

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю. М. Потебні

Кафедра електроніки, інформаційних систем
та програмного забезпечення
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота
перший(бакалаврський)
(рівень вищої освіти)

на тему “Розробка бездротового зарядного пристрою на базі мікроконтролера фірми Microchip”

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи 6.1531-с
спеціальності 153 Мікро- та наносистемна
техніка

(код і назва спеціальності)

освітньої програми 153 Мікро- та наносистемна
техніка

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації 153 Мікро- та наносистемна техніка

(код і назва спеціалізації)

Ничик О.П.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри ЕІСПЗ, доцент,
к.т.н., Небеснюк О.Ю.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент _____.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. Потебні

Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність Мікро- та наносистемна техніка

(назва)

Освітня програма 153 Мікро- та наносистемна техніка

(шифр)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Т.В.Критська

« 03 » червня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА ЗДОБУВУЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Ничику Олександр Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка бездротового зарядного пристрою на базі мікроконтролера фірми Microchip

керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Небеснюк О.Ю., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «26» 12. 2023 р. № 2215-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи бакалавра 03.06.2024р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра: зарядний пристрій: блок живлення: зовнішній, напруга 10 В, струм 3 А; вихідний струм: 1 А; розмір зарядного майданчика: 150×80×20 мм; контроль рівня заряду батареї і при необхідності підзарядка.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Бездротова передача енергії 2 Розробка бездротового зарядного пристрою на базі мікроконтролера MicroChip 3 Охорона праці та техногенна безпека

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

Л1 Блок-схема та схема електрична принципова розроблюваного пристрою.
 Л2 Блок-схема та схема електрична принципова імпульсного блоку живлення.
 Л3 Алгоритм роботи програмної частини та результати моделювання в Proteus. Л4 Друкована плата та 3D модель приладу.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
I	<i>Небеснюк О.Ю.</i>	<i>18.03.2024</i>
II	<i>Небеснюк О.Ю.</i>	<i>10.05.2024</i>
III	<i>Небеснюк О.Ю.</i>	<i>30.05.2024</i>

7. Дата видачі завдання 23.10.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	строк виконання етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Примітка
1	<i>Аналіз матеріалу за темою кваліфікаційної роботи</i>	<i>23.10.23 - 15.01.24</i>	
2	<i>Аналіз стандартів бездротової зарядки</i>	<i>16.01. -18.03.</i>	
3	<i>Розробка структурної схеми пристрою</i>	<i>20.03. -05.04.</i>	
4	<i>Розрахунок елементів, вибір елементної бази</i>	<i>08.04. -19.04.</i>	
5	<i>Розробка схеми електричної принципової</i>	<i>22.04. -30.04.</i>	
6	<i>Розробка імпульсного блоку живлення</i>	<i>30.04. -10.05.</i>	
7	<i>Розділ охорони праці та техногенної безпеки</i>	<i>10.05. -17.05.</i>	
8	<i>Оформлення пояснювальної записки, виконання креслень</i>	<i>20.05. -30.05.</i>	

студент _____ *Ничик О.П.*
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту) _____ *Небеснюк О.Ю.*
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ *Верьовкін Л. Л.*
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота містить: 69 сторінок, 34 рисунки, 17 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – бездротова передача енергії.

Мета роботи – розробка компактного безпроводного зарядного пристрою з розширеним функціоналом.

Задачі роботи – розробити функціональну та електричну принципову схеми безпроводного зарядного пристрою.

Методика досліджень – моделювання пристрою за допомогою програмного забезпечення Proteus.

Короткий виклад результатів досліджень: на підставі аналізу існуючих пристроїв побудована структурна та електрична схеми безпроводного зарядного пристрою, живлення здійснюється від мережі, через імпульсний блок живлення; габаритні розміри друкованої плати складають 88,9×52,5 мм.

Прогнозні пропозиції – результати роботи після доопрацювання можуть бути використані для створення безпроводних зарядних пристроїв з розширеним функціоналом.

**БЕЗПРОВІДНИЙ ЗАРЯДНИЙ ПРИСТРІЙ, ПЕРЕДАВАЧ, ПРИЙМАЧ,
МІКРОКОНТРОЛЕР, АЛГОРИТМ, СХЕМА, ТОПОЛОГІЯ, МОДЕЛЬ**

Кваліфікаційна робота виконана на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення в період з 11.09.2023 по 30.05.2024.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ВСТУП.....	6
1 БЕЗДРОТОВА ПЕРЕДАЧА ЕНЕРГІЇ.....	7
1.1 Способи бездротової передачі енергії.....	7
1.2 Стандарти бездротової зарядки	17
1.2.1 Qi	17
1.2.2 PMA	22
1.2.3 Rezence (A4WP).....	22
1.2.4 Технологія WREL.....	24
1.3 Галузі застосування.....	26
1.5 Переваги та недоліки бездротової передачі енергії	31
2 РОЗРОБКА БЕЗДРОТОВОГО ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ФІРМИ MicroChip.....	33
2.1 Технічне завдання до розробки.....	33
2.2 Розробка блок-схеми пристрою	34
2.3. Вибір елементної бази.....	34
2.4 Розробка схеми електричної принципової.....	37
2.5 Розробка імпульсного блоку живлення.....	40
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....	48
3.1 Вимоги до безпеки праці	48
3.2 Вимоги до промсанітарії.....	51
3.3 Вимоги до пожежної безпеки.....	54
3.4 Вимоги електробезпеки	57
3.4.1 Загальні вимоги	57
3.4.2 Організаційні заходи	59
3.4.3 Розрахунок електромережі на здатність відключення при аварійному режимі роботи електрообладнаннямструм короткого замикання визначається за формулою:	60

3.4.4 Технічні заходи.....	61
3.4.5 Номенклатура видів захисту	63
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	65
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	66

ВСТУП

«Можливість бездротового живлення пристроїв може позбавити від необхідності носити з собою кабелі живлення для наших телефонів або планшетів, — сказав керівник дослідницької групи Джіньон Ха (Jinyong Ha) з університету Седжон у Південній Кореї. - Це також може жити різні датчики, такі як датчики в пристроях Інтернету речей (IoT) і датчики, які використовуються для моніторингу процесів на виробничих підприємствах».

Бездротова передача електрики - спосіб передачі електричної енергії без використання струмопровідних елементів в електричному колі. Технологічні принципи такої передачі включають в себе індукційний (на малих відстанях і щодо малих потужностей), резонансний (використовується в безконтактних смарт-картах і чіпах RFID) і спрямований електромагнітний для відносно великих відстаней і потужностей (в діапазоні від ультрафіолету до НВЧ).

У сучасному світі всі маніпуляції з передачею файлів з використанням смартфона відбувається "по повітрю". Доступ в інтернет по WI-FI - вдома, на роботі, в кафе сприймаються як даність. Час прийшов і для бездротової передачі енергії.

Ряд аналітиків припускає, що застосування бездротових зарядних пристроїв вплине на перерозподіл ринку, і до 2025 р. їх частка складе приблизно 85% загального обсягу ринку всіх бездротових пристроїв зарядки [1].

Тому розробка такого пристрою є актуальною так як звільняє від необхідності приєднувати кабель до телефону (плеєру, камери, годинника і інших невеликих пристроїв), що спрощує наше повсякденне життя.

1 БЕЗДРОВОТА ПЕРЕДАЧА ЕНЕРГІЇ

1.1 Способи бездротової передачі енергії

Існує кілька відомих з курсу фізики бездротових способів передачі енергії. Однак найбільше поширення в електротехніці отримали рішення з використанням бездротової передачі електроенергії на основі явища електромагнітної індукції. Як відомо, сфера поширення електромагнітного поля розділяється на дві основні зони в залежності від відстані джерела випромінювання. Близня зона (зона індукції або реактивна) обмежується відстанню, що дорівнює $\lambda / 2\pi$, де λ - довжина хвилі (рис. 1.1). Зона індукції поступово переходить в зону випромінювання (хвильову), і яскраво вираженої межі між ними не існує. На кордонах ближньої і далекої зони розрізняють перехідну проміжну зону. При частоті 10, 1 і 0.1 МГц протяжність ближньої зони становить приблизно 4.7, 47 і 477 м.



Рисунок 1.1 - Близня і дальня зони

У системах бездротової зарядки для передачі енергії від джерела (передавача) до приймача використовується явище електромагнітної індукції,

яке полягає у виникненні електричного струму в замкнутому контурі при зміні магнітного потоку, що пронизує цей контур. На web-сайтах консорціумів WPC, PMA і A4WP можна знайти інформацію про принцип дії систем передачі енергії без проводів. Система складається з первинної котушки L1 (джерела) і вторинної котушки L2 (приймача). Котушки утворюють систему з індуктивним зв'язком (рис. 1.2). Змінний струм, протікаючи в обмотці первинної котушки, створює магнітне поле, індукційну напругу в приймальній котушці, яка може бути використана як для зарядки акумулятора, так і живлення пристрою.

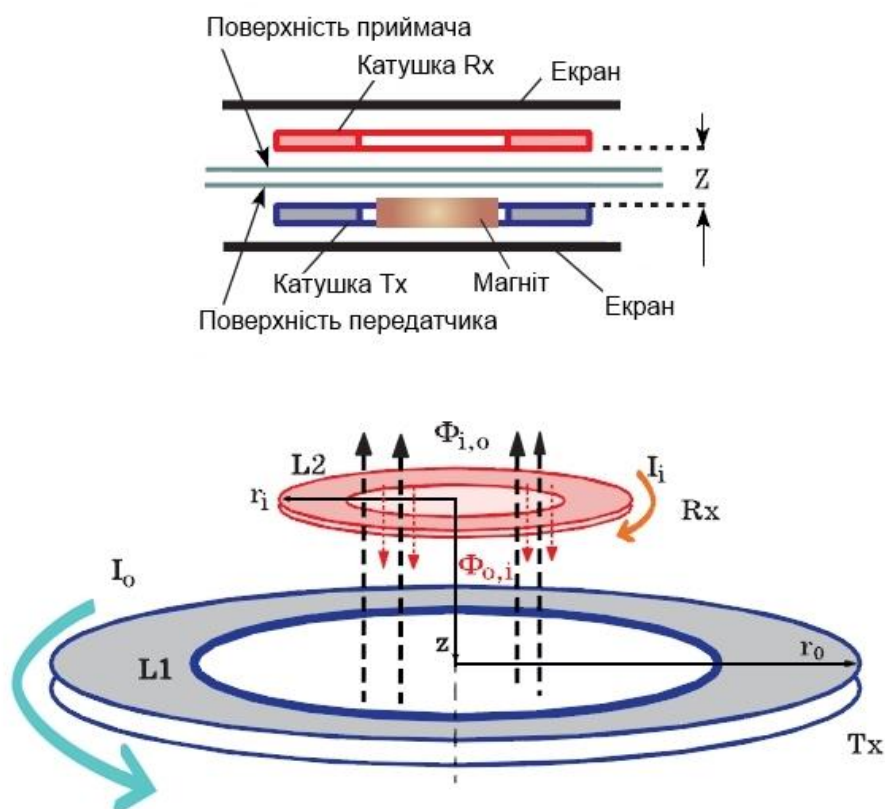


Рисунок 1.2 - Принцип дії бездротових зарядних пристроїв

У міру віддалення вторинної котушки від первинної, все більша частина магнітного поля розсіюється і не досягає вторинної котушки. Навіть при відносно малих відстанях індуктивний зв'язок стає неефективним.

Спрощена еквівалентна схема магнітно-пов'язаних котушок приведена на рис. 1.3 [2].

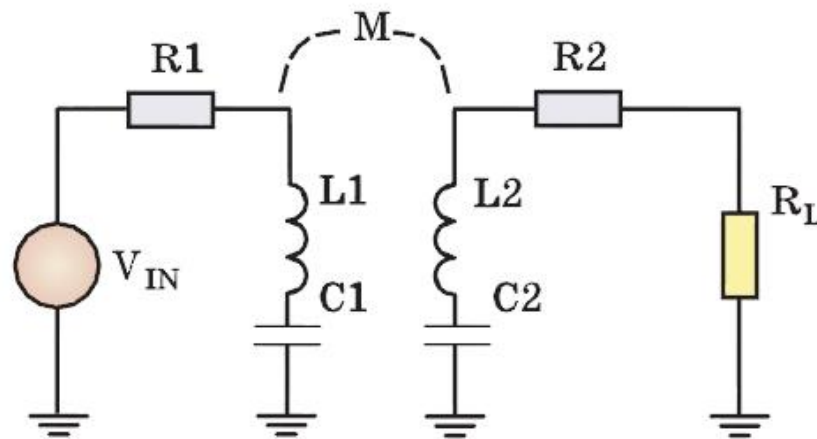


Рисунок 1.3 - Спрощена еквівалентна схема магнітно-пов'язаних котушок

Взаємна індуктивність M визначається з відомого співвідношення: [2]

$$M = k\sqrt{L_1L_2},$$

де, k - коефіцієнт зв'язку між котушками, що залежить від багатьох факторів, в тому числі, від відстані між котушками (z), співвідношення діаметрів котушок, зміщення між їх центрами, від форми котушок і багато чого ін. На рис. 1.4 наведені значення коефіцієнта зв'язку (k) при відстані між котушками 0.2, 2.5, 5, 7.5 і 10 мм, а також графіки залежності коефіцієнта зв'язку від величини зсуву (для котушок діаметром 30 мм).

Резонансні контури з індуктивним зв'язком, що застосовуються в системах бездротової зарядки, вже на протязі багатьох десятиків років успішно

використовуються в різноманітних радіотехнічних пристроях, а їх теорія давно і добре відома.

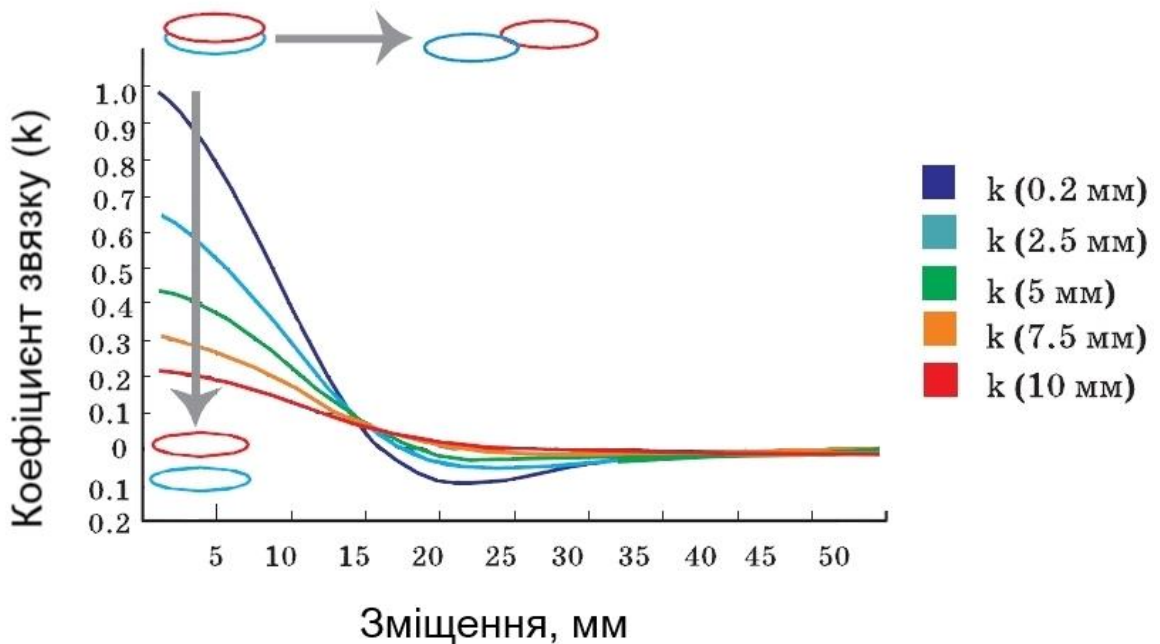


Рисунок 1.4 – Графік залежності коефіцієнта зв'язку від зміщення котушок

З аналізу еквівалентної схеми на частоті резонансу ефективність системи (η), що визначається як $\eta = P_L / P_1$ (де, P_L - потужність на навантаженні R_L , P_1 - на резисторі втрат R_1), буде найбільшою при оптимальному значенні опору навантаження, яке дорівнює:[3]

$$R_L = R_2 \sqrt{1 + \frac{\omega_0^2 M^2}{R_1 R_2}}$$

де, ω_0 - резонансна частота, M - взаємна індуктивність, R_1 і R_2 - омичний опір втрат котушок індуктивності.

Відповідно при оптимальному значенні опору навантаження оптимальна ефективність системи на частоті резонансу дорівнює:

$$\eta = \frac{\sqrt{1 + Q_M^2} - 1}{\sqrt{1 + Q_M^2} + 1}$$

де, Q_M - коефіцієнт якості або іншими словами ефективна добротність системи, що визначається з виразу:

$$Q_M = k\sqrt{Q_1 Q_2}$$

де, Q_1 і Q_2 - добротність резонансних контурів джерела і приймача.

Графік залежності ефективності системи (η) від коефіцієнта якості (Q_M) наведено на рис. 1.5.

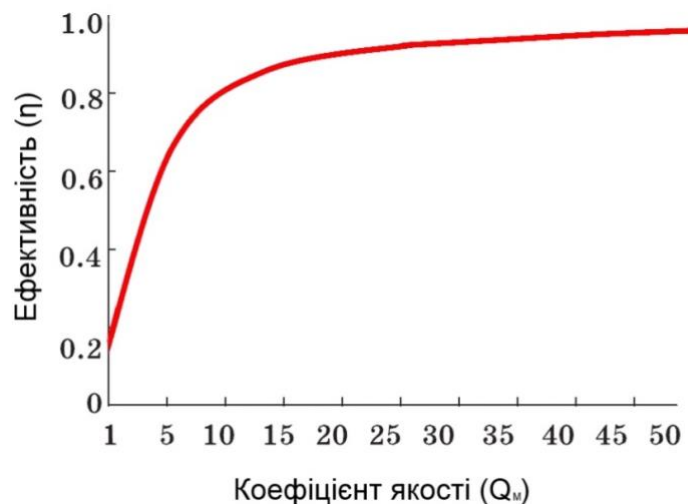


Рисунок 1.5 – Графік залежності ефективності системи від коефіцієнта якості

З наведеного графіка - ефективність системи на частоті резонансу є монотонно зростаючою функцією, що асимптотично наближається до одиниці. Ефективність передачі енергії залежить від коефіцієнта зв'язку між

катушками і їх добротності, а для збільшення ефективності бездротових систем зарядки слід використовувати явище резонансу, що дозволяє збільшити ККД і дальність передачі енергії. Підвищити ефективність індуктивно пов'язаних систем можна за рахунок збільшення добротності котушок і / або коефіцієнта зв'язку.

Відповідно до класифікації асоціації споживачів електроніки CEA (Consumer Electronics Association) технологію бездротової зарядки пропонується розрізняти в залежності від величини коефіцієнта зв'язку. Якщо значення k близьке до одиниці - це так звана сильно зв'язана система (tightly-coupled), якщо $k < 0.1$ - слабо зв'язана (loosely coupled).

В даний час розроблено дві технології бездротової зарядки, що використовують явище електромагнітної індукції. Одна з них, в якій використовуються сильно зв'язані катушки, отримала назву MI (Magnetic Induction—магнітної індукції), інша зі слабо зв'язаної - MR (Magnetic Resonant - магнітно-резонансна). WPC- і PMA-специфікації базуються на використанні технології MI, в специфікаціях альянсу A4WP рекомендується використання - MR. Ці дві технології мають багато спільного, однак, разом з тим, присутні і кардинальні відмінності [4].

У кожній з них для бездротової передачі енергії використовується магнітне поле і застосовуються резонансні контури (рис. 1.6).

Магнітний потік, що створюється джерелом і пронизує вторинну катушку, залежить від конфігурації магнітного поля, яку можна трансформувати як завдяки зміні геометричних розмірів катушок і їх взаємного розташування, так і за рахунок застосування відповідного магнітного екранування. Щільність потоку залежить від магнітної проникності екранів. Вартість і товщина екранів є ключовими факторами при їх виборі. Від взаємної орієнтації передавальної і приймаючої катушок, а також від відстані між ними залежить ефективність системи передачі енергії. Чим більше відстань між катушками, тим менш ефективна система.

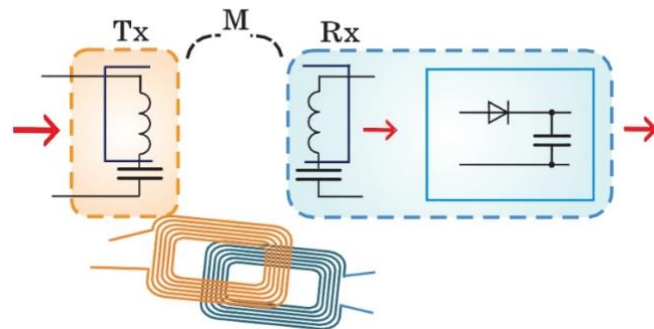


Рисунок 1.6 – Структура безпроводних пристроїв зарядки

Крім того, ефективність залежить від резонансної частоти, відносних розмірів передавальної і приймаючої котушок, коефіцієнта зв'язку, опору обмоток, наявності скін ефекту, паразитних зв'язків і ряду інших чинників. Зсув по координатах X , Y , Z , а також наявність кута нахилу між котушками призводить до істотного зростання втрат і відповідно до зниження ефективності передачі енергії.

У WPC-специфікаціях наведені певні вимоги до позиціонування приймальні котушки щодо передавальної. Однак, щоб отримати максимальний коефіцієнт зв'язку між двома котушками в реальній системі може знадобитися додаткове регулювання їх взаємного розташування.

У разі застосування MR-технології немає необхідності в строгому позиціонуванні котушок, а також є можливість використовувати одне джерело для одночасної зарядки декількох пристроїв, що, безсумнівно, більш привабливіше для користувачів. Однак, в цьому випадку також слід враховувати вплив відстані між "пов'язаними пристроями" на ефективність системи.

Залежно від вимог, і не в останню чергу це вартість і розмір котушок, в системах, створених на базі цих технологій, можуть застосовуватися одна або кілька котушок. У рекомендаціях WPC- і PMA-специфікацій, заснованих на

технології MI, резонансна частота вибирається з урахуванням опору навантаження і може змінюватися в досить широкому діапазоні. У зв'язку з цим, ефективна добротність системи відносно низька порівняно з рішеннями на базі технології MR. Оптимальна ефективність системи може бути досягнута тільки на певній резонансній частоті і при оптимальному опорі навантаження. У разі використання MR-технології, тому що енергія передається на чітко визначеній резонансній частоті, добротність системи вище, однак потрібно дуже точне узгодження резонансних частот. При використанні обох технологій зміна параметрів в процесі роботи має суворо контролюватися, тому що вони безпосередньо впливають на ефективність передачі енергії.

У специфікаціях WPC 1.1 обмовляється, що резонансна частота може бути обрана в діапазоні 100 ... 205 кГц, в специфікаціях PMA - 277 ... 357 кГц. При цьому в існуючих системах бездротової зарядки типове значення добротності становить 30 ... 50 [5]. У рішеннях, реалізованих у відповідність зі специфікаціями A4WP, тому що частота строго фіксована, значення резонансної частоти і імпедансу між приймачем і передавачем повинні бути строго узгоджені. Зазвичай в MR-системах потрібно забезпечити більш високі значення добротності (50 ... 100 і більше), в порівнянні з MI-системами (рис. 1.7) [6].

ККД системи є найважливішим фактором для пристроїв бездротової передачі енергії. Незалежно від значення ККД майже завжди можна забезпечити передачу заданого рівня потужності. Однак питання в тому, якою ціною, і якими засобами.

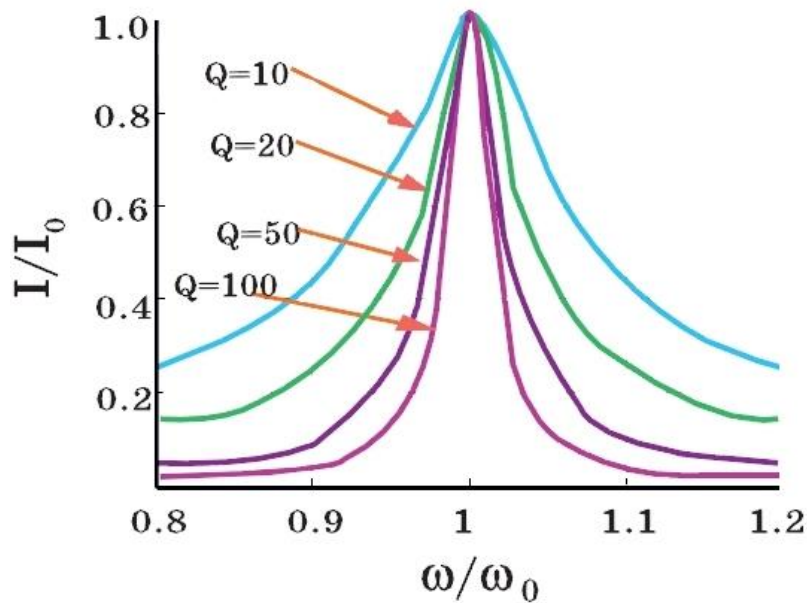


Рисунок 1.7 - Залежності діапазонів зміни нормованої резонансної частоти для систем з різною добротністю

Чим більше ККД, тим менше розміри і вартість бездротового зарядного пристрою при тій же переданій потужності. При зарядці смартфона від провідного адаптера (5 В) можна досягти ККД близько 97%. У разі бездротової зарядки такі показники поки що недосяжні, а то наскільки вони нижче залежить від багатьох факторів, в тому числі і від відстані. Збільшення відстані між первинною і вторинною котушками викликає зниження ККД будь-якої системи. Однак в системах зі слабо зв'язаними і налаштованими в резонанс котушками зменшення ККД відбувається набагато повільніше в порівнянні з системами з сильно зв'язаними котушками, що проявляється навіть при застосуванні котушок однакового розміру [7]. Це чітко видно з результатів вимірювань, наведених на рис. 1.8. У процесі випробувань використовувалися дві пари котушок розмірами 35×35 і 35×35 мм (співвідношення площ котушок 1:1) і - 171×130 і 55×36 мм (12:1). Ще більшу перевагу в ефективності магнітно-резонансних систем досягається, коли первинна і вторинна котушка мають різні розміри (12:1). У цьому випадку одну первинну

катушку можна використовувати для зарядки декількох пристроїв і одночасно заряджати, наприклад, три мобільні телефони. Системи з сильно зв'язаними катушками взагалі не працюють при співвідношенні 12:1.

Ще одна відмінність технологій полягає в наступному. При використанні методу МІ для формування змінного струму в резонансному контурі первинної катушки застосовується напівмостовий перетворювач, тоді як в методі MR – підсилювач потужності.

Архітектура підсилювача потужності може модифікуватися в залежності від частоти, ККД, струму споживання в режимі очікування, розмірів, вартості та призначення пристрою.

Разом з тим, при використанні цих методів слід приділяти серйозну увагу зниження втрат на перемикання, а також зменшення паразитних втрат в зовнішніх компонентах.

Залежно від вимог до вхідної напруги та архітектури системи, вибір технології відіграє визначальну роль для оптимізації інтегрованих рішень. Як правило, в системі управління є кілька контурів регулювання, при цьому стабільність загального контуру управління визначає високу продуктивність системи.

При використанні МІ- і MR-технології хороші показники продуктивності можуть бути досягнуті також за рахунок ефективного управління напругою живлення.

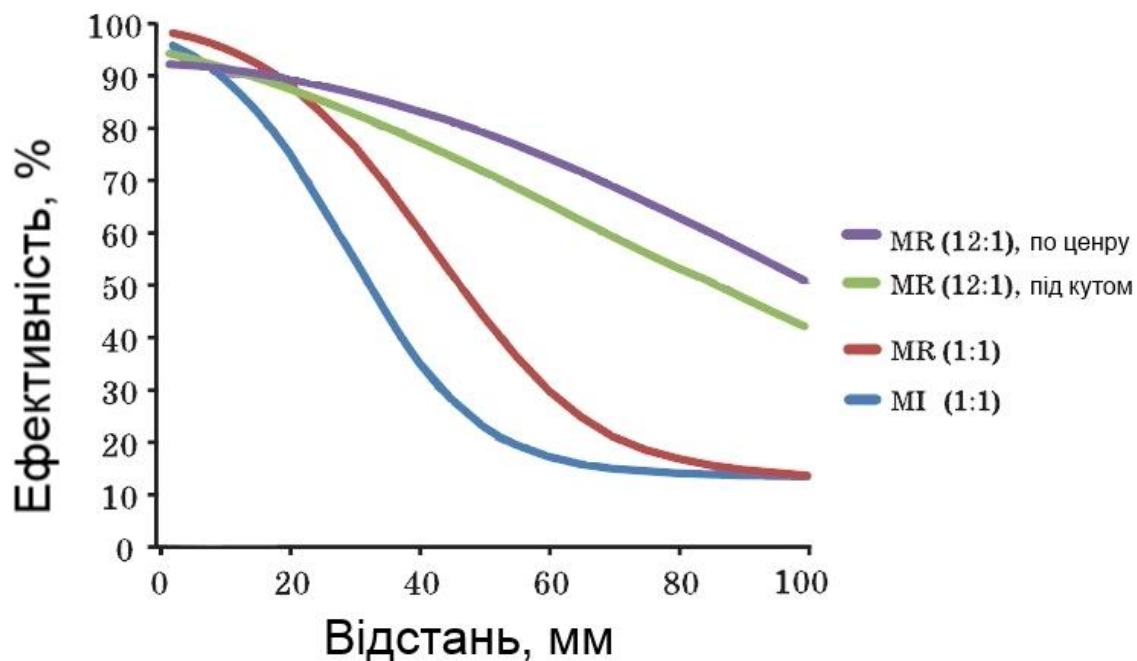


Рисунок 1.8 – Ефективність систем, що використовують різні технології

1.2 Стандарти бездротової зарядки

1.2.1 Qi

Qi - це глобальний міжнародний стандарт бездротової підзарядки різноманітних пристроїв. Стандарт розробляється Консорціумом бездротової електромагнітної енергії (Wireless Power Consortium, WPC).

Загальновідомо, що електрична енергія може передаватися без використання струмопровідних елементів. В основі Qi лежить один із способів бездротової передачі електроенергії на відстань - спосіб індукційної передачі. Даний спосіб був відомий людству ще в XIX столітті. Найчастіше його реалізацію можна зустріти у виробництві більшості електричних трансформаторів.

Суть цього способу полягає в наступному: змінний електричний струм, що проходить через первинну обмотку трансформатора, завдяки явищу електродинамічної індукції, створює змінне магнітне поле, що діє на вторинну обмотку. Це поле індукує у вторинній обмотці електричний струм. При цьому, чим ближче розташовані первинна і вторинна обмотки, тим вище ефективність передачі електричного струму. У міру віддалення однієї обмотки від іншої, все більша частина магнітного поля витрачається даремно, не передаючи енергію. Це властивість і визначає основний недолік цього методу - невелика відстань його дії.

Стандарт Qi перш за все спрямований на побутове використання бездротових зарядних пристроїв, при якому потреби в великій відстані приймача і передавача електроенергії немає. Зате є потреба споживача звільнитися від незручних зарядних кабелів, контактних підставок та інших пристроїв. Рекомендоване відстань між зарядної платформою і пристроєм, що заряджаються в даному випадку не повинно перевищувати 4 см.

Подібні схеми давно набули широкого поширення в конструкціях електричних зубних щіток, індукційних плит і зараз вкрай активно впроваджуються на ринку мобільних телефонів. Сьогодні вже всі провідні виробники стільникової техніки включили можливість заряджати свої телефони за стандартом Qi. Для активації процесу підзарядки батареї телефону досить просто покласти його на спеціальну компактну зарядну панель, панель в свою чергу повинна бути підключена до джерела електроенергії (до звичайної побутової розетки).



Рисунок 1.9 – Стандарт бездротового зарядного пристрою Qi

У Qi висока ефективність бездротової передачі енергії досягається за рахунок застосування ефекту резонансу. Передавач і приймач налаштовуються на одну частоту. Це здійснюється за допомогою включення конденсаторів в плоску спіраль або одношаровий соленоїд, який представляє собою передавальну котушку, розташовану в зарядному майданчику. При цьому ККД передачі становить 80%. Для порівняння ККД при зарядці телефону традиційним провідним способом становить від 75% до 95%, а ефективність в 100% добитися просто неможливо.

У стільникових телефонах, що підтримують технологію Qi, приймальня котушка - ресивер виконується у вигляді дуже тонкої мідної спіралі, що кріпиться до задньої кришки телефону з внутрішньої сторони. Товщина такого ресивера мізерно мала і установка не викликає великих труднощів, тому можливо його розміщення під штатну кришку без додаткових вкладень коштів. Як альтернатива цьому варіанту можлива заміна штатної кришки телефону на нову з уже вбудованим ресивером.

Зарядні пристрої і гаджети, сертифіковані WPC по стандарту Qi, не використовують іонізуючих частот, внаслідок чого не можуть мати шкідливого фізіологічного впливу на людину або тварин. Також більшість сучасних зарядних пристроїв і смартфонів мають механізми вбудованого

захисту. Ще вони здатні виявляти наявність сторонніх предметів в поле їх дії, що також забезпечує додаткову безпеку використання.

Якщо мобільний телефон і зарядний пристрій підтримують стандарт Qi, вони розпізнають один одного, як тільки стикнуться. Після обміну необхідною інформацією починається процес передачі енергії: котушка передавача генерує магнітне поле, по якому енергія індуктивним способом передається приймачу.

1. Передавач. «Зарядний пристрій» на початку визначає наявність пристрою з підтримкою Qi, яке необхідно наситити енергією. Потім воно генерує змінний струм в трансформаторі. У котушці виникає магнітне поле, за допомогою якого індуктивним способом енергія передається пристрою, що заряджається.

2. Зв'язок. Контролери обох пристроїв «домовляються» про умови передачі енергії (Power Transfer Contract), забезпечуючи тим самим безперебійну та ефективну зарядку пристрою. Обмін даними здійснюється за допомогою фазової модуляції магнітного поля.

3. Приймач. Для збереження в акумуляторі змінного струму, що генерується за допомогою індукції приймача, необхідно перетворити його в постійний струм і змінити відповідним чином напругу. На завершення контролер приймача сигналізує про те, що акумулятор повністю заряджений, і зарядний пристрій зупиняє процес.

Ще однією важливою особливістю стандарту Qi є наявність інтерфейсу обміну даними між зарядним пристроєм і смартфоном. Обмін відбувається на швидкості 2 кбіт / сек і дозволяє передавати і приймати інформацію про залишковий рівень заряду акумуляторної батареї, тестувати її і по завершенню зарядки відключати передавальний пристрій не витрачаючи зайву електроенергію і незавдаючи шкоди батареї її зайвим перезарядом.

Wireless Power Consortium об'єднує на сьогоднішній день більше 140 організацій-розробників обладнання і пристроїв. Ідея Qi проста: будь-який

пристрій з логотипом Qi може заряджатися від будь-якого зарядного пристрою з цим же логотипом. Немає більше необхідності в унікальних провідних зарядках під конкретні пристрої, немає проблем з кабелями і немає проблем з адаптерами в подорожах. Qi - міжнародний стандарт, значить ваш пристрій може заряджатися без підключення дротової зарядки, по повітрю, де б ви не були. Вам залишиться просто знайти найближче місце, обладнане зарядними поверхнями. Таких зарядних станцій стає все більше по всьому світу. Скоро всюди, де є Wi-Fi буде і Qi. Ви зможете заряджатися в офісах, готелях, аеропортах, кафе і ресторанах. У найближчому майбутньому одним з основних критеріїв вибору покупцем нового гаджета стане наявність на ньому логотипу Qi.

Вже зараз такі монстри ринку як Samsung, Apple, Sony, Ericsson, LG, HTC і Motorola використовують в своїх пристроях технологію Qi. При цьому пристрій вже може містити в собі ресивер для бездротової зарядки (Qi-solution), або може їм доукомплектовуватися (Qi-ready).

Число смартфонів с Qi, які вже вийшли на ринок, складає більше 100 різних моделей, а кількість їх продажів вже перевищила 8500000 штук. Найбільш популярними серед них є флагманські моделі Galaxy від Samsung, телефони iPhone від Apple, передова лінійка Lumia від Nokia.

Навіть Toyota в своїй останній моделі автомобіля Avalon Limited встановила вбудовану зарядну панель Qi. Поруч з водієм на центральній консолі розміщується спеціальна панель, поклавши на яку телефон почнеться його зарядка.

Завдяки зусиллям Wireless Power Consortium екосистема бездротових зарядних пристроїв також дуже швидко розвивається. Багато мережних лідери, такі як Virgin Atlantic і The Coffee Bean&TeaLeaf уклали договори на оснащення столів для відвідувачів своїх кафе Qi-поверхнями для зарядки гаджетів.

Перспективи розвитку системи бездротової зарядки пристроїв Qi залежать від швидкості поширення цього стандарту в світі і підтримці його лідерами ринку [8].

1.2.2 PMA

Інший стандарт, також використовує принцип електромагнітної індукції, називається PMA. Запроваджено компанією Powermat в 2012 році. Зарядка складається з двох частин, і PMA вирішила зробити опір на трансмітер, а не на ресивер.

Хоча PMA використовує аналогічний стандарту Qi фізичний принцип зарядки, електромагнітну індукцію, відмінності все ж є. Вони полягають в частоті роботи, яка для PMA становить 277-357 кГц.

На даний момент PMA досить сильно програє Qi в популярності, а мобільні пристрої, в які попередньо встановлено даний стандарт, можна перерахувати по пальцях. Але все ж сили, які стоять за просуванням PMA досить великі, так що остаточно списувати з рахунків його зарано.

1.2.3 Rezence (A4WP)

У своєму стандарті учасники промислового альянсу Alliancefor Wireless Power реалізували ефект магнітного резонансу, коли магнітне поле передається з однієї котушки на іншу, а не магнітна індукція, як у конкурентів.

Назва «Rezence» походить від двох слів: «resonance» (резонанс) і «essence» (сутність), що відображає принцип роботи технології. Основною концепцією Rezence є надання більшої свободи дій при зарядці гаджетів.



Рисунок 1.10– Стандарт бездротового зарядного пристрою Rezence (A4WP)

Rezence позиціонується творцями як технологія «наступного покоління», адже з її допомогою можна істотно збільшити відстань зарядки від базового модуля до 30 см, а також заряджати відразу декілька пристроїв з різним споживанням енергії, підвищуючи діапазон заряду через перешкоди (наприклад книги , одяг). Стандарт дає можливість бездротової передачі від 1 до 50 Вт, чого може бути цілком достатньо для зарядки не тільки смартфона, але і легкого ноутбука, планшетів та інших споживчих пристроїв.

Для того щоб розуміти, що акумулятор смартфона вже заряджений і станція бездротового зарядного пристрою A4WP може бути відключена, передавач і приймач спілкуються між собою по Bluetooth. Таким чином, можуть бути організовані «розумні зони зарядки», потрапивши в які пристрій, акумулятор якого потрібно зарядити, зможе включити пристрій бездротової зарядки і вимкнути його при 100% рівень заряду. При цьому сам "килимоч", на відміну від Qi або PMA не потрібно вмонтувати в столи, якщо, наприклад, ви хочете запровадити такі станції в своєму кафе. Досить закріпити їх під столами, це не стане перешкодою для Rezence, тому що система може передавати енергію через дерев'яні поверхні товщиною більше 5 см.

Важливо відзначити, що технологія Rezence не вимагає строгого вирівнювання передавача і одержувача енергії один щодо одного. Так само не

потрібно вирівнювати в строго визначеному порядку, що необхідно робити з Qi-зарядками. Їм достатньо просто перебувати поруч один з одним або лежати один на одному.

Передбачається, що в перспективі система Rezence буде використовуватися в портативних комп'ютерах, пристроях введення даних (бездротових мишах і клавіатурах), смартфонах і тому подібних пристроях. Технологію підтримують такі монстри як Samsung, Dell, Qualcomm, LG, Intel, HTC, Fujitsu, HonHoi (Foxconn), Lenovo, Logitech і Panasonic. Загальна кількість членів альянсу становить близько сотні [9].

1.2.4 Технологія WREL

Основи технології, завдяки якій можна буде реалізувати цю концепцію, були розроблені в знаменитому Массачусетському технологічному інституті (MIT). Роботу над проектом, попередньо названий "Witricity", тривали з 2006 року. Незалежні дослідження з 2007 року веде також Intel, яка планує протягом найближчих декількох років випустити на ринок свою першу продукцію без кабелів живлення. Процесорний гігант назвав свою технологію WREL (Wireless Resonance Energy Link), що можна перевести як "бездротової передачі енергії з використанням резонансу".

Intel Justin Rattner представив на конференції Intel Developer Forum (IDF), 60-ватну лампу, яка світила, хоча перебувала в метрі від джерела струму, і не була пов'язана з ним жодним проводом. З цього моменту Intel довів, що технології WREL можна використовувати для живлення портативного комп'ютера, динаміків та інших подібних пристроїв. До других, крім енергії, по бездротовому каналу можна передавати музику.

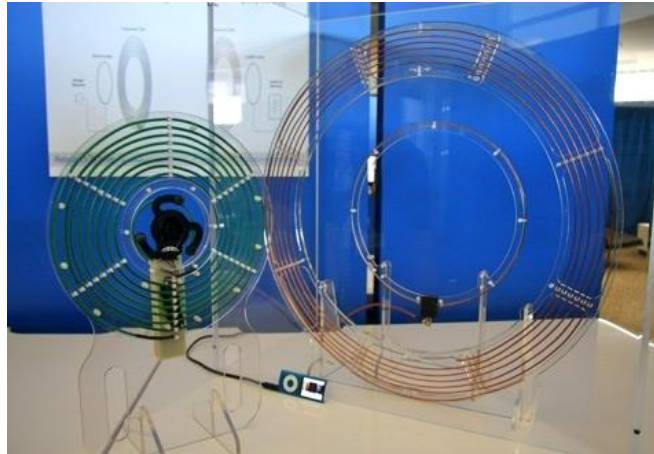


Рисунок 1.11– Технологія WREL

Основний принцип дії WREL заснований на явищі резонансу: приймач WREL (резонатор) не в змозі виробляти електричну енергію з магнітного поля за допомогою мідних витків. Це можливо тільки в тому випадку, коли передавач (такий же резонатор з мідним рулоном) буде видати магнітне поле на необхідній частоті. Розмір обмотки, і перетин дроту приймача визначається встановленими напругою і силою струму. Додатковою перевагою його роботи є те, що датчик WREL випромінює тільки стільки енергії, скільки потрібно приймачу.

Описана технологія вже використовується в мобільних телефонах. Прикладом може бути нова зарядна станція Touchstone, призначена для телефону Palm Pre. Однак в даному випадку пристрій повинен бути дуже близько або навіть доторкатися до зарядного пристрою, тим часом WREL чудово виправдовує себе, коли в гру вступають більші відстані. Як видно з проведених раніше випробувань, акумулятори можна заряджати на відстані від 20 сантиметрів до 1 метра. Дослідники Intel називають цей простір магнітним полем, приймач WREL може переміщатися в ньому без порушень доставки електроенергії.

Інженерам з Big Blue вже вдалося отримати продуктивність передачі енергії на рівні 75%, і це вже вражаючий результат, але в світлі світової енергетичної кризи - це все ще надто мало.

Продуктивність багато в чому залежить від того, як об'єкти розташовані по відношенню один до одного, як намотані витки мідного дроту в обох частинах пристроїв: досить злегка змінити розташування витків приймача, і продуктивність істотно впаде. Вчені намагаються вирішити цю проблему, замінивши бабіну дроту датчиками і мікросіпами, які здатні краще налаштувати резонанс в магнітному полі.

Сьогодні вже можливе розміщення резонаторів в ноутбуках, а разом з падаючим споживанням енергії (і прогресуючої мініатюризацією) можна також встановити в таких малих пристроях, як нетбуки, цифрові камери або мобільні телефони.

WREL заснована на магнітних хвилях, які, на відміну від використовуваних електромагнітних хвиль в мікрохвильових печах з фіксованою частотою (2,4 ГГц), мають дуже незначний вплив на наш організм. Магнітне поле, тим не менш, завжди пов'язане з електромагнітним випромінюванням, а це вже нам небайдуже.

Бездротова передача енергії може зіграти важливу роль у розвитку комп'ютерних технологій. Наприклад комп'ютери, в яких компоненти вже живляться не десятками проводів, а одним бездротовим доступом WREL. Те ж саме стосується і всіх інших периферійних пристроїв [10].

1.3 Галузі застосування

Крім масового споживчого ринку бездротові зарядні пристрої можуть успішно застосовуватися і в інших сферах промисловості. У медицині бездротові системи зарядки можна використовувати спільно з різноманітними імплантатами: кардіостимуляторами, інфузійними насосами або ін. Ці системи

повинні забезпечувати роботу з урахуванням товщини шкірного покриву з глибоко імплантованими в тіло людини пристроями.



Рисунок 1.12– Медичний пристрій для бездротової зарядки

При цьому виключається необхідність хірургічного втручання для заміни використаних в них елементів живлення.

Ще один з прикладів "імплантованих" пристроїв, розташованих в важкодоступних місцях, - це системи контролю тиску в шинах, в яких датчики тиску і пристрої, що забезпечують бездротовий зв'язок, встановлюються в колесі і живляться від батарей. Джерела живлення потребують періодичної заміни, що може ускладнити або перешкодити нормальній роботі систем. У багатьох інших пристроях, також виключають втручання людини в процес роботи і призначені для експлуатації в екстремальних умовах, єдина альтернатива одноразовим елементам живлення—застосування акумуляторів і бездротових зарядних пристроїв.

Бездротові системи зарядки можна використовувати і для зарядки акумуляторів електромобілів.



Рисунок 1.13– Бездротова система зарядки акумулятора електромобіля

В цьому випадку необхідно забезпечити ефективну передачу потужності понад 3 кВт на відстань 10 ... 20 см. Для виконання зарядки індукованим способом досить встановити автомобіль над передавачем і процес зарядки почнеться автоматично. Очікується, що використання бездротової зарядки сприятиме зростанню популярності таких транспортних засобів серед споживачів.

Як джерело енергії для світлодіодного освітлення в приміщенні також можна використовувати бездротові системи передачі електроенергії. У цьому випадку перед дизайнерами архітектурного світлодіодного освітлення відкриваються широкі можливості реалізації нових рішень для підвісних світильників, які, як може здатися, "парять" в повітрі. У такому випадку для одиничних світильників досить передавати потужність близько 10 Вт. У більш складних рішеннях необхідні додаткові ретранслятори.

Технологію бездротової передачі електроенергії можна використовувати в виробках військового призначення для підвищення надійності, ергономічності і безпеки електронних пристроїв. В тому числі, це можуть бути військові каски різного призначення, електронні пристрої яких живляться від акумулятора, розташованого в форменому жилеті солдата, що усуває необхідність наявності проводів або одноразової батареї.



Рисунок 1.14 – Лампи Smart&Green

Стандартні зарядні станції у побуті можуть мати вигляд невеликої "площадки", на яку кладеться телефон, або зарядка, вбудована в техніку - лампа, годинник, погодна станція та ін.



Рисунок 1.15 – Настільна станція у вигляді площадки

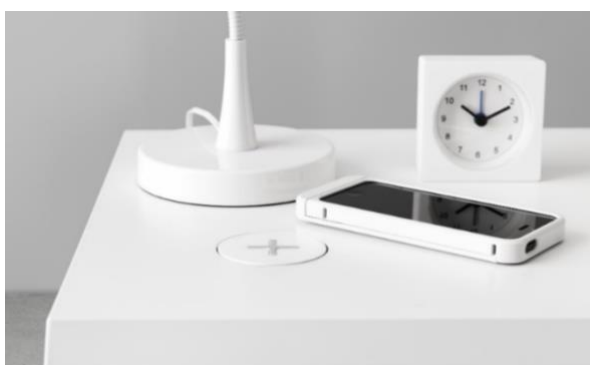


Рисунок 1.16– Зарядний пристрій вмонтований в стіл

Бездротова зарядка для використання в автомобілі: зі спеціальними утримувачами і кронштейнами для телефону і адаптерами в прикурювач.



Рисунок 1.17 – Зарядний пристрій для автомобіля

Бездротові зарядки з функцією підставки, тобто телефон під час підзарядки знаходиться під кутом для зручного перегляду відео, пошти, соціальних мереж.



Рисунок 1.18 – Зарядний пристрій зі змінним кутом нахилу

Акумулятори Qi. Бездротові зарядки з вбудованим акумулятором розрізняються між собою, крім дизайну, кількістю додаткових USB портів і ємністю батарей - від 4000 мАп до 10000 мАч [11].



Рисунок 1.19– Зарядний пристрій для автомобіля з вбудованим акумулятором

1.5 Переваги та недоліки бездротової передачі енергії

До переваг належать:

1. Повна відсутність проводів. Немає потреби в купі проводів, які згодом заплутуються або просто губляться.
2. Безпечно. Створюване електричне поле безпечне для людини і поширюється на малу відстань від пристрою.
3. Більш ефективно передається енергія. Енергоефективність бездротових зарядних пристроїв (наприклад Qi) становить приблизно 80%. Варто розуміти, що енергетичної ефективності в 100% добитися просто неможливо, у стандартних дротових зарядних пристроїв цей показник становить від 75% до 95% в кращому випадку.
4. Значно менше потрібно технічного обслуговування.

До недоліків належать:

1. Індуктивна зарядка залежить від магнітного поля. Вони звичайно бувають сильними, але все ж мають малий радіус дії.
2. Швидкість зарядки і ефективність другий недолік. Зарядка пристроїв за допомогою індукційної зарядки не так ефективно, як за допомогою прямого, фізичного з'єднання. Бездротова зарядка видає струм - 1

ампер і напругу 5 вольт. Стандартний адаптер живлення, який йде в комплект зі смартфоном видає від 1 до 2 А. Тобто в випадку з звичайним зарядним пристроєм швидкість падає в середньому на половину. Проте при зарядці телефону за допомогою комп'ютера (USB-порту) - телефон заряджається з струмом від 0,5 А (USB 2.0) до 0,9 А (USB 3.0). У зв'язку з цим, ви навіть не відчуєте різницю в часі зарядки або вона буде не така вже суттєва.

3. Незважаючи на малий розмір котушок і вони стають все менше, все одно значну частину простору, доступному в сучасному смартфоні, планшеті або ультрабуці становитиме котушки. Це проблема, яка буде зменшуватися з часом, але на сьогоднішній день вона ще актуальна.

Тому метою роботи є розробка компактного безпроводного зарядного пристрою з розширеним функціоналом.

Задачі роботи:

- розробити функціональну схему приладу;
- провести розрахунок параметрів елементів схеми;
- розробити електричну принципову схему;
- перевірити працездатність приладу в програмному середовищі Proteus.

2 РОЗРОБКА БЕЗДРОТОВОГО ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ФІРМИ MicroChip

2.1 Технічне завдання до розробки

Основним завданням бездротового зарядного пристрою є надійна бездротова передача енергії, контроль рівня заряду батареї та моніторинг процесу заряду мобільного пристрою. Тому основними властивостями пристрою, що розробляється повинні бути: малі габарити, висока ефективність передачі енергії, робота в автономному режимі тривалий час і низька вартість.

Згідно до вимог завдання пристрій повинен мати цифровий дисплей для наглядного спостереження за показниками заряду, елементи управління, що дозволять вмикати і вимикати пристрій, обрати необхідну ємність та режим роботи.

Вимоги до приладу, що розробляється:

1. Блок живлення: зовнішній, напруга 10 В, струм 3 А.
2. Вихідний струм: 1 А.
3. Розмір зарядної площадки: 150×80×20 мм.
4. Контроль рівня заряду батареї і при необхідності підзарядка.
5. Живлення від micro USB.
6. Наявність дисплею для відображення інформації та керування.

2.2 Розробка блок-схеми пристрою

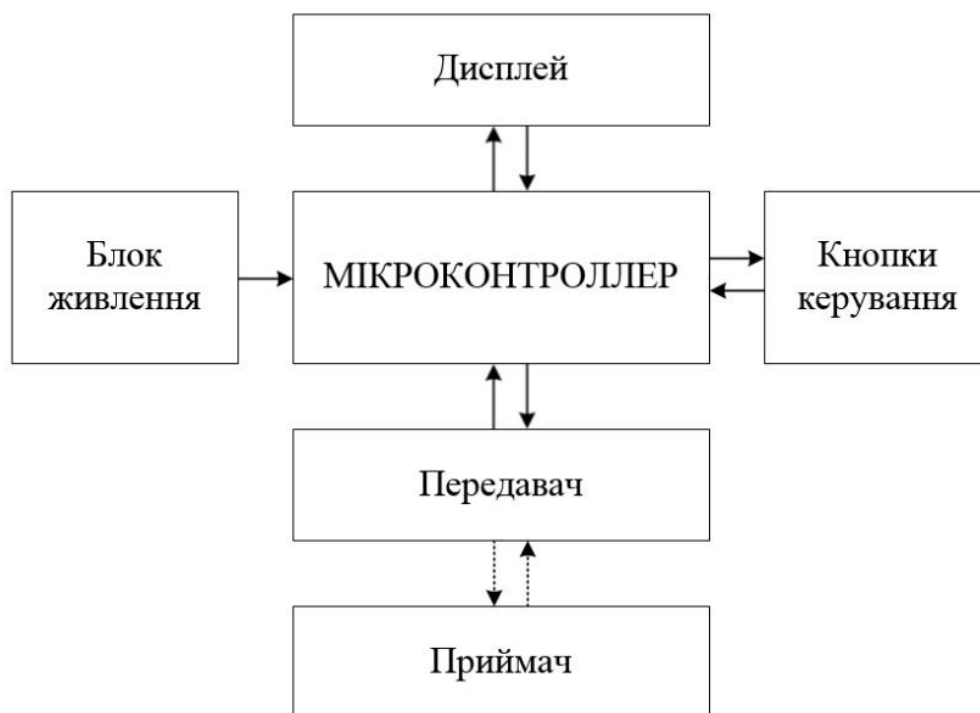


Рисунок 2.1 – Загальна блок-схема пристрою

Для реалізації поставлених завдань необхідно обрати елементну базу, яка буде не тільки відповідати технічним вимогам, а й мати перспективи розвитку та модернізації.

2.3. Вибір елементної бази

Основним елементом приладу є мікроконтролер, що повинен мати малі габарити, володіти низьким енергоспоживанням і модулем пам'яті.

В якості мікроконтролера, обраний мікроконтролер фірми MicroChip PIC16F876A[12].

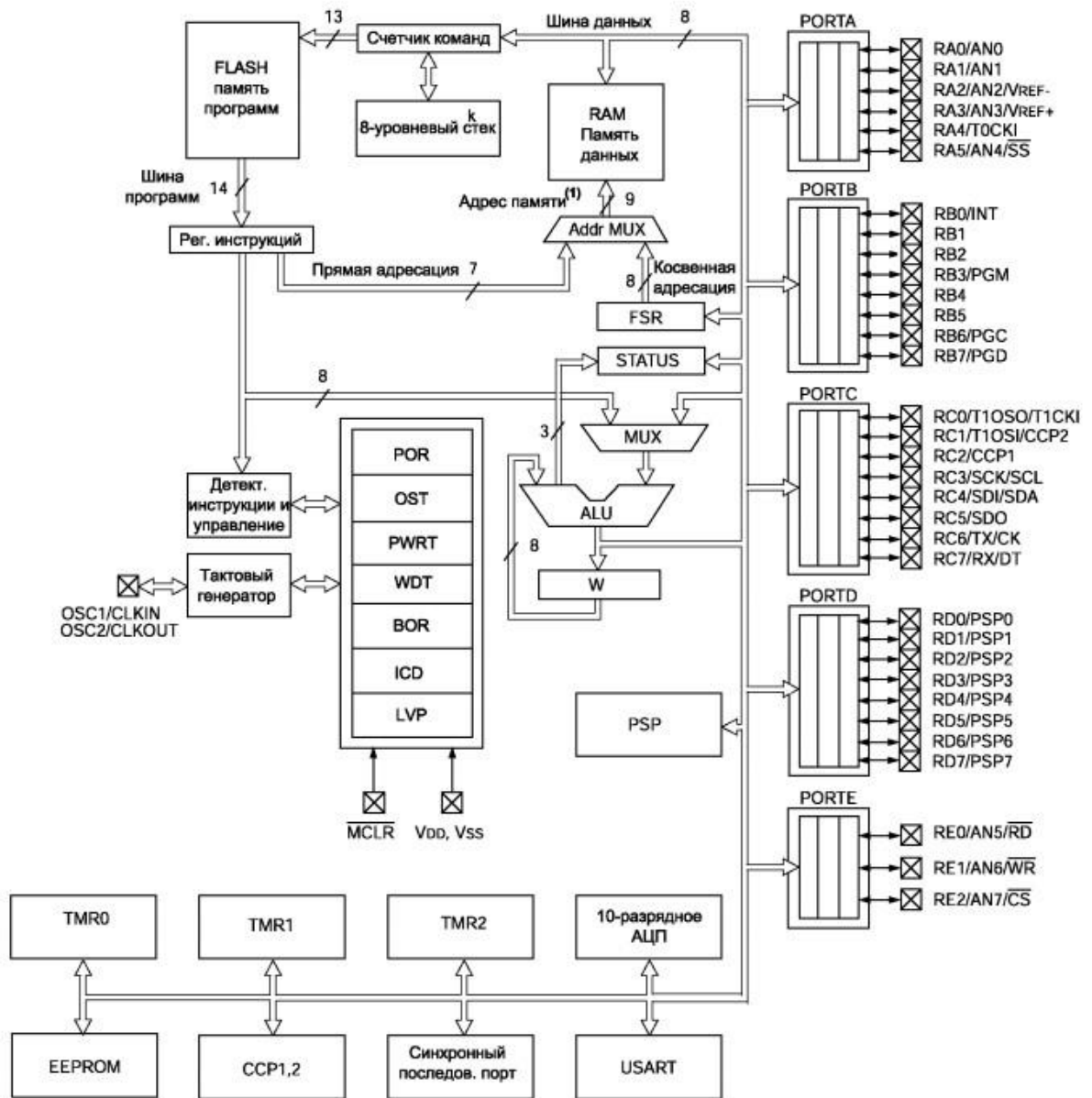


Рисунок 2.2– Структурна схема мікроконтролеру PIC16F876A

Мікроконтролер PIC16F876A має вбудований 8 - каналний 10 - розрядний модуль АЦП [12].

Для відображення інформації був обраний знакорегструючий дисплей 4x20 LM044L на основі контролера HD44780. Контролер має 2 виводи живлення (GND, + 5В) один вивід - регулятор контрастності, 3 керуючих виводи і 8-вивідну шину даних. Вбудований знакогенератор також підтримує кирилицю [13].

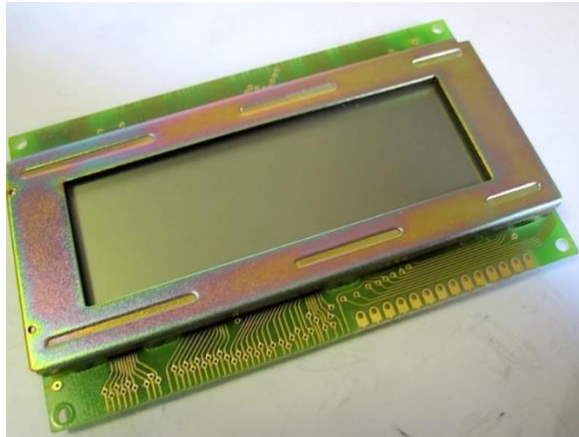


Рисунок 2.3 – Дисплей LM044L

Таким чином, інтерфейс має вісім інформаційних ліній: DB7..DB0 і три керуючих: RS, R / W, E.

RS лінія визначає до якого регістру контролера РКІ ми хочемо звернутися, тобто яку інформацію ми передаємо - дані або команди.

Лінія R / W визначає напрямок передачі даних - запис в РКІ або читання з РКІ.

Лінія E вмикає (коли на лінії високий рівень) або вимикає (коли на лінії низький рівень) передачу інформації, сформованої на інших інтерфейсних лініях.

Інтерфейс працює наступним чином: спочатку на інтерфейсних лініях DB7 ... DB0, RS, R / W формується інформація, яку потрібно передати, потім на деякий час (> 500 нс для $f_0 = 270$ кГц) подається високий рівень на лінію E (в це час РКІ зчитує інформацію), після чого сигнал E перекладається знову в стан низького рівня. f_0 - частота, на якій працює контролер РКІ. Взагалі, контролери РКІ можуть працювати на різних частотах (у них є висновки для підключення зовнішнього резонатора), але зазвичай використовується внутрішній генератор на 270 кГц.

Після отримання кожної порції інформації контролеру РКІ потрібен якийсь час для її обробки, тому передавати інформацію поспіль не можна. Після кожної посилки потрібно почекати деякий час, щоб контролер РКІ звільнився. Зазвичай в специфікації зазначено, якій команді скільки часу потрібно для виконання. Також, в контролері РКІ передбачена можливість повідомити зовнішнього пристрою про свій стан (BUSY / READY). Тобто, при передачі даних, можна або аналізувати стан контролера РКІ і посилати наступну порцію даних, як тільки контролер РКІ звільниться, або просто почекати, більше, ніж час виконання операції, після чого посилати наступну порцію даних.

Для зменшення кількості проводів від РКІ до зовнішнього пристрою можна використовувати не 8, а 4 інформаційних сигналу (DB7 ... DB4). У цьому випадку дані передаються в два етапи (крім першої команди ініціалізації):

Передаються керуючі біти і старший полубайт посилки.

2.4 Розробка схеми електричної принципової

Розроблено схему безпроводного зарядного приладу (рис.2.4), що має такі режими роботи: заряд, розряд, відновлення та калібрування акумулятора.

Передавальний контур бездротового зарядного пристрою було розроблено на основі імпульсного блоку живлення, що видає напругу більше 12 В. Струмвимірювальний резистор R5 (0,1 Ом 10 Вт) використовується при заряді і розряді. Апаратна частини забезпечена завдяки застосуванню імпульсного (ШІМ) заряду і розряду - ключ безпосередньо комутує блок

живлення на акумулятор без застосування будь-яких ємностей або індуктивностей.

У результаті на акумулятор надходить короткий, але потужний імпульс струму. Потім імпульси струму набувають синусоїдальну форму з частотою 100 Гц.

Апаратна частина бездротового зарядного пристрою складається із блоку живлення, двох ключів, вимірювального та навантажувального резисторів, контролера, індикатор і кнопок керування.

Після включення зарядного пристрою виконується ініціалізація початкових параметрів. Після першого підключення акумулятора необхідно кнопками UP / DN вибрати режим «Калібрувати» та обрати потрібну ємність.



Рисунок 2.5 – Приклад відображення інформації

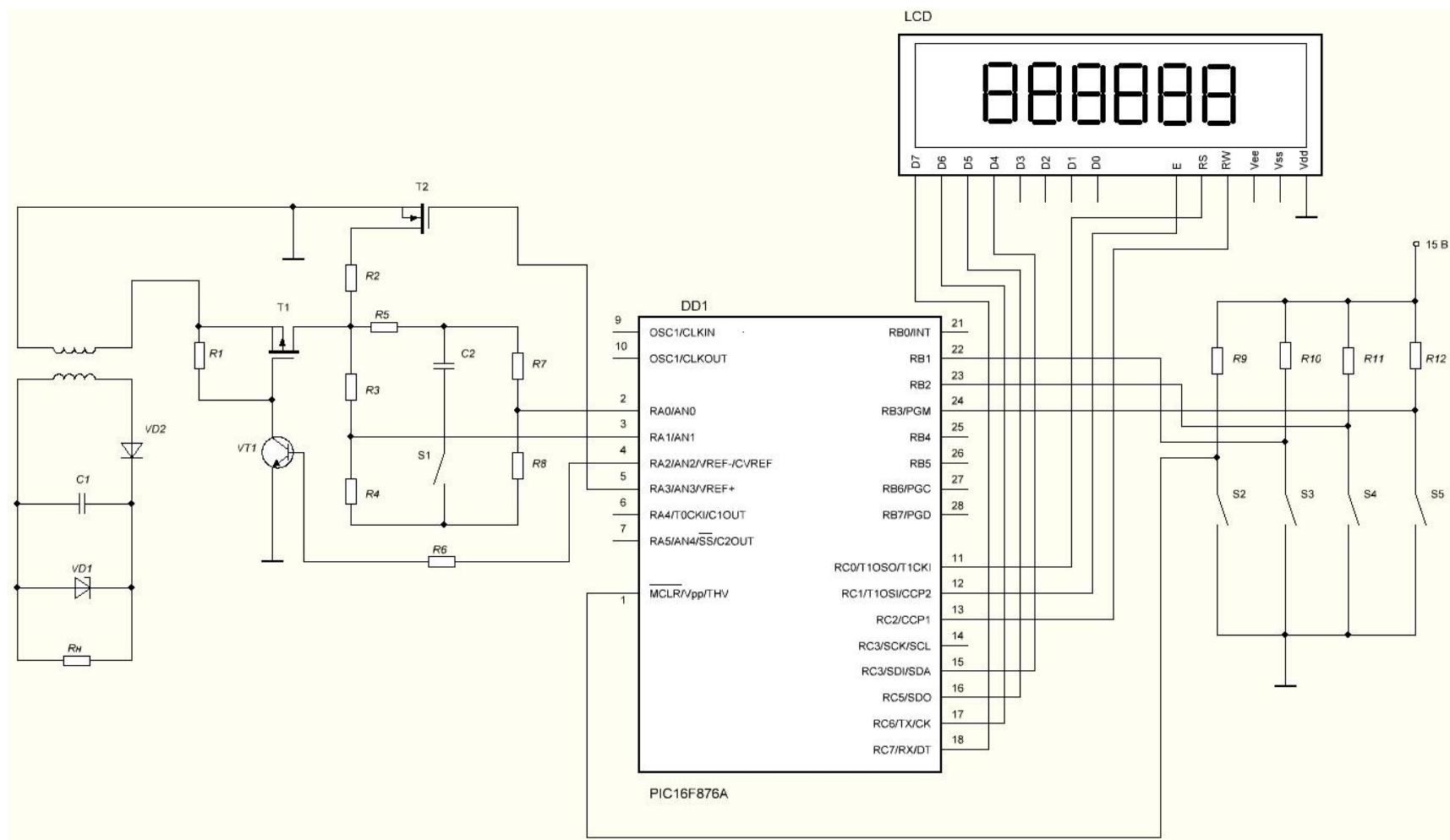


Рисунок 2.4 – Схема електрична принципова бездротового зарядного пристрою

В бездротовому зарядному пристрої розроблено автоматичний режим заряджання акумулятора, який вмикається за замовчуванням при відсутності активації жодної кнопки. Далі вибирається режим роботи (заряд, розряд, чи калібрування). Мікроконтролер перевіряє, чи підключений акумулятор, якщо напруга на затискачах менша 2В, то на індикаторі з'являється повідомлення "Підключіть батарею!".



Рисунок 2.6 – Приклад відображення інформації

Якщо акумулятор під'єднано то мікроконтролер розраховує середню напругу і середній струм, і коригує шпаруватість імпульсу згідно поточної фази заряду або розряду. Зарядний ключ виконаний на транзисторах VT1 (BC338) і T1 (IRF9540N). Розрядний ключ на T2 (IRLZ34N). Резистори R7, R8 і R3, R4 - подільники напруги для АЦП. Резистори було обрано таким чином, щоб забезпечити співвідношення 3:1. Резистор R2 має номінал 10 Ом x 25Вт.

Контур приймача повинен складатися з 30 витків дроту діаметром 0,5-0,8 міліметр, для забезпечення індуктивного зв'язку. Випрямляти зарядний струм можна діодним мостом або застосуванням усього одного діода та конденсатора з ємністю 220 - 470 мікрофард.

Живиться схема від напруги 10 - 14 вольт, при цьому потрібне джерело постійної напруги на 3 - 5 ампер. Польовий транзистор гріється і тому потрібний хороший тепловідвід. Число витків на передавальній котушці і діаметр проводу таке ж як і на приймальній.

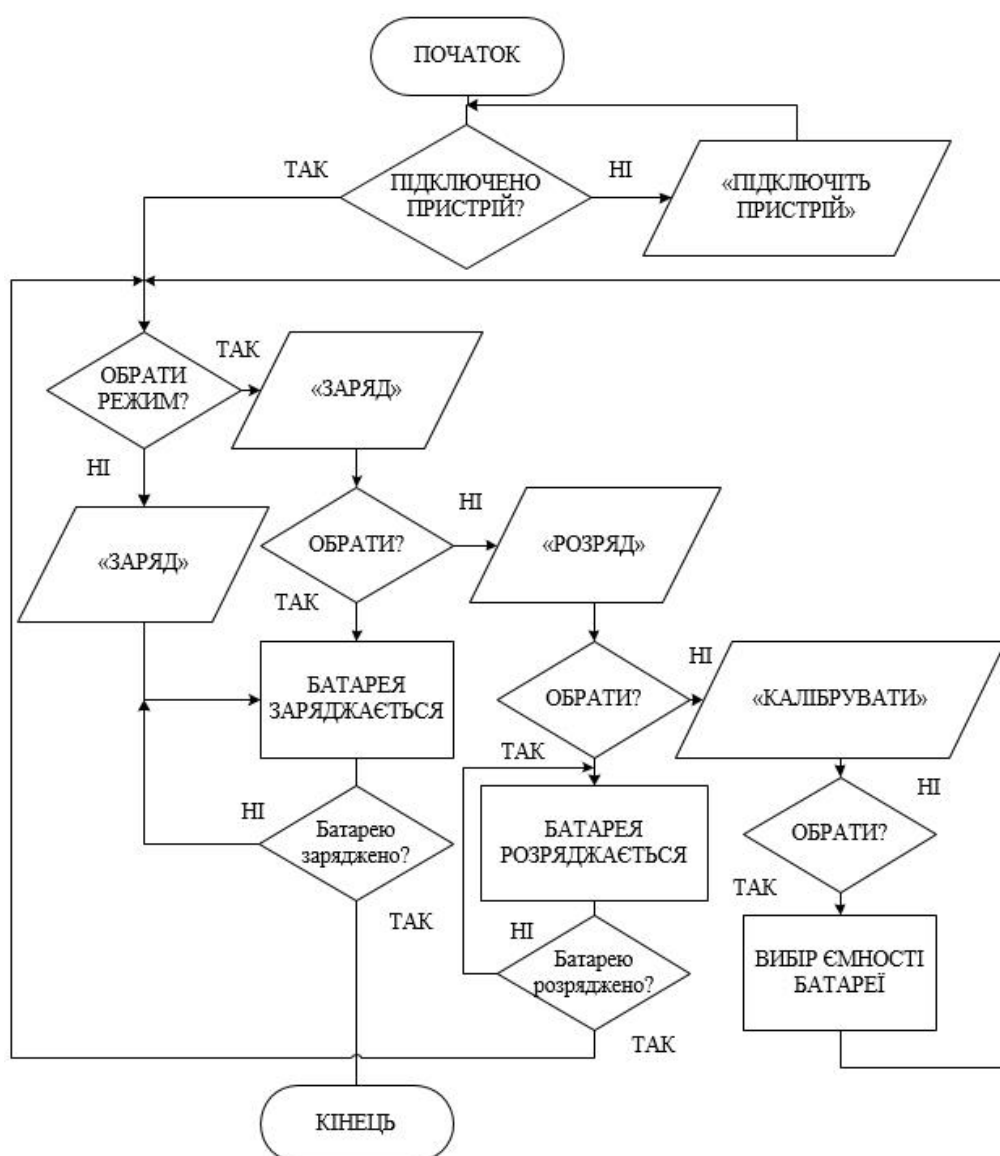


Рисунок 2.7 – Алгоритм роботи програмної частини приладу

2.5 Розробка імпульсного блоку живлення

Імпульсний блок живлення видає стабілізовану напругу живлення за рахунок використання принципів взаємодії елементів інверторної схеми.

Напруга мережі 220 вольт надходить по підключених проводах на випрямляч. Його амплітуда згладжується ємнісний фільтр за рахунок використання конденсаторів, що витримують піки близько 300 вольт, і відділяється фільтр перешкод.

Вхідний діодний міст випрямляє проходить через нього синусоїду, які потім перетворюється транзисторна схема в імпульсах високої частоти і прямокутній формі з певною шпаруватістю. Вони можуть перетворюватися:

1. з гальванічним відділенням мережі живлення від вихідних ланцюгів;
2. без виконання подібної розв'язки.



Рисунок 2.8 - Блок схема імпульсного блоку живлення

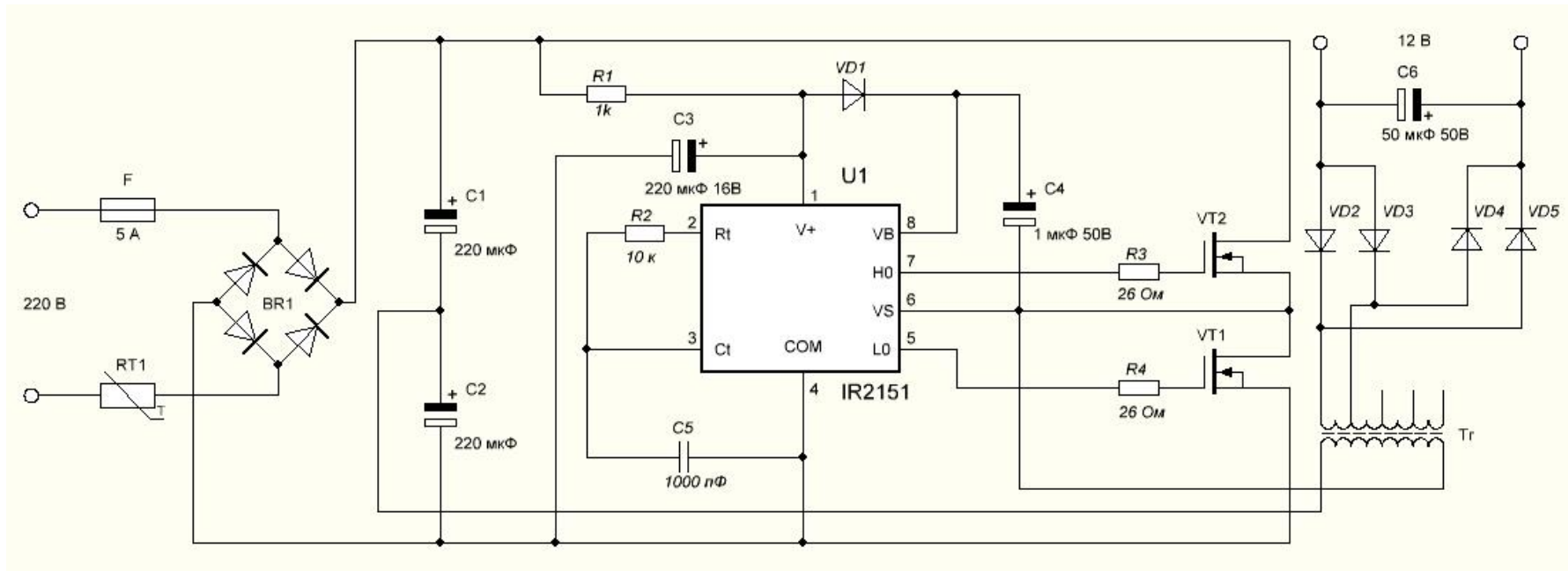


Рисунок 2.9 – Схема електрична принципова імпульсного блоку живлення

Блок живлення містить малу кількість компонентів. Як імпульсний трансформатора використовується типовий понижуючий трансформатор. На вході стоїть NTC термістор - напівпровідниковий резистор з позитивним температурним коефіцієнтом, який різко збільшує свій опір, коли перевищена деяка характеристична температура T_{Ref} . Захищає силові ключі в момент включення на час зарядки конденсаторів.

Діодний міст на вході для випрямлення напруги на струм 10А. Пара конденсаторів на вході береться з розрахунку 1 мкф на 1 Вт.

Драйвер IR2151 - для управління затворами польових транзисторів, що працюють під напругою до 600В. Можлива заміна на IR2152, IR2153. Якщо в назві є індекс "D", наприклад IR2153D, то діод FR107 в об'язки драйвера не потрібен. Драйвер черзі відкриває затвори польових транзисторів з частотою, що задається елементами на ніжках R_t і C_t .

Польові транзистори використовуються переважно фірми IR (International Rectifier). Вибирають на напругу не менше 400В і з мінімальним опором у відкритому стані. Чим менше опір, тим менше нагрівання і вище ККД. Рекомендується IRF740, IRF840 тощо.

Розрахунок трансформаторів ведеться на частоту перетворення 100 кГц і половину випрямленої напруги ($310/2 = 155В$). Вторинні обмотки можна розрахувати на іншу напругу.

Діоди на виході з часом відновлення не більше 100 нс. Цим вимогам відповідають діоди з сімейства HER (High Efficiency Rectifier - високо-ефективні випрямні).

Частота перетворення при R_2 10 кОм і C_5 1000 пФ не 100 кГц а 70 кГц. Вона визначається за формулою:

$$Fr = \frac{1}{1,4(R_2 + 75) * C_5} =$$

$$= \frac{1}{1,4 * (1000 + 75) * 0,1 * 10^{-8}} = 70896,845 \text{ Гц} = 70,9\text{кГц}$$

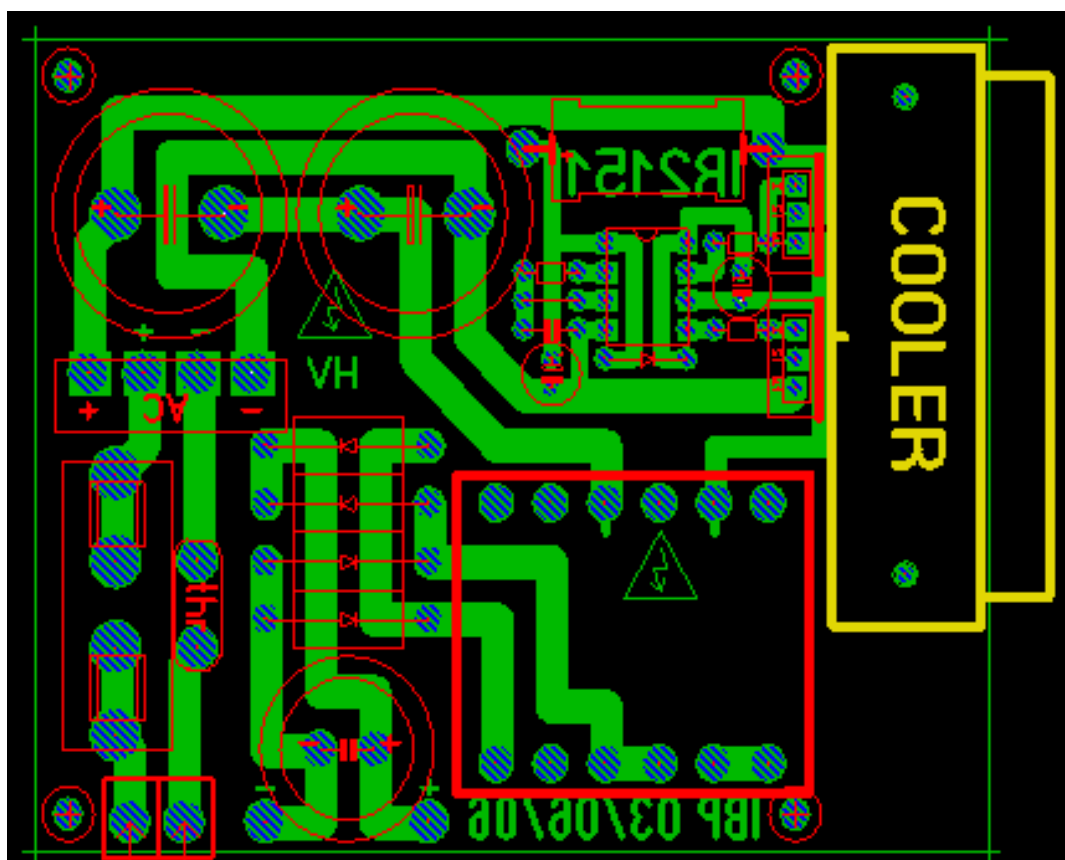


Рисунок 2.11 – Друкована плата імпульсного блоку живлення

Для моделювання роботи схеми пристрою було обрано програму Proteus.

У якості передаючої та приймаючої котушок використовується трансформатор, оскільки у програмі ISIS Proteus, це єдина можлива заміна бездротовій передачі струму. Усі інші елементи схеми є такі ж як у електричні принципові схемі з відповідними параметрами та розміщенням.

Для зняття значень електричних величин в середовищі моделювання ISIS Proteus передбачений ряд спеціальних інструментів. А саме вольтметр та амперметр, за допомогою яких знімаємо значення під час моделювання процесів, що проходять під час безпроводної зарядки акумуляторних батарей. Проведемо вимірювання напруги живлення схеми та на її виході, що підключається до акумулятора. На рисунку 2.12 видно, що отримана напруга (3.83 В) на виході схеми знаходиться в допустимій нормі 3.7-3.9 В, що дає можливість заряджати різноманітні акумулятори як стаціонарних пристроїв так і портативних.

Основним недоліком безпроводних зарядних пристроїв є малий ККД, що призводить до довгого часу зарядження, враховуючи це розроблено схему безпроводного зарядного пристрою з підвищеним ККД. Який досягається за рахунок 4-ох етапного принципу роботи та феритового осердя між передавальною та приймальною котушками.

В процесі виконання схемо-технічного моделювання здійснено аналіз схеми в її основних режимах роботи.

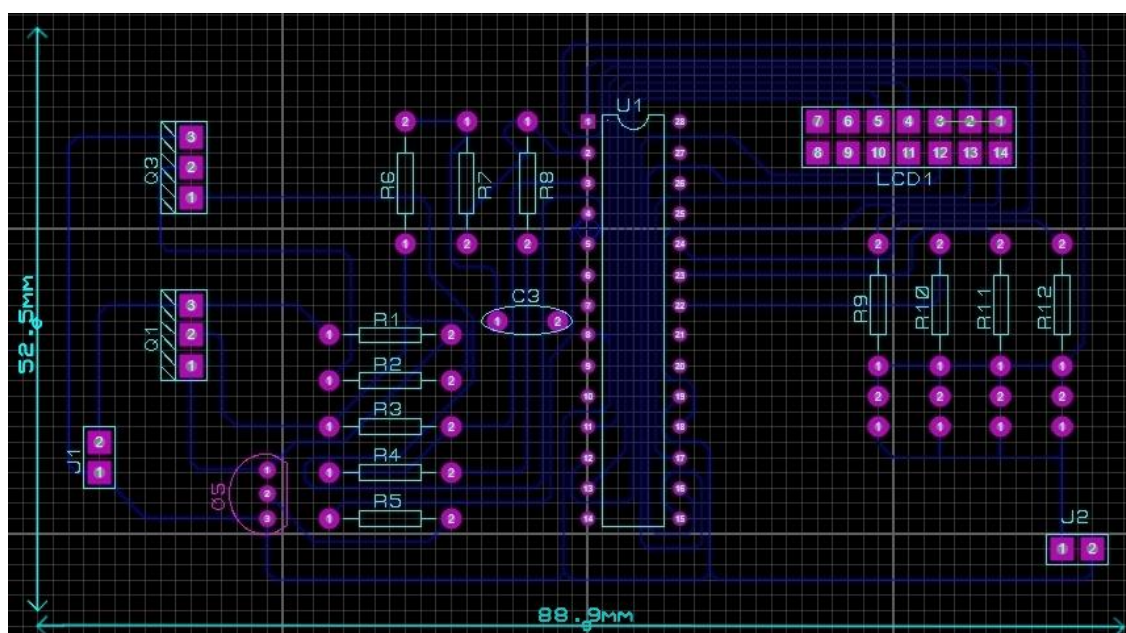


Рисунок 2.14 – Друкована плата

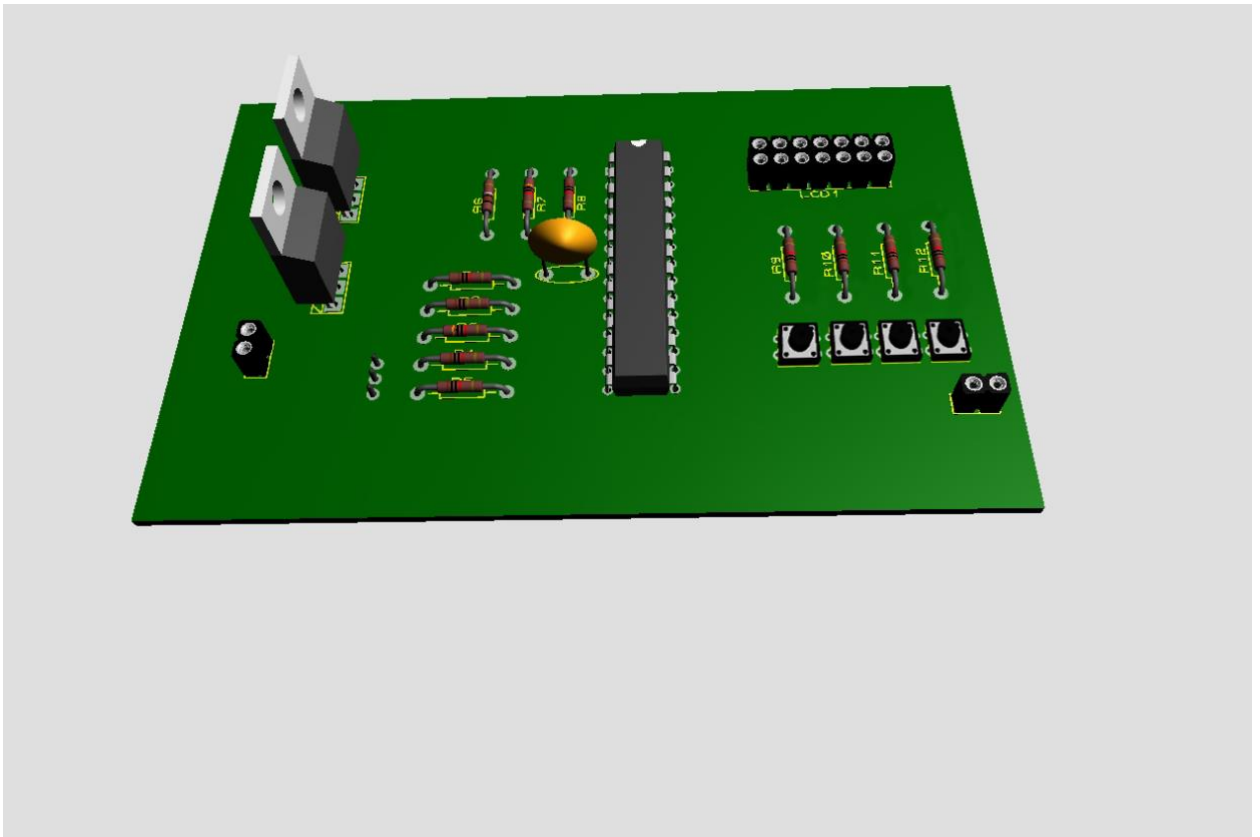


Рисунок 2.15 – 3D модель пристрою, що розроблено (передавач)

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Правова основа законодавства, що регулює охорону праці в Україні, складається з Конституції України Законів України, таких як "Про охорону праці", "Про охорону здоров'я", "Про пожежну безпеку", "Про використання ядерної енергії та радіаційний захист", "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення", а також Кодексу законів про працю України (КЗПП). Основним законодавчим документом у галузі охорони праці є Закон України "Про охорону праці", який поширює свою дію на всі підприємства, установи та організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності, а також на всіх громадян, які працюють або залучені до праці на цих підприємствах.

Навчання та систематичне підвищення рівня знань працівників та населення України з питань охорони праці є одним з основних принципів державної політики в галузі охорони праці. Це є фундаментальною основою безпеки та необхідною умовою для удосконалення управління охороною праці та забезпечення ефективної профілактичної роботи щодо запобігання аварій та травматизму на виробництві.

3.1 Вимоги до безпеки праці

Умови праці охоплюють всі фактори виробничого середовища, які впливають на здоров'я та працездатність людини під час виконання роботи.

Згідно з вимогами ДОСТ 12.3.002-75 "Процеси виробничі" та факторами виробничого середовища, виробниче середовище, яке забезпечує здорові та

працездатні умови праці, головним чином залежить від вибору технологічного процесу, матеріалів та устаткування, розподілу навантаження між людиною та устаткуванням, режиму праці та відпочинку, естетичної організації середовища та професійного добору працюючих. Організація умов праці повинна враховувати вплив небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть призвести до травм та інших раптових різких погіршень здоров'я або захворювань, зниження працездатності.

Згідно з ДОСТ 12.0.003-74, шкідливі та небезпечні виробничі фактори поділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні, кожна з яких поділяється на підгрупи. Для попередження травм та професійних захворювань від впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів на підприємствах приймаються заходи для їхнього попередження та усунення, а також зниження ступеня впливу на працюючих.

Організація та поліпшення умов праці на робочому місці є одним з найважливіших резервів продуктивності праці та економічної ефективності виробництва, а також подальшого розвитку самого працюючого. Це є проявом соціального та економічного значення організації та поліпшення умов праці.

Для захисту від дотику до струмоведучих частин електроустановок використовують захисні засоби, такі як ізоляція, огороження, блокування, електрозахисні засоби, сигналізація та плакати. Ізоляція проводів характеризується її опором, опір ізоляції проводів від землі та корпусів електроустановок створює безпечні умови для обслуговуючого персоналу.

Огороження застосовуються суцільні та сітчасті, вони повинні бути вогнестійкими. суцільні огороження (кожухи та кришки) застосовуються в електроустановках напругою до 1000 В та вище.

Блокування застосовується в електроустановках напругою вище 250 В, у яких часто виробляються роти на струмоведучих частинах, що обгороджуються..

До електрозахисних засобів відносять:

- ◆ ізолюючі засоби;
- ◆ переносні покажчики напруги і струмовимірювальні кліщі.

При обслуговуванні електроустановок важливо використовувати сигналізацію, яка привертає увагу працівників та попереджає їх про можливі небезпеки.

Радіоелектронне устаткування використовує радіотехнічні пристрої, електронні, іонні, напівпровідникові та квантові пристрої.

При монтажі радіо схем необхідно дотримуватися певних правил безпеки, таких як уникання дотику до струмоведучих частин схеми, не застосовувати проводи з ушкодженою ізоляцією для з'єднання блоків та пристроїв, не робити пайку та установку деталей в устаткуванні, що знаходиться під напругою, не вимірювати напруги та струми переносними пристроями з неізольованими проводами та щупами, не підключати блоки та пристрої до устаткування, що знаходиться під напругою, не замінювати запобіжники у включеному устаткуванні та не працювати на високовольтних установках без захисних засобів.

Для виміру параметрів електричної схеми за допомогою контрольно-вимірювальної апаратури можна витягати блоки налагоджуваного устаткування з корпусу, відкривати дверцята, знімати огороження в місцях підключення вимірювальної апаратури, замикати накоротко блокування. При цьому необхідно дотримуватися вимог безпеки:

1. усі підготовчі роботи, приєднання вимірювальної апаратури повинні вироблятися після зняття напруги і перевірки відсутності залишкових зарядів;
2. до подачі напруги металеві корпуси устаткування і вимірювальної апаратури повинні бути заземлені (занулені). Якщо заземлення вносить перекручування (наведення), то допускається робота без заземлення, але з застосуванням тимчасових огорожень, що застерігають плакатів і захисних засобів;
3. місце розташування і підключення контрольно-вимірювальної апаратури в електричні ланцюги з напругою вище 1000 В варто відгородити і вивісити попереджувальні плакати, залишивши лише доступ до органам управління.[14]

3.2 Вимоги до промсанітарії

При виборі місця для будівництва підприємств необхідно враховувати комплекс санітарно-технічних заходів, які забезпечать сприятливі умови для працівників та навколишнього середовища, включаючи житлові та лісові масиви.

Промислові підприємства, які виділяють в атмосферу дим, пил, гази та хімічні сполуки, повинні бути розташовані відносно інших підприємств та житлових масивів з підвітряної сторони.

Місце для будівництва промислового підприємства повинно відповідати санітарним вимогам щодо прямого сонячного опромінення та природного провітрювання, а також бути розташоване якнайближче до енергетичних комунікацій.

У проектах підприємств необхідно передбачати відсутність або мінімальне виділення в повітряне середовище, атмосферу та стічні води шкідливих та неприємно пахнуть речовин, а також мінімальне утворення шуму, вібрації, ультразвуку, електромагнітних хвиль радіочастот, що іонізує випромінювання та статичної електрики.

У приміщеннях з віконними прорізами необхідно передбачати кватирки, фрамуги та стулки для провітрювання. На підприємствах повинні бути побутові приміщення такі як гардеробні, умивальні, душові, убиральні, кімнати особистої гігієни жінок, курильні, санпропускники тотальні.

Для спуску фекально-господарських та виробничих вод на кожному підприємстві обладнані каналізаційні пристрої. санітарні вимоги до виробничих приміщень встановлюються з урахуванням шкідливих речовин, що виділяються при технологічних процесах, згідно з ДсТУ та ГОСТ.

Шкідливими називаються речовини, які можуть викликати виробничі травми та профзахворювання при контакті з організмом людини в разі порушення вимог безпеки.

Шкідливі речовини підрозділяються на чотири класи небезпеки: надзвичайно небезпечні, високо-небезпечні, помірковано небезпечні та мало-небезпечні.

Гранично припустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони визначаються так, щоб вони не могли викликати захворювань.

Шкідливі речовини підрозділяються на токсичні, о дратують та канцерогенні, і можуть бути у виді зваженого пилу, диму та туману.

При плануванні технологічних процесах варто розміщати устаткування і робочі місця з однорідними шкідливими виробничими факторами на одній ділянці. Виробничі меблі й устаткування повинні відповідати технологічному значенню.

При плануванні технологічних процесів виробництва, важливо розміщувати устаткування та робочі місця з однорідними шкідливими виробничими фактами на одній ділянці. Виробничі меблі та устаткування повинні відповідати технологічному значенню. Метеорологічні умови, такі як температура, вологість повітря та теплове випромінювання, мають значний вплив на людину та можуть призвести до захворювань. Оптимальні та припустимі метеорологічні умови для робочої зони приміщення встановлюються згідно з Державними стандартами та ГОСТами, з урахуванням часу року та ваги виконуваних робіт.

Природне та штучне висвітлення виробничих приміщень повинні відповідати вимогам сНіП 11-4-79. Для будинків, розташованих у III та IV кліматичних районах, повинні бути передбачені сонце-захисні пристрої. У приміщеннях з недостатнім природним світлом та без природного світла повинні застосовуватися установки штучного ультрафіолетового опромінення відповідно до сН 245-71.

Для місцевого освітлення варто застосовувати світильники, установлені на верстатах та відрегульовані так, щоб освітленість у робочій зоні була не нижче значень, встановлених у додатку V. Для місцевого освітлення повинні використовуватися світильники з не просвічуваними відбивачами із захисним кутом не менш 30°. Крім того, повинні бути передбачені заходи для зниження відбитого блиску. Чищення скла, віконних прорізів та світлових ліхтарів повинні проводитися не рідше двох разів у рік.

Чищення ламп та освітлювальної арматури для інструментальних цехів повинні проводитися не рідше двох разів у рік, а для інших виробничих приміщень — не рідше чотирьох разів у рік.

При розробці технологічних процесів, проектуванні, виготовленні та експлуатації машин, важливо прийняти всі необхідні заходи для зниження шуму. Боротьба з шумом в джерелі його виникнення є найбільш дієвим

способом боротьби з шумом. Боротьба з шумом в джерелі його виникнення – це найбільш дієвий спосіб боротьби з шумом.

Шум є одним з найбільш шкідливих виробничих факторів, який може впливати на здоров'я працівників та якість виробництва. Для зниження шуму використовуються різні методи. Один них - створення мало-шумних механічних передач та розробка способів зниження шуму в підшипникових вузлах та вентиляторах. Ще один метод - зниження шуму за допомогою звукопоглинання та звукоізоляції. Для цього об'єкт, який випромінює шум, розташовують у кожусі, внутрішні стін якого покриваються звукопоглинальним матеріалом. Також можна використовувати звукоізолювану стіну або перегородку, щоб ізолювати шумо-випромінювальний об'єкт від основного, менш шумного приміщення.

Для захисту працівників від шкідливих виробничих факторів, таких як пил токсичних металів, необхідно забезпечити їх спецодягом, спецвзуттям та запобіжними пристосуваннями відповідно до діючих типових галузевих норм. Робітника службовці цехів і ділянок обробки різанням повинні мати спецодяг, який систематично очищається від осілого пилу, провітрюється, зберігається в металевих шафах стирається не рідше одного разу в тиждень. Для захисту шкірного покриву від впливу ЗОР і пилу токсичних металів застосовуються дерматологічні захисні засоби, такі як профілактичні пасти, мазі та креми. [15]

3.3 Вимоги до пожежної безпеки

Для забезпечення безпеки електроустаткування, включаючи можливість їх застосування, монтаж, наладку та експлуатацію, необхідно дотримуватись вимог чинних правил улаштування електроустаткувань (ПУЕ), Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕ), Правил техніки

безпеки під час експлуатації електроустаткування споживачів (ПТБ) та інших нормативних документів.

Будівельна частина електроустаткувань повинна відповідати протипожежним вимогам будівельних норм та ПУЕ Відстань від повітряних ліній електропередач до будівель і споруд, які містять вибухопожежні та пожежнебезпечні приміщення, до вибухо- і пожежнебезпечних зон зовнішніх установок, а також займистих та близьких частин будівель і споруд, що виступають, місце зберігання горючих матеріалів, повинна відповідати нормам, визначеним ПУЕ.

Телефонні апарати, сигнальні пристрої до них, електричні годинники, радіоприймачі та інші подібні споживачі електроенергії можуть використовувати у вибухонебезпечних зонах згідно з класом захисту.

Телефонні апарати, сигнальні пристрої до них, електричні годинники, радіоприймачі та інші подібні споживачі електроенергії можуть використовуватись у вибухонебезпечне вибухозахисту - ступень захисту - класу зони.

Плавкі вставки запобіжників повинні бути калібровані із зазначенням на клеймі номінального струму вставки (клеймо ставиться заводом-виробником або електротехнічною лабораторією Застосування саморобних не каліброваних плавких вставок забороняється.

Наелектродвигуни, світильники, інші електричні машини, апарати обладнання, встановлені у вибухонебезпечних або пезонебезпечних зонах, повинні бути нанесені знаки, що вказують їх ступінь захисту згідно з чинними стандартами.

Для з'єднання, відгалуження та окінцювання проводів і кабелів можна використовувати різні методи, такі як пресування, варювання, паяння або затискачі (гвинтові, болтові тощо).ажливо, щоб місце з'єднання проводів і

кабелів, а також з'єднувальні та відгалужувальні затискачі мали мінімальний перехідний опір. Тимчасові електромережі не дозволяються.

Влаштування та експлуатація тимчасових електромереж не дозволяється!

Первинні засоби пожежегасіння включають вогнегасники та пожежний інвентар, такі як покривала з негорючої грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки і пожежні відра, совкові лопати, а також пожежний інструмент, такий як гаки, сокири тощо. Для визначення видів та кількості первинних засобів пожежегасіння слід враховувати фізико-хімічні та пожежонебезпечні властивості горючих речовин, їх взаємодію з вогнегасними речовинами, а також розміри площ виробничих приміщень, відкритих майданів та установок. Необхідну кількість первинних засобів пожежегасіння визначають окремо для кожного поверху та приміщення, а також для закритих та відкритих установок. Якщо в одному приміщенні знаходиться декілька різних за характером небезпекою виробництв, не відділених одне від одного протипожежними стінами, усі ці приміщення забезпечують вогнегасниками, протипожежним інвентарем та іншими видами засобів пожежегасіння.

Покривала можуть мати різні розміри, але мінімальний розмір повинен бути не менше 1 м x 1 м. Вони призначені для гасіння локальних осередків пожеж у разі займання речовин, горіння яких може відбуватися без доступу повітря. У місцях застосування та зберігання легкозаймистих та горючих речовин розміри покривал можуть бути збільшені до розмірів 2 м x 1,5 м, 2 м x 2 м. Покривала слід застосовувати для гасіння речовин класів "А", "В", "О", (Е).

Бочки з водою встановлюються у виробничих та складських приміщеннях, спорудах у разі відсутності внутрішнього протипожежного водогону та за наявності горючих матеріалів.

Вибір вогнегасників залежить від кількох факторів, таких як їх вогнегасна спроможність, гранична площа, клас горючих матеріалів та

категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною безпекою. Класифікація вогнегасників включає клас А для пожеж твердих речовин, клас В для пожеж горючих рідин або твердих речовин, клас с для пожеж газів, клас D для пожеж металів та сплавів та клас Е для пожеж, пов'язаних з горінням електроустановок.

Виріб типу вогнегасника (пересувний чи переносний) залежить від розмірів можливих осередків пожеж. У разі збільшених розмірів рекомендується використовувати пересувні вогнегасники. При роботі з радіоелектронним устаткуванням рекомендується використовувати вуглекислотні вогнегасники типу ВВ.

Також необхідно враховувати кліматичні умови експлуатації будівель та споруд, вибираючи вогнегасник з відповідною температурною межею використання. Якщо на об'єкті можливі комбіновані осередки пожеж, то перевага у виборі вогнегасника віддається більш універсальному в цій області застосування.[16]

3.4 Вимоги електробезпеки

3.4.1 Загальні вимоги

Небезпечний і шкідливий вплив на людей електричного струму, електричної дуги та електромагнітних полів проявляється через ураження електричним струмом у вигляді електротравм і професійних захворювань.

ступінь небезпечного і шкідливого впливу на людину електричного струму, електричної дуги та електромагнітних полів залежить від:

- ◆ величини та властивостей (видів) напруги, струму;
- ◆ тривалості впливу електричного струму чи електромагнітного поля на організм людини;
- ◆ шляху струму через тіло людини;
- ◆ частоти електричного струму;
- ◆ умов довкілля.

Основні вимоги щодо безпеки електроустаткування та оцінювання його відповідності встановлено в.

Вимоги електробезпеки до конструкції та будови електроустаткування різних видів устанавлюють у стандартах та технічних умовах на електротехнічні вироби.

Правила безпечного експлуатування електроустановок встановлює спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за промисловою безпекою, охороною праці та гірничого нагляду.

Загальні вимоги захисту від ураження електричним струмом – згідно з ДСТУ ІЕС 61140.

Гранично допустимі значення напруг дотику та струмів в електроустаткуванні – згідно з ДСТУ ІЕС 61140.

Вимоги електробезпеки під час впливу електричних полів промислової частоти – згідно з ГОСТ 12.1.002, під час впливу електромагнітних полів радіочастот – згідно з ГОСТ 12.1.006.

Електробезпека забезпечується:

- ◆ конструкцією електроустаткування;
- ◆ організаційними та технічними заходами;
- ◆ технічними способами та засобами захисту.

Електроустаткування та його частини повинні відповідати вимогам безпеки та бути відтворені так, щоб ті, хто працює, не наражалися на

небезпечний і шкідливий вплив електричного струму та електромагнітних полів.

До роботи з електроустановками допускають працівників, які пройшли інструктаж і навчання безпечних методів праці, здали іспити на перевірку знань правил безпеки та охорони праці й інструкцій відповідно до посад, які вони обіймають, стосовно роботи, яку виконують, з присвоєнням відповідної групи з електробезпеки згідно з, та які не мають медичних протипоказань.

3.4.2 Організаційні заходи

Затвердження переліку робіт, які виконують за нарядами та розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації.

Надання прав і затвердження списків осіб, відповідальних за безпечне виконання робіт:

- ◆ видавання нарядів, розпоряджень;
- ◆ керівників робіт;
- ◆ допускатів;
- ◆ наглядачів;
- ◆ проведення оперативних перемикачів;
- ◆ видавання дозволів на підготовку робочих місць і на допуск до роботи;
- ◆ одноособове оглядання електроустановок;
- ◆ працівників, які виконують роботи в порядку поточної експлуатації.

Надання зазначених вище прав виконують після перевірки знань.

Під час виконання робіт за нарядами та розпорядженнями має бути виконано:

- ◆ видавання нарядів, розпоряджень;
- ◆ видавання дозволу на підготовку робочих місць та на допуск до роботи;

- ◆ підготовку робочого місця і допуск до роботи;
- ◆ нагляд під час виконання робіт;
- ◆ переведення на інше робоче місце;
- ◆ оформлення перерв у роботі та її закінчення.

Роботи на струмовідних частинах електроустаткування, які перебувають під напругою, та поблизу них виконують згідно з вимогами нормативно-правових актів з охорони праці.

3.4.3 Розрахунок електромережі на здатність відключення при аварійному режимі роботи електрообладнанням струм короткого замикання визначається за формулою:

$$I_{к.з} = \frac{U_{\phi}}{(R_{\phi} + R_{н} + Z_{т})} \quad (3.1)$$

де U_{ϕ} — фазова напруга мережі, становить 220 В; R_{ϕ} — опір фазового проводу, становить $\approx 1,6$ Ом; $R_{н}$ — опір нульового проводу, становить $\approx 1,6$ Ом; $Z_{т}$ — розрахунковий опір трансформатора, становить 0,1 Ом;

Підставимо значення у формулу (3.1), остаточно отримаємо:

$$I_{к.з} = \frac{220}{1,6+1,6+0,12} \approx 66,26 \quad (3.2)$$

Для надійного спрацювання автоматів струмового захисту необхідно, щоб виконувалась умова:

$$I_{к.з} \geq 1,4 \cdot I_{авт.макс}$$

Відповідно, струм відключення автомату $I_{авт.}$ повинен бути не більше:

$$I_{авт.макс.} = \frac{I_{к.з}}{1,4} = \frac{66,26}{1,4} \approx 47,32 \quad (3.3)$$

Мережа в робочому приміщенні обладнана автоматом струмового захисту, розрахованого на струм $I_{авт.} = 15$ А. Таким чином, струм короткого замикання при виникненні аварійної ситуації в ($I_{к.з}/I_{авт.} = 66,26 / 15 \approx 4,42$) рази перевищує номінальний струм спрацювання автомату, що задовольняє встановленим нормам.

Напругу дотику до зануленого обладнання визначають за формулою:

$$U_{дот.} = I_{к.з.} \cdot R_{н} = 66,26 \cdot 1,6 \approx 106,01 \text{ В} \quad (3.4)$$

Напруга дотику ($U_{дот.} < U_{доп} = 500$ В) за час спрацювання автоматів струмового захисту ($t < 0,1$ с) не перевищує допустимого значення, що відповідає вимогам ГОСТ 12.1.038-88.

Підключення обладнання виконано у відповідності з вимогами ПБЕ та ПУЕ. Додаткових заходів щодо підвищення рівня електробезпеки в робочому приміщенні впроваджувати не потрібно.

3.4.4 Технічні заходи

Технічні заходи захисту, які забезпечують електробезпеку, встановлюють з урахуванням:

- а) номінальної напруги, виду та частоти струму електроустаткування;

- b) способу електропостачання (від стаціонарної мережі, від автономного джерела живлення електроенергією);
- c) типу заземлення системи;
- d) виду виконання електроустаткування (стаціонарні, пересувні, переносні);
- e) умов довкілля:
 - ◆ особливо небезпечні приміщення,
 - ◆ приміщення підвищеної небезпеки,
 - ◆ приміщення без підвищеної небезпеки, на відкритому повітрі;
- f) можливості зняття напруги зі струмовідних частин, на яких або поблизу яких має проводитися робота;
- g) характеру можливого дотику людини до елементів кола струму:
 - ◆ однофазний (однополюсний) дотик,
 - ◆ двофазний (двополюсний) дотик,
 - ◆ дотик до металевих неструмовідних частин, що опинилися під напругою;
- h) можливості наближення до струмовідних частин, що перебувають під напругою, на відстань, меншу за допустиму, чи попадання в зону розтікання струму;
- i) видів робіт: монтування, налагодження, випробування, експлуатування електроустаткування, які виконують у зоні його розташування, а також у зоні повітряних ліній електропередавання.

Вимоги щодо безпеки під час користування електроустаткуванням побутового призначення повинні міститися в інструкціях виробників з експлуатації, що додаються до виробів.

Під час проведення робіт зі зняттям напруги в електроустаткуванні, що працює, повинно бути виконано:

- ◆ проведення необхідних вимкнень і вжиття заходів, що унеможливають помилкове або самочинне ввімкнення комутаційної апаратури;
- ◆ вивішення заборонних плакатів на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою;
- ◆ перевіряння відсутності напруги на струмовідних частинах, які треба заземлити для захисту людей від ураження електричним струмом;
- ◆ установлення заземлення (увімкнення заземлювальних ножів, установлення переносних заземлень), вивішення вказівних плакатів;
- ◆ огороження, за потреби, робочого місця або струмовідних частин, що залишилися під напругою, і вивішення на огороженнях плакатів щодо безпеки. Залежно від місцевих умов струмовідні частини огорожують до чи після їх заземлення.

3.4.5 Номенклатура видів захисту

Для забезпечення захисту від випадкового дотику до струмовідних частин застосовують такі види захисту:

- основне (робоче) ізолювання струмовідних частин (захисне ізолювання);
- додаткове, посилене, подвійне ізолювання струмовідних частин;
- захисні оболонки;
- захисні огорожі (тимчасові або стаціонарні);
- безпечне розташування струмовідних частин;
- ізолювання робочого місця;
- мала напруга;
- захисне вимкнення;
- попереджувальна сигналізація (звукова, світлова тощо);
- блокування;

- встановлення знаків безпеки;
- електрозахисні засоби;
- засоби індивідуального захисту.

Для запобігання ураженню електричним струмом під час дотику до металевих неструмовідних частин, які можуть бути під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, застосовують окремо або в поєднанні такі види захисту:

- захисне заземлення;
- автоматичне вимкнення живлення;
- зрівнювання потенціалів;
- обладнання класу ІІ або з рівноцінною ізоляцією;
- захисний електричний поділ кіл;
- ізолювальні (непровідні) приміщення, зони, майданчики;
- системи наднизької напруги (безпечної, захисної);
- вирівнювання потенціалів.

Технічні види захисту застосовують окремо або в поєднанні один з одним так, щоб було забезпечено оптимальний захист.

Вимоги до технічних видів захисту встановлюють у стандартах і технічних умовах. [17]

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Розроблено електричну принципову схему портативного бездротового зарядного пристрою для різних гаджетів. Живлення якого здійснюється від мережі, через імпульсний блок живлення.

2. Виконано топологію друкованої плати яка показала, що габаритні розміри складають $88,9 \times 52,5$ мм.

3. Розроблена конструкція може бути вдосконалена, шляхом збільшення ККД та доопрацювання програмної частини приладу. Подальше вдосконалення конструкції можливе за рахунок розробки спеціалізованої мікросхеми.

Запропоновані розробки можуть бути використані для створення безпроводних зарядних пристроїв з розширеним функціоналом.

Результати роботи обговорювалися на Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні виклики та напрями вдосконалення в економічній та технічній наукових сферах» (5-6 грудня 2023 р., м. Запоріжжя)

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бездротова передача енергії. Chernigov.ua URL: <https://is.gd/veAwO8> (дата звернення: жовтень 2023).
2. Способи бездротової передачі енергії. Formula.kr URL: <https://is.gd/XhIVP4> (дата звернення: жовтень 2023).
3. Бездротова передача енергії на відстань понад 30 м. KI. ITдля бізнесу. URL: <https://is.gd/zVpi6w> (дата звернення: жовтень 2023).
4. Альтернативна енергетика. Moesonce. URL: <https://is.gd/ndZFXy> (дата звернення: листопад 2023).
5. Qi (бездротовий зарядний пристрій). Вікіпедія. URL: <https://is.gd/tIRJJD> (дата звернення: листопад 2023).
6. Як вибрати бездротову зарядку: функції, види і типи пристроїв. Air.nova. URL: <https://air.nova.global/blog/wireless-charger> (дата звернення: грудень 2023).
7. Все про стандарт бездротової зарядки. iPhone Islam. URL: <https://is.gd/QkTHoH> (дата звернення: грудень 2023).
8. Що таке бездротова зарядка Qi? Tebarit. URL: <https://is.gd/LnzdUp> (дата звернення: січень 2024).
9. Електронні системи: навч. посібник / укл. М. Бондаренко. Харків: ХНУРЕ. 2019. 219 с.
10. І. М. Бондаренко, О. В. Бородін, В. П. Карнаушенко. Сучасна компонентна база електронних систем: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ. 2020. 268 с.
11. Розповідаємо про стандарти бездротової зарядки. Qinetiq. URL: <https://qinetiq.com.ua/https/www.qinetiq.com.ua/blogs/blog/first/> (дата звернення: січень 2024).
12. MicroChip PIC16F876A. TEM. URL: <https://is.gd/0ID6o9> (дата звернення: березень 2024).
13. PIC 16x84. Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/PIC16x84> (дата

звернення: березень 2024).

14. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Чинний від 1999-12-01. Вид. офіц. Київ: Державні санітарні норми, 2011. 105 с.
15. ДСТУ 7238:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного захисту працюючих. Чинний від 14.03.2011. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2011. 78 с.
16. ДСТУ 12.1.018-93 Система стандартів безпеки праці. Пожежовибухобезпека статичної електрики. Загальні вимоги. Чинний від 01.01.1998. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2001. 97 с.
17. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту. Чинний від 01.08.2011. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2011. 201 с.

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потєбні ЗНУ

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні виклики та напрями вдосконалення в економічній та технічній наукових сферах» (5-6 грудня 2023 р., м. Запоріжжя) / за ред. Макаренка А. П., Мешхової Т. О. Запорізький національний університет. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. 392 с.

МАТЕРІАЛИ

Міжнародної науково-практичної конференції
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю. М. Потєбні
Запорізького національного університету

«Сучасні виклики та напрями вдосконалення в економічній та технічній наукових сферах»

5 – 6 грудня 2023 р.

В ході проведення конференції відбулось дискусійне обговорення результатів підготовки здобувачів вищої освіти для покращення змісту навчальних курсів освітніх програм, орієнтованих на думку стейхолдерів (працівників НДКЦ, науковців та студентів ЗНУ та інших закладів вищої освіти).

Під час проведення конференції розглянуто наступні питання: сучасний розвиток економіки, організації та управління підприємствами; практичні засади розвитку менеджменту; теоретичні та практичні засади розвитку бухгалтерського обліку, аналізу та аудиту; математичні методи, моделі та інформаційні технології в сучасній економіці; сучасні напрями розвитку інженерії, науки та техніки; сучасні напрями розвитку банківської справи; гроші, фінанси і кредит; напрями оптимізації податкової системи; бюджетна система; правознавство; сучасна експертиза: економічна, юридична, будівельна, технічна.

УДК 621.315

Небенюк О.Ю., к.т.н., доцент кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення Інженерного навчально-наукового інституту

Ім. Ю. М. Потебні ЗНУ, м. Запоріжжя

Ничик О. П., студент 4 курсу спеціальності 153 (176) «Мікро- та наносистема техніка», Інженерного навчально-наукового інституту
Ім. Ю. М. Потебні ЗНУ, м. Запоріжжя

БЕЗПРОВІДНИЙ ЗАРЯДНИЙ ПРИБОР ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ГАДЖЕТІВ

Бездротова передача електрики – спосіб передачі електричної енергії без використання струмопровідних елементів в електричному колі.

Технологічні принципи такої передачі включають в себе індукційний (на малих відстанях і щодо малих потужностей), резонансний (використовується в безконтактних смарт-картах і чипах RFID) і спрямований електромагнітний для відносно великих відстаней і потужностей (в діапазоні від ультратяжкого до НВЧ).

У сучасному світі всі маніпуляції з передачею файлів з використанням смартфонів відбувається «по повітрю». Доступ в Інтернет по Wi-Fi – вдома, на роботі, в кав'ярні сприймаються як даність. Час прийшов і для бездротової передачі енергії.

Аналіз існуючих технологій такого виду передачі енергії показав наступні переваги:

- Повна відсутність проводів. Немає потреби в хупі проводів, які згодом заплутуються або просто губляться.
- Безпечність. Електричне поле, що утворюється, є безпечним для людини і поширюється на малу відстань від пристрою.
- Достатньо велика ефективність передачі енергії. Енергоефективність бездротових зарядних пристроїв становить приблизно 80%. Майже не потребують технічного обслуговування.

До недоліків можна віднести:

- Індуктивна зарядка залежить від магнітного поля і має невеликий радіус дії.
- Швидкість зарядки. Заряджати пристрої за допомогою індукційної зарядки не так ефективно, як за допомогою прямого, фізичного з'єднання. Бездротова зарядка видає струм – 1 ампер і напругу 5 вольт. Стандартний адаптер живлення, який йде в комплект зі смартфоном видає від 1 до 2 А. Тобто в випадку зі звичайним зарядним пристроєм швидкість падає в середньому на половину. Проте при зарядці телефону за допомогою комп'ютера (USB-порту) – телефон заряджається з струмом від 0,5 А (USB 2.0) до 0,9 А (USB 3.0). У зв'язку з цим, різниця в часі вже не така суттєва.

Незважаючи на малий розмір котушок значну частину простору, доступному в сучасному смартфоні, планшета або ультрабуці становить

289

котушки. Це проблема з часом зникає, але на сьогоднішній день вона ще актуальна.

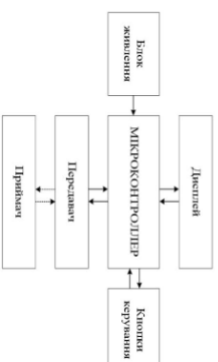


Рисунок - Загальна блок-схема пристрою

Тому авторами запропоновано компактний безпровідний зарядний пристрій з розширеним функціоналом на основі мікроконтролеру фірми MicroSip. Його живлення здійснюється від мережі через імпульсний блок живлення. Габаритні розміри друкованої плати складають 88,9×52,5 мм. Розроблена конструкція може бути модернізована шляхом збільшення коефіцієнту корисної дії та доопрацювання програмної частини пристрою. Подальше вдосконалення конструкції можливе за рахунок розробки спеціалізованої мікросхеми.

Література

1. Бездротова передача електрики. Eco business Group URL: <https://is.gd/ldvNX> (дата звернення 24.11.2023).
2. Що таке бездротова зарядка? Тесла URL: <https://is.gd/q8Ulc> (дата звернення 24.11.2023).

УДК 621.315

Небенюк О.Ю., к.т.н., доцент кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення Інженерного навчально-наукового інституту

Ім. Ю. М. Потебні ЗНУ, м. Запоріжжя

Бондаренко М.О., магістр 1 курсу спеціальності 153 (176) «Мікро- та наносистема техніка», Інженерного навчально-наукового інституту
Ім. Ю. М. Потебні ЗНУ, м. Запоріжжя

ЦИФРОВИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИПНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Одним з основних температурних показників теплокровних тварин і людини є стабільність температури тіла в межах 37°. Це стабільність підтримується

290