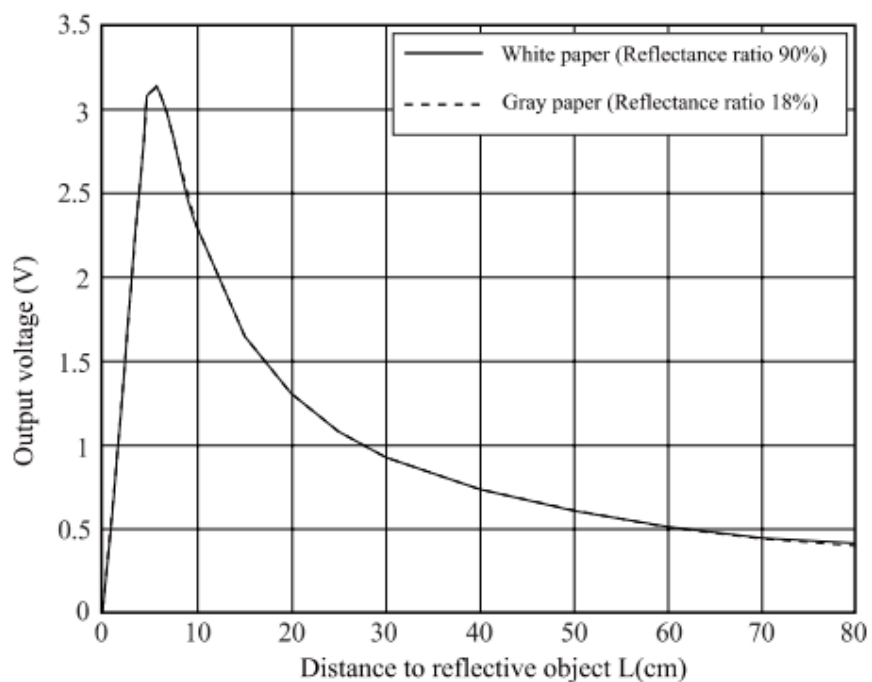


Рисунок 5.22 – Приклад характеристики вимірювання відстані (вихідний сигнал)

За ІК інтерфейс відповідають датчики Sharp GP2Y0A21YK0F пуш-пульний вихід яких підсилюється транзисторами Т44, Т45, що підтягують на землю вбудований в МК PULL-UP резистор.

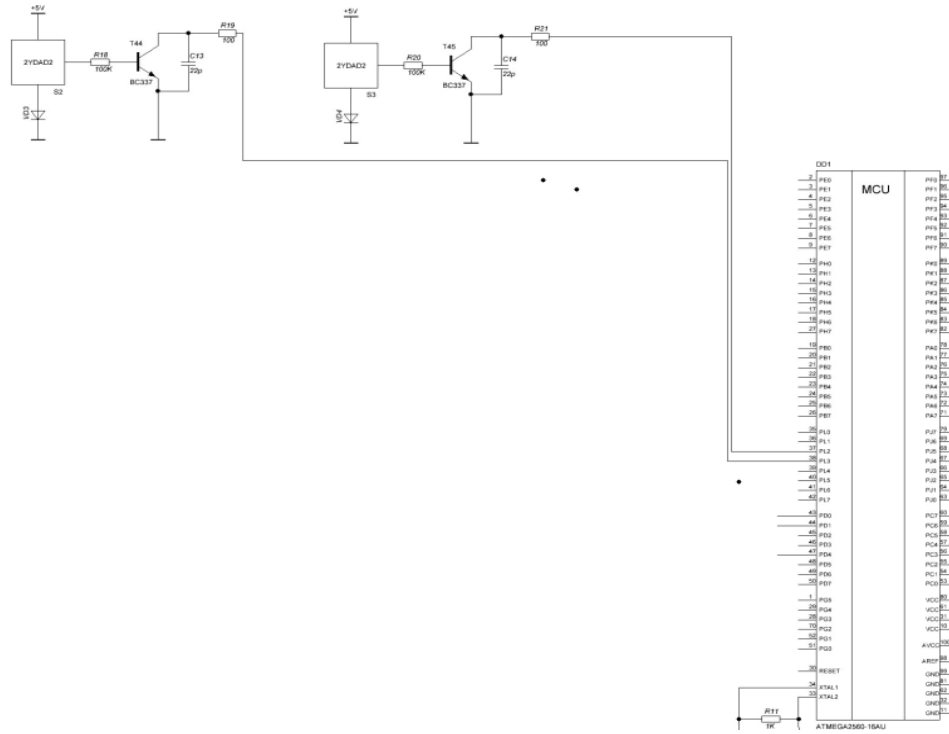


Рисунок 5.23 – Схема підключення лазерних далекомірів Sharp GP2Y0A21YK0F

5.6 Підключення фотоелектричних датчиків E18-D80NK

Датчик складається з ІЧ-випромінювача і приймача, зібраних в одному корпусі. Він дає змогу визначити наявність перешкоди на відстані від 60 до 800 мм (відстань спрацьовування датчика залежить від властивостей відбивальної поверхні матеріалу перешкоди).

Принцип роботи датчика полягає в такому: датчик випускає інфрачервоні промені і якщо попереду знаходиться який-небудь предмет (перешкода), то інфрачервоний промінь відбивається від поверхні предмета, а приймач датчика фіксує цей відбитий промінь. Таким чином, датчик визначає, що в заданій зоні знаходиться перешкода. Якщо ж у заданій зоні предмет відсутній, то посланий

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

інфрачервоний промінь не знаходить поверхні відбиття. Таким чином, датчик фіксує, що в заданій зоні немає предмета.[18]



Рисунок 5.24 – Загальний вид датчик перешкод E18-D80NK

Характеристики:

- Модель: E18-D80NK
- Тип: NPN / NO
- Живлення: 5 В
- Сила струму: 30 мА якщо немає перешкод, 45 мА якщо є.
- Розміри корпусу датчика: 50x18 мм
- Дистанція: 10-80 см (налаштовується)
- Контакти: чорний - сигнал; коричневий - +5В; синій – загальний

Схема підключення

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

На рисунку 5.25 наведено схему під'єднання ІЧ-випромінювача і високочутливого ІЧ-приймача для вимірювання відстані. Випромінений ІЧ-сигнал відбивається від поверхні предмета і приймається високочутливим приймачем, після чого здійснюється розрахунок відстані до об'єкта. Пристрій також оснащено підлаштуванням резистором для швидкого і легкого налаштування робочого діапазону. Ця схема може успішно застосовуватися в робототехніці, інтерактивних медіапристроях, у промислових пристроях, в автомобілях тощо.

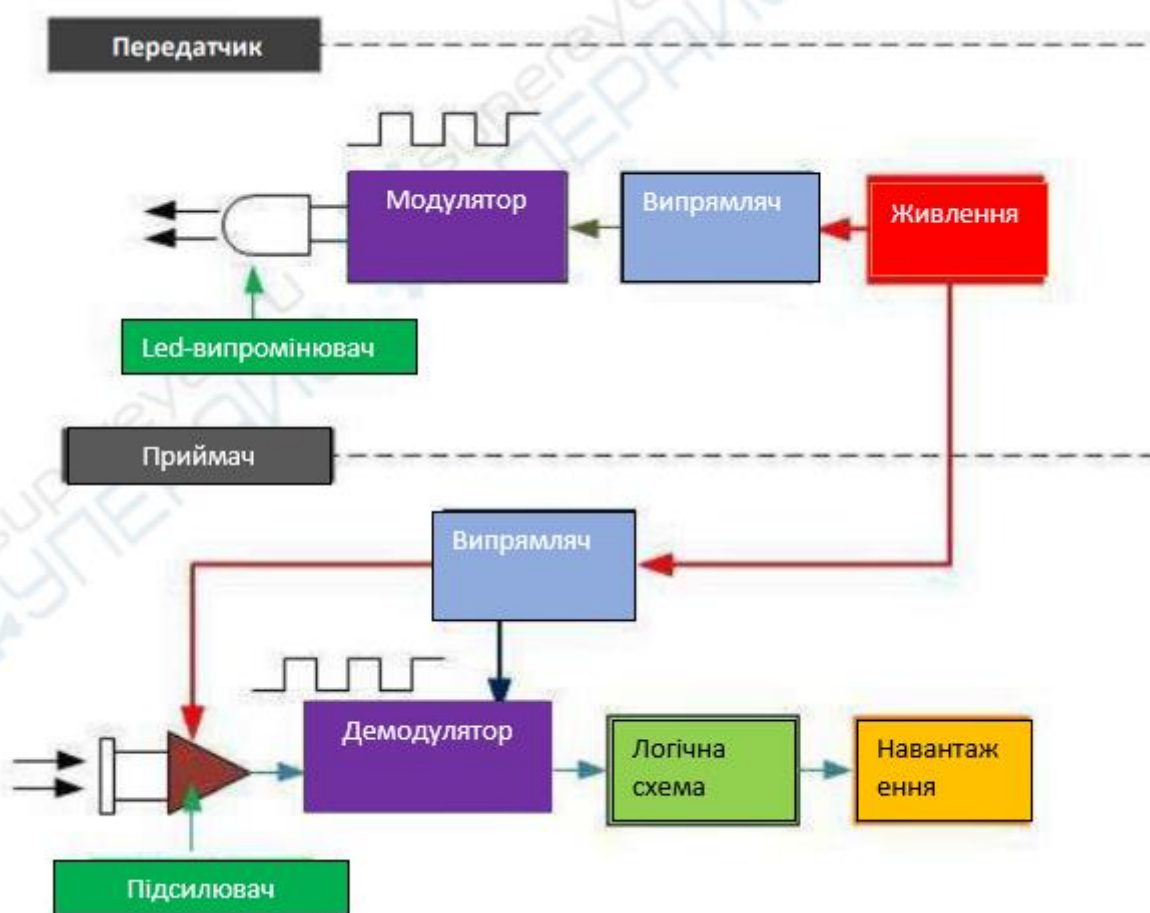


Рисунок 5.25 – Схема підключення E18-D80NK

Оптрони DA1, DA2 є оптронами світлодіод - фото транзистор що є постійно засвіченим, а відповідно й відкритим, а при появі перешкоди потік світла

зникає і транзистор закривається після чого на його колекторі виникає високий потенціал що й зчитується мікроконтролером.

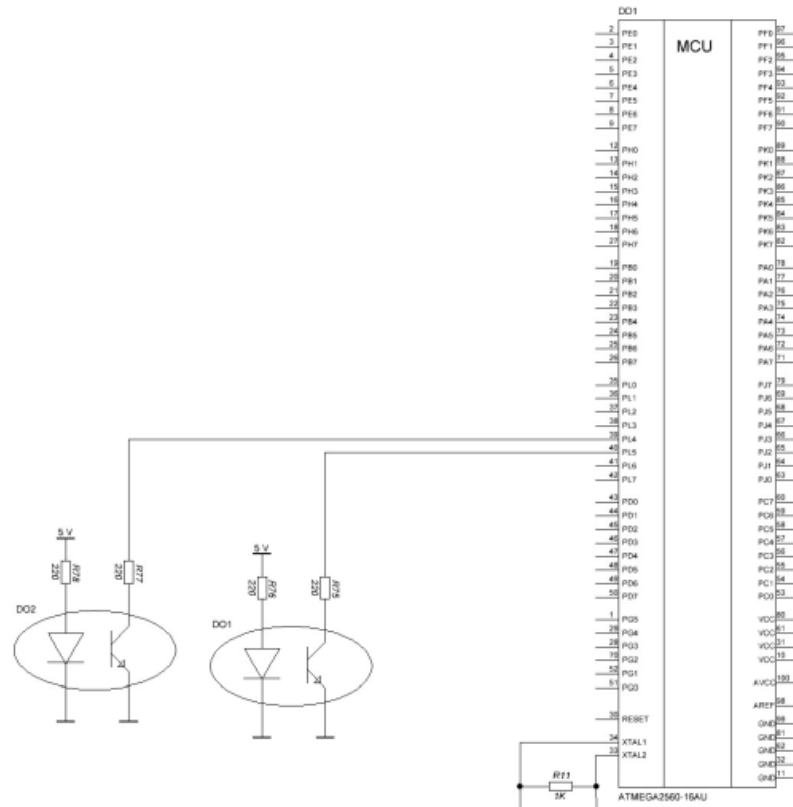


Рисунок 5.26 – Схема підключення підключення фотоелектричних датчиків E18-D80NK

5.7 Підключення виконуючих пристроїв

Для керуванням електричним приводом подачі вмісту бункеру та видачі стаканів в схемі задіяні транзистори VT3.1-VT3.3 котрі забезпечити комутацію значних струмів електродвигунів. Каскади розкачки яких побудовані на транзисторах VT4-VT6.

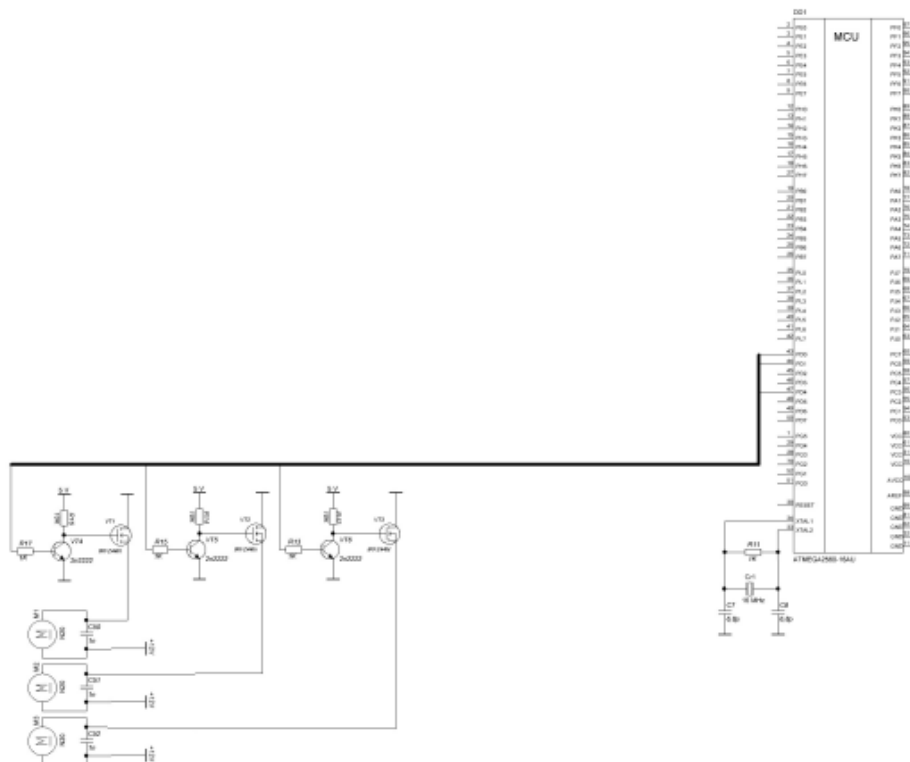


Рисунок 5.27 – Схема підключення моторів

5.8 Підключення купюроприймача CashCode SM

Модуль купюро приймач СН1 аналізує ціну внесеної купюри та за допомогою інтерфейсу I2C повідомляє DD1 про відповідну подію. Оптрони DA1, DA2 є оптронами світлодіод - фото транзистор що є постійно засвіченим, а відповідно й відкритим, а при появі перешкоди потік світла зникає і транзистор закривається після чого на його колекторі виникає високий потенціал що й зчитується мікроконтролером.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

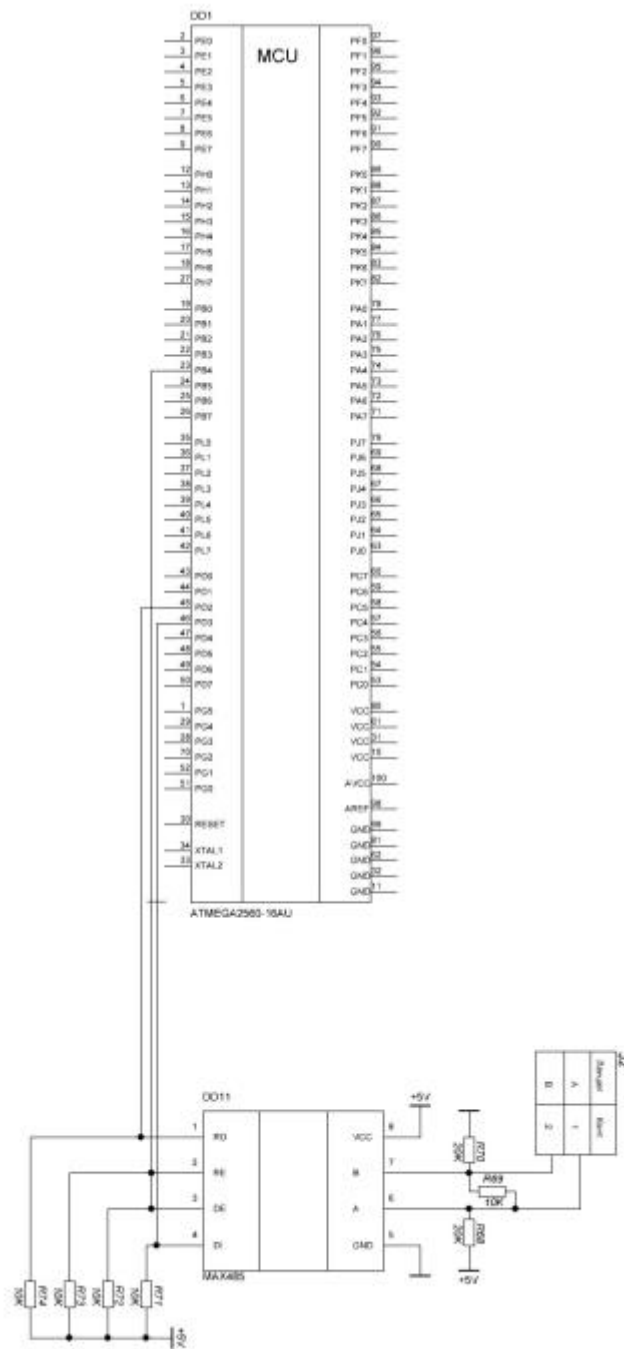


Рисунок 5.29 – Схема підключення підключення інтерфейсу MAX485

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

6 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Розрахунок економічного ефекту проектованої системи

6.1.1 Розрахунок повної собівартості розроблюваної системи

Собівартість пристрою - це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на його виробництво і збут. В свою чергу витрати на виробництво утворюють виробничу собівартість, а витрати на виробництво і збут - повну собівартість.

Витрати, пов'язані з виробництвом і збутом розроблювального пристрою групуються за такими статтями:

- Основна заробітна плата;
- Додаткова заробітна плата;
- Відрахування від заробітної плати;
- Матеріали і комплектуючі;
- Оренда машинного часу або РСЕО;
- Виробничі витрати;
- Адміністративні витрати;
- Позавиробничі (комерційні витрати).

1) Матеріали та комплектуючі виробу.

Розглядаються виходячи з відомостей на матеріали, сировину, комплектуючі, кооперацію, яка припадає на одиницю випуску. Згруповані однорідні електричні компоненти розроблювального пристрою представлені в табл. 6.1 дає перлік електричних компонентів, які були використані при розробці системи, та їх вартість, витрати на сировину і матеріали представлені в табл. 6.2. Ціни на комплектуючі взяті з найбільших інтернет-магазинів України:

- «Kosmodrom» <http://www.kosmodrom.com.ua> станом на 20.12.2022.
- «Arduino.ua» - <https://arduino.ua/> станом на 20.12.2022.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

- «Monofilament» - <https://monofilament.com.ua/ua/> станом на 20.12.2022.

Таблиця 6.1 – комплектуючі, що припадають на одиницю випуску

Найменування	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн.
Atmega2560	1	165
CH340G	1	30
Ams1117-5.0	1	10
MAX232	2	32
TL074	2	28
STC11	2	15
PCF8574	1	50
lcd 1602 i2c	1	120
DHT11	1	49
Sharp GP2Y0A21YK0F	2	203
e18-d80nk	2	134
CASHCODE SM1	1	2300
MAX485	1	20
Резистори, конденсатори, транзистори	-	220
Дроти	-	50
		Всього: 3838

З урахуванням транспортно-заготівельних витрат (кт.з. = 10-20%) вартість комплектуючих і матеріалів становить:

$$KM = \frac{(K+M) \cdot (100+k_{т.р})}{100} = \frac{(3838+164,8) \cdot (100+18)}{100} = 4032.46(\text{грн}) \quad (6.1)$$

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

ЕЛІТ 8.171.00.10.314 ПЗ

Арк.

68

Окрім основних компонентів потрібно враховувати витратні матеріали та сировину для виготовлення корпусних деталей.

Таблиця 6.2 – витрати на сировину і матеріали

Матеріал, сировина	Норма витрат, кг.	Ціна за одиницю, грн/кг.	Вартість, грн.
Припой LC60- 0.38/0.25	0.04	2220	8.8
Флюс NC-559-asm flute	0.01	11066	11
Склотекстоліт для друкованих плат	0.1	1000	100
Гребінка контактів PLS 1.27мм	0.1	450	45
			Всього: 164,8

2) Витрати на основну заробітну плату.

Роботи з розробки пристрою ведуться відразу в 4 областях: апаратній, програмній, механічній та медичній. Для реалізації пристрою необхідні інженер – електронщик, програміст, 3Д-моделлер та спеціаліст з протезування та реабілітації. В обов'язки цих фахівців буде входити розробка електричних вузлів, друкованих плат, вибір електронних компонентів, написання програмного забезпечення системи, створення конструкторської документації та написанні документації по встановленні протезів, реабілітації пацієнтів та подальшому використанні системи.

Витрати на основну заробітну плату розраховуються, використовуючи наступне співвідношення:

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n T_{gi} * H_{ci} \quad (6.2)$$

де T_{gi} - середня годинна тарифна ставка 1 робочого задіяного у виробництві продукту (грн. / год);

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Нчі - витрачений працівником час на виготовлення і налагодження приладу (годин.);

n - кількість працівників задіяних у виробництві.

Основна заробітна плата для кожного працівника розраховується індивідуально. При восьмигодинному робочому дні, термін роботи для інженера 1 міс. = 21 р.д. = 168 годин. Орієнтовна середньочасова трудова ставка становить:

$$T_{z_i} = \frac{T_{m_i}}{B_{\phi_i} * 8} \quad (6.3)$$

T_{m_i} - місячна заробітна плата фахівця (грн.);

B_{ϕ_i} - фактично відпрацьований час за розрахунковий період (місяць), днів (змін);

8 - кількість відпрацьованих годин за зміну.

$$T_{z_i} = \frac{T_{m_i}}{B_{\phi_i} * 8} = \frac{18000}{21 * 8} = 107 \text{ (грн/год)}. \quad (6.4)$$

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n T_{z_i} * H_{c_i} = 107 * 8 = 856 \text{ (грн)}. \quad (6.5)$$

3) Додаткова заробітна плата.

Складає в середньому 10 ÷ 30% від основної заробітної плати. До неї відносяться премії, заохочення, позаурочні, святкові.

$$Z_{\partial} = Z_0 \frac{K_{\partial}}{100} \quad (6.6)$$

де K_{∂} - відсоток додаткової заробітної плати.

$$Z_{\partial} = Z_0 \frac{K_{\partial}}{100} = 712 \frac{10}{100} = 85,6 \text{ (грн)}. \quad (6.7)$$

4) Відрахування від заробітної плати.

До таких відрахувань відносяться: відрахування в пенсійний фонд - 33,2%, соціальне страхування - 2,9%, фонд зайнятості (безробіття) - 1,9%, нещасні випадки на виробництві - 0,5 - 1,0. Загалом, відрахування від заробітної плати становлять 38,52%.

$$B_{соц} = (Z_0 + Z_{\partial}) * \frac{38.52}{100} = (856 + 85,6) * \frac{38.52}{100} = 362,7 \text{ (грн)}. \quad (6.8)$$

5) Витрати на утримання і експлуатацію обладнання.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Оскільки робоче виробниче обладнання знаходиться на балансі підприємства, витрати на утримання та експлуатацію устаткування (ВУЕУ) = заробітна плата · % ВУЕУ (приймаємо % ВУЕУ = 120-150%), тобто маємо: $856 \cdot 1,2 = 1027,2$ (грн).

6) Загальновиробничі витрати.

Являють собою витрати, пов'язані з управлінням підрозділу, витрати на службові відрядження працівників цеху (підрозділу), амортизаційні відрахування від вартості основних фондів загальноцехового призначення і т. д.

Визначаються в розмірі 130-250% від основної заробітної плати: $856 \cdot 1,5 = 1284$ (грн.).

Сума статей 1.1 - 1.6 являє виробничу собівартість приладу (установки).
Маємо: $4032,46 + 856 + 85,6 + 362,7 + 1027,2 + 1284 = 7647,96$.

7) Адміністративні витрати.

Можуть містити в собі:

- Витрати, пов'язані з управлінням підприємства;
- Витрати на службові відрядження адміністрації підприємства;
- Витрати на пожежну і сторожову охорону;
- Витрати, пов'язані з підготовкою (навчанням) і перепідготовкою кадрів;
- Витрати на перевезення працівників до місця роботи і назад;
- Витрати на оплату відсотків за фінансові кредити, а також відсотків за товарні і комерційні кредити; витрати, пов'язані з оплатою відсотків за користування матеріальними цінностями, взятими в оренду (лізинг);
- Витрати, пов'язані з оплатою послуг комерційних банків та інших кредитно-фінансових установ;
- Податкові відрахування.

Визначаються в розмірі 140-200% відсотків від основної заробітної плати.

Оціночно адміністративні витрати складуть 160% від 30 – 1139.2 грн.

8) Витрати на збут.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

ЕЛІТ 8.171.00.10.314 ПЗ

Арк.

71

Включають витрати на рекламу і на підготовку приладу перед реалізацією. Орієнтовно ці витрати визначаються в розмірі 5-10% від виробничої собівартості. Оціночно витрати на збут складуть 1000 грн. Сума статей 1.1-1.8 виявляє повну собівартість приладу:

$$7647,96 + 1139,2 + 1000 = 9787,16 \text{ (грн.)}$$

Таблиця 6.3 – Калькуляція собівартості приладу

Назва	Ціна, грн
1. Матеріали і комплектуючі виробу	3838
2. Витрати на сировину і матеріали	164,8
3. Витрати на основну заробітну плату	856
4. Додаткова заробітна плата	85,6
5. Відрахування від заробітної плати	362,7
6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	1027,2
7. Загальновиробничі витрати	1284
Виробнича собівартість	7647,96
8. Адміністративні витрати	1139,2
9. Витрати на збут	1000
Повна собівартість приладу	9787,16

6.1.2 Визначення ціни приладу

1) Розрахунок оптової ціни приладу.

У ринковій економіці існують різні методи ціноутворення: собівартість плюс прибуток, забезпечення фіксованого обсягу прибутку, в залежності від рівня попиту і т. п. Розрахунок оптової ціни приладу проводиться за схемою «собівартість плюс прибуток». Відповідно до даної методики оптова ціна виробу визначається як:

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

$$C_{opt} = C + \Pi \quad (6.9)$$

де С - повна собівартість приладу;

П - розмір прибутку.

Прибуток визначається виходячи з нормативу (показника) рентабельності виробництва продукції встановленого підприємством:

$$R = \frac{\Pi}{C} * 100\% \quad (6.10)$$

де R - рентабельність продукції (продукту), приймається в розмірі 35%.

Тоді оптова ціна визначається:

$$C_{opt} = C + \frac{R * C}{100} = 9787.16 + \frac{0.35 * 9787.16}{100} = 9821,41 \text{ (грн)} \quad (6.11)$$

2) Відпускна ціна приладу.

Відпускна ціна приладу включає податок на додаткову вартість:

$$C_{відп.} = C_{opt.} * 1,2 = 9821,41 * 1,2 = 11785,96 \text{ (грн)} \quad (6.12)$$

де 20% - ПДВ.

Висновки:

Розрахована ціна системи свідчить про достатньо хорошу доступність описаного пристрою та підходу до його створення. Таким чином, можна говорити про конкурентно спроможність системи на ринку вендингових апаратів, а простота у виготовленні за рахунок залучення сучасних технологій гарантує належний рівень потоку продукції для заохочення потреб серед цільової аудиторії.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

ВИСНОВОК

У результаті виконання випускної кваліфікаційної роботи було спроектовано контролер вендінгового попкорн-автомату.

Під час виконання роботи були проведені теоретичні та експериментальні дослідження . В яких було розглянуто переваги та недоліки таких типових інтерфейсів як RS232 та RS485. Доказано надійність використання RS485 інтерфейсу.

Реалізована система використовує:

- інтрейфейс RS485,
- мікроконтролер Atmega2560,
- ультразвукові сенсори вимірювання рівня залишку попкорну,
- інтерфейс користувача реалізований за допомогою Lcd дисплею,
- блок контролю температури та вологості,
- фотоелектричні датчики ,
- лазерні далекоміри.

Було розроблено алгоритм роботи та структурна схема системи. Проводилося проектування функціональної та принципової схеми.

Проводились економічні розрахунки, які показали, що дана система є конкурентноспроможною. Елементна база є широко розповсюджена та доступною.

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбаченко С.А. Аналіз підприємницьких проектів: навчальний посібник / Горбаченко С.А., Карпов В.А.- О: ОНЕУ ротاپронт, 2013.- 241с.
2. Майорова Т., Маркитан О., Стукало О. Перспективи розвитку вендингу в Україні: Науковий вісник ОНЕУ. – Науки: економіка, політологія, історія. – 2015. – № 1 (221). – 216 с.
3. Побоченко Л.М., Артемоненко В. В. Зарубіжний досвід розвитку вендингового бізнесу// Науковий вісник Інституту міжнародних відносин НАУ. Серія: Економіка, право, політологія, туризм: зб. наук. праць. – К.: Вид-во «НАУ-друк», 2014. – Вип. 1. – С.82-90.
4. Офіційний сайт журналу «Вендинг [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.infovend.ru>.
5. Офіційний сайт Асоціації вендингового бізнесу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vendingukraine.com.ua/>.
6. Офіційний сайт Всесвітньої Вендингової Асоціації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rnva>.
7. Компанія «AVANGARD». URL: <https://vendingsolution.com/> (дата звернення: 13.12.2022).
8. ТОВ "Компанія "Ліберті Україна". URL: <https://uavending.com/> (дата звернення: 13.12.2022).
9. Компанія G-Water. URL: <https://www.gwater.com.ua/> (дата звернення: 13.12.2022).
10. Компанія Siba.Cafe [Siba.Cafe Company]. Available at: <https://siba-cafe.com.ua/ua/> (дата звернення: 13.12.2022).
11. ТОВ «Intelektualni Vendynhovi Systemy», ТМ UniRay [LLC "Intelligent Vending Systems", ТМ UniPay]. Available at: <https://unipay.ua/pro-nas/> (дата звернення: 13.12.2022).

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

12. How to start a vending machine business: cost, tips, pros and cons. Available at: <https://www.nerdwallet.com/article/small-business/how-to-start-a-vending-machinebusiness> (дата звернення: 13.12.2022).

13. Білявський В. М., Білявська Ю. В. Вплив пандемії Covid-19 на розвиток вендингового бізнесу. Наукові записки Національного університету «Острозька академія», серія «Економіка». 2021. № 20(48). С. 31–37.

14. <https://andriy1024.github.io/home-protector/menu/elementbase.html>

15. <https://arduino.ua/ru/prod166-arduino-nano-v3-0-avr-atmega328p-s-raspayannimi-razemami>

Змн.	Аркш	№ Докум.	Підп.	Дата

Додаток А
програма для мікроконтролера

```
//Master code (Arduino UNO)
//Serial Communication Between Arduino using RS-485

int enablePin = 8;
int pushval = A0;
int potval = 0 ;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);      // initialize serial at baudrate 9600:
  pinMode(enablePin, OUTPUT);
  pinMode(pushval, INPUT);
  delay(10);
  digitalWrite(enablePin, HIGH); // (always high as Master Writes data to
  Slave)
}
void loop()
{
  int potval = analogRead(pushval);
  Serial.println(potval);    //Serial Write POTval to RS-485 Bus
  delay(100);
}

//Slave code (Arduino NANO)
//Serial Communication Between Two Arduinos using RS-485
//Circuit Digest

#include <LiquidCrystal.h>      //Include LCD library for using
LCD display functions

int enablePin = 8;
int ledpin = 10;

LiquidCrystal lcd(2,3,4,5,6,7); // Define LCD display pins
RS,E,D4,D5,D6,D7
```

```

void setup()
{
  lcd.begin(16,2);
  lcd.print("CIRCUIT DIGEST");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("RS485 ARDUINO");
  delay(3000);
  lcd.clear();
  Serial.begin(9600);           // initialize serial at baudrate 9600:
  pinMode(ledpin,OUTPUT);
  pinMode(enablePin, OUTPUT);
  delay(10);
  digitalWrite(enablePin, LOW); // (Pin 8 always LOW to
  receive value from Master)

}

void loop()

{
  while (Serial.available())    //While have data at Serial
  port this loop executes
  {
    lcd.clear();
    int pwmval = Serial.parseInt(); //Receive INTEGER
  value from Master throught RS-485
    int convert = map(pwmval,0,1023,0,255); //Map those value
  from (0-1023) to (0-255)
    analogWrite(ledpin,convert); //PWM write to LED
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("PWM FROM MASTER");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(convert);         //Displays the PWM value
    delay(100);
  }
}

```
