

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

УДК 621.37

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри
біомедичної інженерії та
телекомунікацій
к.т.н., доц. Нікітчук Т.М.

« 14 » 12 2020 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО
ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ
за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»
освітній ступінь «магістр»

Виконавець роботи
студент 2 курсу, гр.БІм-19-1

14.12.20
(дата, підпис)

Лихацький В.І.

Керівник роботи
к.т.н., доц.

14.12.20
(дата, підпис)

Нікітчук Т.М.

Житомир
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної магістерської роботи

на тему Дослідження впливу електромагнітного випромінювання на живі
організми

Виконав: студент 2 курсу, групи БІм-19-1
спеціальності

163 «Біомедична інженерія»

Лихацький В.І.

Керівник Нікітчук Т.М.

Рецензент Коломієць Р.О.

Житомир
2020

«Затверджено»

Завідувач кафедри біомедичної
інженерії та телекомунікацій

Т.М. Нікітчук

«15» червня 2020 р.

Завдання
на кваліфікаційну магістерську роботу

Лихацький В.І.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження впливу електромагнітного випромінювання на живі організми

затверджено наказом по університету від «16» 10 2020 р. № 365/с

2. Мета дослідження дослідити вплив магн. поля на морський організм

3. Вихідні дані (характеристики об'єкта, умов дослідження та ін. обрати вид магнітотерапії, з частотою 50-100 Гц, магнітна індукція до 50 мТс, вплив на морський організм

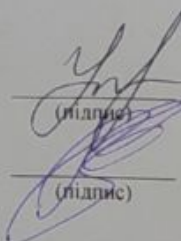
4. Основні задачі дослідження розробка пристрою та перевірка дослідження

5. Термін подання роботи до захисту грудень 2020

6. Дата видачі завдання «15» червня 2020 р.

Науковий керівник

Завдання прийняв
до виконання


(підпис)

Нікітчук Т.М.

(прізвище, ініціали)

Лихацький В.І.

(прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

Анотація.....	4
Реферат	5
Вступ	6
Розділ 1 Огляд та аналіз літературних джерел	7
1.1 Основи магнітотерапії	7
1.2 Види магнітотерапії	9
1.3 Апарати для магнітотерапії	11
Розділ 2 Дослідження впливу магнітного поля на живі організми.....	

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці магнітотерпевтичного пристрою, призначеного для використання в терапевтичних цілях при низькій захворюваності. В роботі проведено огляд літературних джерел, поставлено технічне завдання на розробку, розроблено структурну та принципову схеми, схеми друкованої плати. Робота є актуальною, а розроблений прилад конкурентоспроможним.

ABSTRACT

The thesis is devoted to the development of a device designed to remove fibrillations, arrhythmias, and other cardiac abnormalities associated with a life-threatening patient. In this work structural and principle electric circuits have been developed, basic calculations of the element base have been selected and carried out, circuit boards of the printed circuit board have been developed. The work is relevant, and the device is developed competitively.

ВСТУП

Застосування магнітних полів для лікування різних захворювань практикується вже кілька сотень років, причому в останні десятиліття йде інтенсивний розвиток технічних засобів, призначених для магнітотерапії. В даний час магнітотерапія в медицині знаходить широке застосування [1, 2, 3]. Магнітні поля (МП) сприятливо впливають на м'язово-судинну систему, зменшують запальні процеси, покращують циркуляцію крові, сприяють фіксації деяких лікарських речовин в певному місці організму, підвищують ефективність таких лікувальних методів як електрофорез, фонофорез і фотофорез. Особливо вони ефективні для транспортування магнітних терапевтичних частинок всередині людського організму, так званої адресної доставки ліків. Такі частинки складаються з капсули, всередині якої знаходяться ліки, покритої феримагнітним або суперпарамагнітним матеріалом. За допомогою капсули можуть доставлятися до найвіддаленіших клітин організму долаючи різні біохімічні бар'єри. Так за допомогою МП наночастинки проникають в товщу хряща чи кістки, а не залишаються на поверхні. Ефект проникнення магнітних наночасток в тканину живого організму можна контролювати різними методами. Зокрема, магнітним полем лікують судинні захворювання, захворювання нервової системи, хвороби суглобів та хребта, травми та їх наслідки, термічні ураження, а також використовують лікування магнітним полем в гінекології, дерматології, урології. Магнітотерапевтичні апарати, що застосовуються для цих цілей, прості та надійні в експлуатації. Їх можна застосовувати як в клініках, так і в домашніх умовах. Технічне обслуговування їх мінімальне, а ціна низька. Вважається, що створювані цими апаратами магнітні поля безпечні, вони вільно проникають крізь тканини, кістки, шкіру. Однак питання управління магнітотерапевтичним впливом на біологічний об'єкт вивчені не повністю, що приводить нас до необхідності більш детального розгляду процесів, створення нових методик та апаратів.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Основи магнітотерапії

Магнітотерапія – це давно відомий фізіотерапевтичний метод лікування за допомогою постійного або змінного магнітного поля, що має дуже багато показів до застосування. Тобто, це один із альтернативних (не медикаментозних) методів лікування, суть якого полягає у застосуванні контрольованого магнітного поля для полегшення болю, зменшення запального процесу, посилення заживлення тканин. Крім того, цілющі властивості магнітотерапії доповнюються ще однією перевагою – вона не має побічних ефектів.

Процедури магнітотерапії проводяться на спеціальному обладнанні, яке, доречі, постійно вдосконалюється, що дозволяє застосовувати цей метод лікування для ще більшого переліку захворювань. Також варто наголосити, що новим напрямком магнітотерапії є застосування імпульсного магнітного поля, що має вагомі переваги у порівнянні з постійним магнітним полем, особливо при хронічних процесах та певних захворюваннях.

Магнітотерапія має багатовікову історію створення. Якими лікувальними властивостями володіють магнітні поля, люди з'ясували ще в XVIII столітті. Цілющі властивості загадкових каменів використовували у Стародавній Греції. Східні цілителі прикладали магніти на проблемні ділянки для зняття неприємних відчуттів, наприклад, при головному болю. Пізніше в Європі за допомогою магнетизму стали лікувати запальні процеси, нервові захворювання, судоми і багато іншого. Лікарі повсюдно стали рекомендувати пацієнтам носити магнітні прикраси: браслети, кільця і пояси.

Показання до застосування.

У багатьох країнах метод магнітотерапії не визнаний традиційною медициною. Користь від застосування магнітного поля в лікувальних цілях

досі науково не доведена. Але відгуки пацієнтів по даній процедурі говорять про її ефективність і безпеку. При багатьох захворюваннях людини призначається магнітотерапія. Лікування проводиться при наступних недугах:

- Під час простудних захворювань, у тому числі при порушенні роботи верхніх дихальних шляхів.
- Ефективно використовують метод для лікування захворювань опорно-рухового апарату. Процедура допомагає зняти запалення, покращує наростання хрящової тканини, виводить сольові відкладення.
- Сприяє магнітотерапія загоєнню виразок і ерозій слизової оболонки при шлунково-кишкових порушеннях.
- Завдяки тому, що процедура прискорює обмін речовин і кровообіг, видалення зайвої рідини, її ефективно застосовують для зниження ваги і боротьби з целюлітом.
- Нормалізуючи регенеративні процеси, магнітотерапія успішно справляється з шкірними захворюваннями: рубцями, висипом вугрів, дерматозами, гематомами.
- Допомагає при недугах сечостатевої системи.
- Застосовують даний метод лікування і в профілактичних цілях: для підвищення імунітету та запобігання ускладнень основного захворювання.
- Больовий синдром (біль в спині, біль в попереку, біль в плечі);
- Запалення кісток, суглобів, м'яких тканин;
- Протрузія, міжхребцева грижа, грижі Шморля;
- Защемлення сідничного нерва;
- Гіпертонічна хвороба;
- Трофічні виразки кінцівок, набряки та ін.

Протипоказання.

Не рекомендується проводити процедури магнітотерапії дітям до 2 років, вагітним жінкам, людям з підвищеним артеріальним тиском,

епілептичними розладами, порушеннями згортання крові. Наявність таких захворювань, як туберкульоз, аритмія, міома також є протипоказаннями до того, щоб використовувати апарат магнітотерапії. Не можна використовувати магнітні прилади і при наявності кардіостимулятора, металевих імплантів та пухлин, а також у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння, при прийомі заспокійливих препаратів.

Найбільш значні ефекти магнітотерапії

Основні ефекти від лікування магнітним полем:

- знеболюючий;
- протинабряковий;
- протизапальний;
- розслаблення м'язів, зняття спазмів;
- розширення судин;
- прискорення регенеративних процесів.

1.2 Види магнітотерапії

Умовно магнітотерапію можна поділити на високочастотну, низькочастотну. Вплив може бути постійним, змінним та імпульсним полем. По методиці впливу на людини терапія може бути загальною та локальною, контактною та безконтактною.

Низькочастотна магнітотерапія – метод лікувального впливу на організм змінним або пульсуючим низькочастотним магнітним полем за допомогою індукторів електромагнітів, індукторів-соленоїдів або постійним магнітним полем за допомогою постійних магнітів, у тому числі еластичних. Передача енергії низькочастотного магнітного поля від апарату до пацієнта може бути реалізована у безперервному, змінному і імпульсному режимах, а також в вигляді «біжучого» і «обертаючого» полів (рис.1.1).

Рисунок 1.1 – Основні види магнітних полів, що використовуються при низькочастотній магнітотерапії:

ЗМП – змінне магнітне поле; ПуМП –пульсуюче магнітне поле;

БіМП – біжуче магнітне поле; ОБМП –обертаюче магнітне поле;

по осі абсцис – час t ; по осі ординат – магнітна індукція

При цьому найбільша збуджуюча дія властива змінним і бігучим магнітним полям. За допомогою магнітного поля, що обертається, можна здійснювати введення частинок лікарських речовин в тканині (лікарський магнітофорез). Інтенсивність магнітного поля в тканинах організму визначається магнітною індукцією. Для позначення магнітної індукції у фізіотерапії використовується тисячна доля тесла (Тл). Низькочастотні постійні магнітні поля відносно швидко затухають, тому індуктори-електромагніти і постійні магніти встановлюють по відношенню до тіла хворого контактено (без проміжку), а при використанні індукторів-соленоїдів частину тіла, найчастіше кінцівку, розміщують в соленоїді.

Найчастіше для проведення низькочастотної магнітотерапії використовують апарати з частотою 50 та 100 Гц, магнітна індукція яких до 50 мТл, при проведенні імпульсного впливу –700-1000 Гц, 1,5–2,5 мТл.

Крім низькочастотного магнітного поля у магнітотерапії користуються високочастотним (3-30 МГц). До цієї групи відносяться такі методики: індуктометрія, УВЧ-індуктотермія, мікрохвильова (дециметровхвильова, сантиметровхвильова) і міліметровхвильова терапії (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Основні методики високочастотної магнітотерапії

Метод	Фізичне підґрунтя	Вплив на організм
Індуктотермія – метод фізіотерапії, заснований на використанні магнітного поля високої частоти, що передбачає лікування теплом. [3; 6]	Діють на організм змінним магнітним полем частотою 13,56 МГц. При цьому температура тіла пацієнта підвищується на 0,3-0,9 С, що супроводжується роздратуванням нервової системи. Ділянку тіла вміщують всередину витків соленоїду до терапевтичного контуру генератора. Магнітне поле індуктує струми, що забезпечує глибокий прогрів тканин.	Має протизапальний ефект; анагетичні властивості, підвищує утворення жовчу; активність згорання крові, покращує регенерацію кісткової тканини
Ультрависокочастотна індуктотермія – метод лікування коливаннями ультрависокочастотного діапазону, що передбачає утворення ендогенного тепла. [3; 6]	На організм діють змінним магнітним полем частотою 40,68 МГц або 27,12 МГц. Це відповідає довжині хвилі від 1 до 10 м. Здійснюється за допомогою конденсаторних пластин, розташованих поперечно або поздовжньо. Індуктор з налаштованим контуром встановлюють контактено на шкіру пацієнта.	Для лікування запальних захворювань в ділянці обличчя: гайморит, отит, а також пневмонії.
Мікрохвильова терапія – метод фізіотерапії, заснований на використанні надвисокочастотної енергії електричного поля з магнітною складовою. [5; 6]	Здійснюється за допомогою НВЧ-коливань. Сантиметровхвильовий діапазон з частотою 2375 МГц та дециметровхвильовий діапазон з частотою 450 МГц. Мікрохвилі концентрують в паралельні пучки за допомогою рефлекторів-випромінювачів та отримують локальну дію.	Підвищує проникність капілярів, активізує окисно-відновні процеси, підвищує синтез гормонів, чинить стимулюючий вплив на нервову систему.
Міліметровхвильова терапія – метод фізіотерапії, заснований на використанні міліметрового електромагнітного випромінювання [5; 6]	Застосовують міліметрові хвилі від 1 до 10 мм з частотою від 3 до 300 ГГц. Використовуються штучні КХЧ-сигнали, що нормалізують каркас клітини. Впливають на біологічно активні точки.	Має регенеративний, протизапальний, протинабряковий, розсмоктуючий ефект.

1.2 Апарати для магнітотерапії

Існує багато приладів для магнітотерапії, що працюють за різними принципами і мають різну функціональність, форму і розміри випромінювачів. В даний час в країнах СНД серійно виробляється апарат «Полюс-1» [1], розроблений під ВНІІМП. Апарат призначений для місцевого лікувального впливу односпрямованим низькочастотним змінним магнітним полем. «Полюс-1» має три види індукторів: з П-подібним та прямим

сердечниками і порожнинний індуктор. Лікування проводять за допомогою одного або двох змінних індукторів, що встановлюються поперечно або поздовжньо. Регулюють магнітну інтенсивність 4 ступенями. Індукція магнітного поля (МП) 25-35 мТл. МП швидко згасає і на відстані 5-6 см від індуктора майже відсутня. Апарат працює в безперервному і переривчастому режимах, форма вихідного сигналу синусоїда, що звужує сферу застосування. Інший апарат - «Полюс-101» призначений для впливу змінним магнітним полем на кінцівки. Індуктори до нього виконані у вигляді двох соленоїдів. Один з них індукує змінне магнітне поле частотою 700 Гц, інший частотою 1000 Гц. Максимальна індукція в центрі соленоїда становить 1,5 мТл, біля його внутрішніх стінок – 2,5 мТл. На кожному наступному ступені індукція збільшується на 25%, як і в апарата «Полюс-1», вихідний сигнал - синусоїда, ще одним недоліком апарату є його вага - 12,5 кг.

З літературних джерел відомо, що в Україні створено зразок апарату «ЕЯ», що генерує магнітне поле від 2,5 до 10 мТл. Розроблена установка "УМТ-1" для створення магнітного поля 5-30 мТл і частоти 1-100 Гц; генератор імпульсного магнітного поля "Алімп-1" і "Звезда-3", індукція магнітного поля 0,05-2,5 мТл, частота проходження імпульсів 1-1000 Гц [4].

Актуальною є задача створення портативного універсального магнітотерапевтичного апарата, призначеного для лікувального впливу на організм людини низькочастотним ЕМП в домашніх умовах, за рекомендацією лікаря. На кафедрі фізичної та біомедичної електроніки Національного технічного університету України «КПІ» був розроблений апарат для магнітної терапії – магнітостимулятор «МС-92М» [5], основна відмінність і перевага даного апарата від конкурентів полягає в тому, що існує можливість вибору вихідного сигналу з 16 запропонованих. Можна взаємодіяти як постійним, так і змінним магнітним полем, що розширює сферу застосування. «МС - 92М» був взятий за основу при розробці нового апарата – магнітостимулятора «МС-2012». Він призначений для терапевтичного впливу на організм людини постійним і змінним магнітним

полем індукцією 5-30 мТл та частотою 0 - 100 Гц. Прилад має два індуктори з діаметром робочої поверхні 36 мм. Портативність та електробезпека приладу дозволяють лікувати хворих не тільки в умовах стаціонару, але і в амбулаторно-клінічних мережах, на дому. Процеси терапевтичного лікування організму за допомогою МП, дослідження адресного транспортування магнітних наночастинок ставлять перед такими приладами ряд вимог, які автори постаралися виконати у пропонованій конструкції. Таке рішення передбачає використовувати дані прилади як для лікування, так і для дослідних робіт.

Важливими параметрами для апаратів даного класу є, зокрема, величина вихідного сигналу, його форма, тривалість, скважність, стабільність в діапазоні частот від 0 до 100 Гц, при мінімальній споживаній апаратом потужності, масі і габаритних розмірах, а також собівартості виробів. Це визначає умови широкого впровадження апаратів в практичну медицину та їх конкурентоспроможність на ринку виробів медичної техніки. При створенні МС-2012 були проаналізовані та враховані як сильні сторони (універсальність) так і недоліки МС-92М.

Основні переваги МС-2012:

- сучасна елементна база;
- малі габарити, вага, мала споживана потужність;
- значно зменшені лінійні спотворення сигналів на виході апарату;
- використовуються польові транзистори, включені за напівмостовою схемою з кусково-поступальним накачуванням, замість біполярних транзисторів, включених за схемою емітерного повторювача (МС - 92М);
- застосовано зворотний зв'язок, що дає можливість постійного контролю і коригування вихідного сигналу щодо «еталонного» тобто записаного в пам'яті МК з урахуванням коефіцієнта підсилення;
- застосування мікроконтролера (МК) дозволяє:
- підключити МС до ПК і таким чином проводити управління системою;

- задавати сигнали і їх параметри;
- незалежно керувати каналами;
- виводити інформацію на дисплей;
- отримувати коливання будь-якої частоти, форми (скважності);
- подавати різні сигнали на канали зі зсувом по фазі (з різною фазою, частотою, амплітудою).

На рис. 1.2 представлена блок-схема магнітостимулятора.

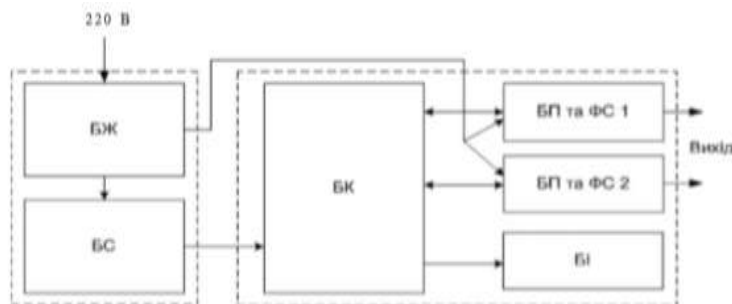


Рисунок 1.2– Блок схема магнітостимулятора МС-2012

Він складається з блока живлення (БЖ) 1, блока стабілізації (БС) 2, блока керування (БК) 3, блока підсилення і формування сигналу (БП та ФС) 4, блока індикації (БІ) 5.

Умовно блок схему можна поділити на 2 частини: аналогову і цифрову. До аналогової відноситься блок живлення та стабілізації. Цифрова відповідає за формування сигналів, їх підсилення, а також установку і контроль параметрів потужності, частоти і часу. В якості блока живлення (1) застосовується імпульсний двополярний блок з напругою живлення ± 24 В. Вихідна напруга з блоку живлення подається на блок стабілізації (2), який використовується безпосередньо для стабілізації напруги, а також для отримання двох додаткових напруг ± 12 і ± 5 Вольт для живлення мікроконтролера і підсилювача. Основною частиною блоку керування (3) є мікроконтролер, в якості якого обрано 8-розрядний мікроконтролер. Після подачі напруги на МК відбувається ініціалізація системного мікрокоду, а також опитування портів МК і складових частин магнітостимулятора. Якщо процедура завершилася без помилок, відбувається запуск керуючої програми,

яка запропонує нам вибрати тип імпульсу, його потужність, частоту і час процедури. Для контролю та візуалізації процесу служить блок індикації (5), який представлений цифровим буквеночисловим табло. Формування і підсилення вихідного сигналу, заданого в МК, відбувається в блоці підсилення і формування сигналу (4).

На рис. 1.3 представлена функціональна схема магнітостимулятора для одного каналу.

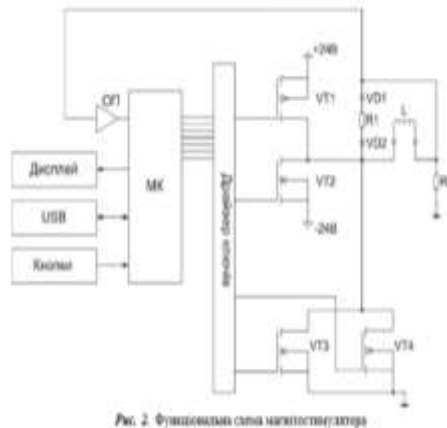


Рис. 2. Функціональна схема магнітостимулятора

Рисунок – Функціональна схема магнітостимулятора МС-2012

На шунті И2, встановленому у вихідний каскад, вимірюється рівень струму на індукторі Ї, і потім за допомогою зворотного зв'язку з МК відбувається порівняння значення вихідного сигналу з заданим, з урахуванням необхідних коефіцієнтів. Якщо значення нижче, з МК подається сигнал на драйвер ключів, і відкривається транзистор VT1 або VT2 (в залежності від полярності сигналу: VT1 - додатня складова, VT2 - від'ємна складова) - включається ланцюг накачування, значення піднімається до необхідного рівня, ключі закриваються. Коли подається сигнал на VT3 або VT4 (в залежності від полярності сигналу VT3 - додатня складова, VT4 - від'ємна складова), то включається ланцюг утримання. Зворотний зв'язок дозволяє відстежувати форму сигналу, і таким чином, відбувається постійний контроль вихідного сигналу, що забезпечує високу точність повторення заданого імпульсу. Оскільки до апарату підключається два випромінювачі, використовується два незалежних блоки підсилення. Формування сигналу на

низькій частоті відбувається за допомогою двох ланцюгів закачування (VT1, VT2) та утримання (VT3, VT4). При підвищенні частоти, щоб уникнути спотворення сигналу, необхідно підключити додатково ланцюг розряду, який представлено двома зустрічно включеними стабілітронами VB1, VB2. Резистор ЯІ в ланцюзі розряду призначений для розсіювання надлишкової потужності, накопиченої в індукторі. Головною особливістю в схемному вирішенні при побудові МС-20І2 є використання для підсилення польових транзисторів, включених за напівмостовою схемою з кусково-поступальним накачуванням, замість біполярних транзисторів, включених за схемою емітерного повторювача (МС-92М), така схема дозволяє уникнути використання великих і масивних радіаторів, має високий ККД.

Розглянемо основні прилади для магнітотерапії на прикладів апаратів «Маг-30», АМТ-01 «Магнітер» та «АЛИМП-1». Найпростішим з вищезгаданих апаратів є апарат «Маг-30». Він призначений для терапії синусоїдальним магнітним полем.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики апарату «Маг 30»

Частота мережі змінного струму, Гц	50±5
Напруга мережі, В	
Амплітуда магнітної індукції, мТл	30±9
Споживана потужність від мережі, В А	
Габаритні розміри апарату, мм	
Маса апарату, кг	

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики апарату «Магнітер»

Частота мережі змінного струму, Гц	50±5
Напруга мережі, В	
Амплітуда магнітної індукції, мТл:	
при синусоїдній формі струму І	10±2,5
при синусоїдній формі струму ІІ	30±7,5
при пульсуючій формі струму І	13±3,25
при пульсуючій формі струму ІІ	37,5±9,34
Споживана потужність від мережі, В А	
Габаритні розміри апарату, мм	
Маса апарату, кг	
Клас електробезпеки	ІІ

Апарат для магнітотерапії АМТ-01 «Магнітер» призначений для впливу на різні ділянки тіла людини змінним та постійним магнітним полем.

Апарат призначений для поліпшення кровообігу і метаболічних процесів в різних органах і системах; використовується для протинабрякового, знеболюючого, стимулюючого регенерацію тканин організму впливу.

Найбільш складним є апарат «АЛІМП-1»—призначений для лікування імпульсним біжучим магнітним полем.

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики апарату «АЛІМП-1»

Частота мережі змінного струму, Гц	50±5
Напруга мережі, В	220±
Амплітуда магнітної індукції, мТл:	5,0±1,2; 1,5±0,5
Частота біжучого магнітного поля, Гц	
Регулювання магнітної індукції від номінального значення, %	
Споживана потужність від мережі, В А	
Габаритні розміри апарату, мм	
Маса апарату (з індукторами), кг	
Клас електробезпеки	ІІ,

З проведеного огляду літератури можна зробити висновок, що для широкого спектру використання доцільно вибрати низькочастотну терапію магнітним полем. Розглянувши технічні характеристики аналогів та їх фізіотерапевтичні можливості розробимо технічне завдання на проектування.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ

2.1 Електромагнітні поля і людський мозок

Учені Об'єднаного інституту фізики Землі ім. О.Ю. Шмідта РАН досліджували вплив фізичних полів різної природи (в основному – електромагнітних) на поведінкові реакції живих організмів, а тому числі людей. Слабкі (фонові) атмосферне електричне і геомагнітне поля, що постійно діють на земні істоти, мінливі: вони мають річні, добові та інші коливання. Але їх наявність і варіації такі звичні, що, як правило, непомітні, хоча параметри коливань природних електричного і магнітного полів неоднозначні і мають широкий діапазон значень. Наприклад, амплітуда (в даному випадку відхилення від середнього значення) напруженості електромагнітного поля особливо велика на частоті від 1 Гц до 20 кГц, причому спостерігаються резонанси (різкі її зміни) на частотах 8-10, 16-17, 20-24 Гц.

Примітно, що ці частоти близькі до частот основних ритмів людського мозку, а також інфразвуку, який, на думку багатьох учених, впливають на підсвідомість людини (цим, зокрема, пояснюють випадки несвідомого жаху, що охоплює іноді моряків, оскільки одним з природних джерел інфразвуку служить хвилювання на морі). Численними дослідженнями встановлено, що зазначений збіг частот грає важливу роль: зміни з такою частотою електричних і магнітних полів здійснюють несприятливий вплив на людину.

Останніми роками учені з'ясували, які мають бути відхилення фізичних полів від стабільного стану, щоб вони відчувалися так само, як, наприклад, магнітні бурі окремими людьми. При цьому виявився дивовижний факт: фізичні характеристики природних «шкідливих» полів відрізняються від «нормальних» майже невловимо. Проте прояв дуже малих змін відразу

декілька навіть слабких полів (електричного, магнітного, механічного - скажімо, атмосферного тиску - та інше.) може робити помітний вплив, якщо їх дії співпадають з ритмами фізіологічних процесів.

Спеціальні експерименти по моделюванню природних фізичних полів виявили ще один дивовижний факт: електромагнітний і механічні (наприклад, вібрації) поля широкому діапазоні частот (від наднизьких до надвисоких) діють на живі організми ідентично. Встановлено, що дія електромагнітних полів на поведінкові реакції носить імовірнісний характер і виявляється у різних організмів різним чином.

Розглядалися і різні способи захисту людей від дії фізичних полів. Тим часом подальше вивчення їх явищ на життєві процеси переконало учених в тому, що екранувати житло і робочі місця від цих полів можна, але не потрібно. Дослідження показали: визначене для кожного екранування слабких змінних природних полів порушує функціонування організму. Виявилось, що для підтримки нормальних функціональних і психічних процесів постійна дія слабких природних полів і їх, змін, що важко фіксуються, необхідно (до того ж відгородитися одним екраном від всіх полів неможливо).

У зв'язку з цим висловлена наступна гіпотеза: нейронні структури мозку, беруть участь в управлінні життєдіяльності людини, функціонують завдяки обміну енергією і речовиною з його організмом і зовнішнім середовищем. Вони безперервно сприймають складну «мелодію» геофізичних полів. Її варіації сприяють нормальному ходу фізіологічних процесів, а в «аномальних» полях включаються механізми адаптації, залежні від фізіологічного і психологічного стану організму. Нейронні структури різного рангу контролюють відповідно підсвідому і свідому діяльності людини. У нижчих структурах, можливо, зосереджена інформація про параметри зовнішнього середовища. Якщо це так, то, впливаючи на організм слабкими зовнішніми полями (у часі), можна буде впливати на роботу його нервової системи. Це вельми перспективний напрям досліджень, результати

яких зараз навіть важко передбачати і оцінити. Сьогодні очевидна їх важливість, наприклад, для підготовки космонавтів до тривалих польотів, в ході яких вони нерідко відчувають вплив космосу або відсутність дії звичних земних фізичних полів. Поки що космонавти мешкають на орбітальній станції обмежений час. Але в планах авіаційно-космічних агентств передбачається споруда на Місяці і Марсі наукових баз, житлових комплексів. Для комфортного існування там людей в умовах фізичних полів, відмінних від земних, це новий науковий напрям дозволить отримати необхідні дані.

Магнітне поле - це особливий вид матерії, специфічною особливістю якої є дія на рухомий електричний заряд. Історія магнетизму прийшла до нас ще з глибокої старовини, до античних цивілізацій Малої Азії. Саме на території Малої Азії, в Магнезії, знаходили гірську породу, зразки якої притягувалися один до одного. За назвою місцевості такі зразки і стали називати "Магнетик". В 1845 році М. Фарадей ввів термін магнітне поле. Існування магнітного та електричного поля доводить факт наявності електромагнітних хвиль [1]. Так само як і електричне поле магнітне поле в свою чергу є одним з проявів електромагнітного поля. Характерна властивість магнітного поля полягає в тому, що воно діє на рухомі заряди електричного струму. Нерухомі заряди не створюють магнітного поля. Магнітне поле для біологічних об'єктів дуже важливе, тому що вони знаходяться в полі постійно, не відчуваючи його впливу. Більша активність магнітного поля спостерігається на ембріонах і організмах, які розвиваються ніж на уже сформованих організмах і викликає генетичні ефекти. Біологічна дія магнітного поля уже доведена, але досі залишаються не зрозумілим механізм його дії та залежність від таких факторів, як інтенсивність, час впливу поля, функціональний стан та вік біологічного об'єкту. Відомо, що при досліджах зі зміною напруженості магнітного поля, виникають незворотні процеси у внутрішніх органах та їх системах.

2.2 Основні матеріали дослідження.

Джерела магнітного поля діляться на два типи – природні та штучні. До природних джерел відносять Землю, Сонце, та ін. Якщо ж говорити про штучні джерела, то це різноманітні промислові об'єкти створені людиною. Одним із головних природних джерел є магнітне поле землі. Воно являє собою один із компонентів електромагнітного поля землі в якому і відбувається ріст та розвиток біологічних видів. Це поле створюється завдяки руху металевого електропровідного та твердого ядра самої планети. Джерелом різкої зміни магнітного поля Землі є Сонце, тобто різке збільшення сонячної активності, яка виникає в результаті взаємодії частинок сонячної речовини, що вилітають з Сонця з великою швидкістю в бік Землі.. Таке явище має назву магнітної бурі і є небезпечним для всіх біологічних об'єктів. Сильні зміни напруженості магнітного поля Землі призводять до погіршення роботи серцево-судинної системи, загального погіршення здоров'я та сприяють підвищенню смертності у біологічних об'єктів [2]. У разі рівномірного магнітного поля весь організм відчуває практично рівномірний вплив. У разі градієнтного поля його вплив поступово посилюється від однієї сторони біологічного об'єкта до іншого. У таблиці 1 представлений ряд можливих взаємодій, які, за сучасними уявленнями, грають важливу роль в біофізичних механізмах біологічної дії магнітних полів. Однак в літературі наведено мало прямих доказів, які свідчать про значущість кожного із зазначених механізмів. У разі неоднорідних полів парамагнітні частинки можуть притягатися до сильнішого полю, а діамагнітні - до слабкішого полю; це явище неможливо в полях з рівномірним розподілом магнітної енергії. У разі впливу змінних магнітних полів "непрямі" ефекти можуть бути викликані електричним струмом, індукованим магнітним полем. Магнітні поля бувають постійні (або стаціонарні) та змінні. Магнітне поле буде постійне, якщо значення вектора

магнітної індукції в кожній його точці не змінюється з часом. Таке поле існує навколо нерухо82 мого провідника з постійним струмом або навколо нерухомого магніту. Характерними властивостями постійного магнітного поля є те, що воно: - створюється рухомими зарядженими частинками та тілами, провідниками зі струмом, постійними магнітами; - діє на рухомі заряджені частинки та тіла, на провідники зі струмом, на постійні магніти, на рамку зі струмом; - має вихровий тип, тобто не має джерела. Крім вище згаданого розподілу магнітні поля також діляться на однорідні і неоднорідні. Якщо магнітні лінії розташовуються паралельно один одному та їх густина однакова, то в цьому випадку говорять, що магнітне поле є однорідним. Якщо, навпаки, це не виконується, тобто густина різна, а лінії викривлені, то таке поле буде називатися неоднорідним [3]. Однорідне магнітне поле - це поле, яке зустрічається всередині котушки з великим числом витків або всередині прямолінійного, смугового магніту. Магнітне поле поза смугового магніту - це поле неоднорідне. Для порівняння цих полів слід зазначити, що сила яка діє в різних місцях на об'єкт для неоднорідного поля різна, а для однорідного однакова, як за модулем так і за напрямком. Якщо ж порівнювати магнітні лінії, то в неоднорідному магнітному полі вони мають викривлених характер та різну густину, на відміну від однорідного магнітного поля для якого характерна паралельність магнітних ліній та однакова густина. Розглянемо вплив постійного магнітного поля на біологічні об'єкти. Будь - які фізіологічні ефекти можна отримати тільки при перевищенні рівня напруженості геомагнітного поля в тисячу разів. Порогова чутливість організму до постійного магнітного поля складає 8 мТл. Первинними фізичним процесами при дії постійного магнітного поля на організм можуть бути: 1) магнітогідродинамічне гальмування циркуляції крові та інших рідин. У біологічних рідинах, що представляють собою провідники, при русі в магнітному полі виникають індукційні струми, які гальмують рух провідника; 2) при проходженні електричних імпульсів по нервовому волокну на них діє сила Ампера, під впливом якої волокно

зміщується і згинається, з'являється струм самоіндукції, що гальмує розподіл імпульсу по волокну, внаслідок чого змінюється форма імпульсу; 3) багато молекул мають магнітний момент. У магнітному полі на молекулу з магнітним моментом буде діяти механічний момент, який орієнтує молекулу в певному напрямку. Зміна орієнтації біологічно активних молекул в розчинах відбивається на кінетиці біохімічних реакцій і проникності клітинних мембран; 4) на кожен електрон, що рухається в провіднику з струмом, поміщений в магнітне поле, діє сила Лоренца, що викликає зміщення електрона. В результаті потік електронів притулиться до однієї грані провідника і зарядить її негативно, одночасно інша грань зарядиться позитивно і виникне різниця потенціалів. Це явище називається ефектом Холла і спостерігається в кровоносних судинах; 5) зовнішнє магнітне поле змінює власне магнітне поле живого організму. Практичного застосування змінне магнітне поле набуло в імпульсній та високочастотній магнітотерапії [4]. Необхідно відзначити, що застосування у ветеринарній практиці індуктотермії обмежена внаслідок складності проведення дозиметрії. Величину магнітного зв'язку індуктора з тканинами тварини яку оброблюють визначити важко, тому неможливо визначити енергію коливань, поглинену тканинами. У медицині для цього використовують суб'єктивний показник - відчуття пацієнта

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для розробки структурної схеми розглянемо варіанти реалізації приладів для магнітотерапії. Структурна схема апарату «Алімп» наведена на рис. 3.1. Фактично прилад містить генератор сигналів, який задає форму вихідної напруги, перемикач між індукторами, формувач вихідної напруги на індуктори та самі електроди – індуктори.

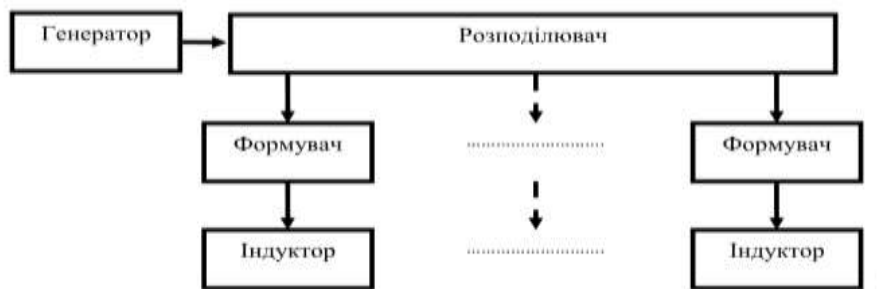


Рисунок 3.1 – Структурна схема апарату «Алімп»

Апарат забезпечений комплектом індукторів 3-х типів. При синусоїдальній формі струму напруга подається безпосередньо на котушку 1. При цьому на робочій поверхні апарату створюється змінне магнітне поле частотою 50 Гц з потужністю магнітного поля, що наближається до синусоїдальної. При пульсуючій формі струму напруга мережі подається на котушку через випрямляючий діод, при цьому на робочій поверхні апарату створюється пульсуюче магнітне поле частотою 50 Гц.

Аналіз літератури показує, що схема представлена на рис. 3.1 є узагальненою структурною схемою приладів для магнітотерапії.

Формувач призначений для одержання струму певної форми в індукторах і в самому найпростішому випадку може містити перетворювач виду струму живлення індуктора у вигляді випрямного діода. Як правило, до складу формувача входить підсилювач потужності.

Кінцеве коло призначене для формування магнітного поля і являє собою індуктор або набір індукторів, виконаних у вигляді електромагнітів, соленоїдів, плоских котушок індуктивності.

Складемо свою структурну схему приладу для магнітотерапії (рис.3.2).

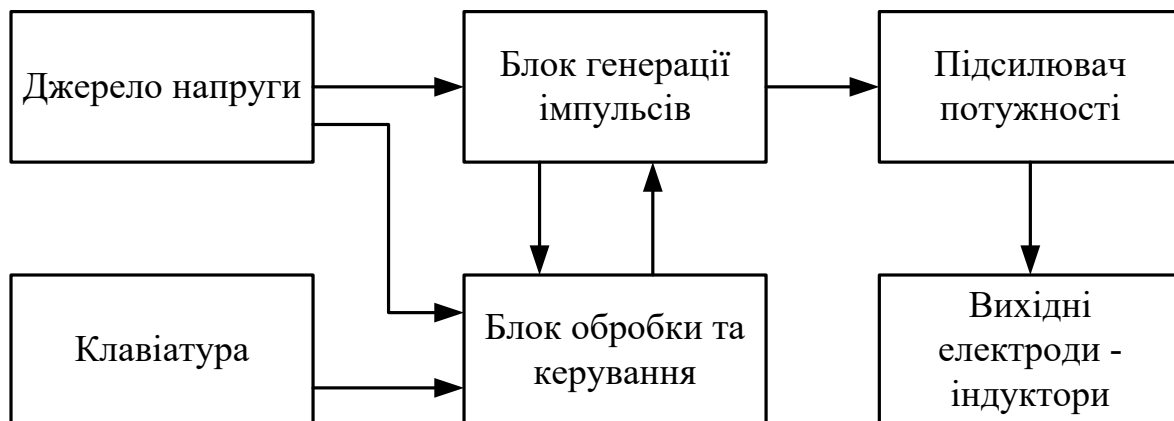


Рисунок 3.2 – Структурна схема приладу для магнітотерапії

Живлення апарату може відбуватися як від мережі так і від портативних акумуляторів. Блок керування представлений мікроконтролером, який одночасно дозволяє реалізувати на його базі і генератор імпульсів. Мікроконтролер керує вибором режиму роботи, сигналізацією.

Апарат містить підсилювач потужності, з'єднаний з індуктором, підсилювач потужності виконаємо на польовому транзисторі, затвор якого через драйвер з'єднаний з виходом мікроконтролера, стік – з нулем живлення, а джерело – з виводом обмотки котушки індуктора, інший вивід якого з'єднаний із шиною живлення, паралельно обмотці включений діод у напрямку, зворотному до шини живлення.

Неперервне магнітне поле виявляє седативну дію, а імпульсне – збудливу, стимулюючу дію. Таке поле забезпечує односпрямовані електродинамічні сили, які діють на заряджені частки, переміщаючи їх. Це дозволяє активізувати в організмі процес дифузії, метаболізму, підвищує функціональну активність окремих органів і організму в цілому.

РОЗДІЛ 4

РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПРИЛАДУ

4.1 Вибір мікроконтролера блоку керування

Оскільки мікроконтролер у нас виконує функції керування пристроєм, то оберемо його по низькій вартості та низькому енергоспоживанню. Візьмемо 8 бітний контролер Attiny2313.

Вибір частотного діапазону впливу обумовлений тим, що частоти від 4 до 16 Гц є діапазоном біологічно активних частот організму людини.

Attiny2313 – 8 бітний КМОП мікроконтролер з AVR RISC архітектурою. Виконуючи команди за один цикл, Attiny2313 досягає продуктивності 1 MIPS при частоті генератора, 1 МГц, що дозволяє розроблювачеві оптимізувати відношення споживання до продуктивності. Має низьке енергоспоживання.

AVR ядро поєднує багату систему команд і 32 робочих регістру загального призначення. Усі 32 регістру безпосередньо пов'язані з арифметико-логічним обладнанням (АЛУ), що дозволяє одержати доступ до двох незалежних регістрів при виконанні однієї команди. У результаті ця архітектура дозволяє забезпечити в десятки раз більшу продуктивність, ніж стандартна CISC архітектура.

Attiny2313 має наступні характеристики:

- 2 КБ програмувальної в системі Flash пам'ять програми,
- 128 байтну EEPROM пам'ять даних,
- 128 байтне SRAM (статичне ОЗУ),
- 18 ліній введення - висведення загального застосування,
- 32 робочих регістри загального призначення,
- однопровідний інтерфейс для вбудованого отладчика,
- два гнучкі таймери/лічильника зі схемами порівняння,
- внутрішні й зовнішні джерела переривання,
- послідовний програмувальний USART,

універсальний послідовний інтерфейс із детектором стартової умови, програмувальний сторожовий таймер з вбудованим генератором і три режими зниженого споживання. Це дозволяє дуже швидко запустити мікропроцесор, зберігаючи при цьому в режимі бездіяльності потужність.

Attiny2313 підтримується різними програмними засобами й інтегрованими засобами розробки, такими як компілятори C, макроасемблери, програмні отладчики/симулятори, внутрішньосхемні емулятори й ознайомлювальні набори.

Характеристики:

120 команд, більшість яких виконується за один тактовий цикл

32 8 бітних робочих регістру загального застосування

Повністю статична архітектура

ОЗУ й енергонезалежна пам'ять програм і даних

2 КБ самопрограмувальної в системі Flash пам'яті програми, здатної витримати 10 000 циклів запису/стирання

128 Байт програмувальної в системі EEPROM пам'яті даних, здатної витримати 100 000 циклів запису/стирання

128 Байт вбудованої SRAM пам'яті (статичне ОЗУ)

Програмувальний захист від зчитування Flash пам'яті програми й EEPROM пам'яті даних

Характеристики периферії

Один 8- розрядний таймер/лічильник з окремим предделителем

Один 16- розрядний таймер/лічильник з окремим предделителем, схемою порівняння, схемою захоплення й двома каналами ШИМ

Вбудований аналоговий компаратор

Програмувальний сторожовий таймер із вбудованим генератором

USI - універсальний послідовний інтерфейс

Вбудований відкалібрований генератор

18 програмувальних ліній уведення - висновку

20 вивідний PDIP, 20 вивідний SOIC і 32 контактний MLF корпуса

0.5 мкА при напрузі живлення 1.8 В

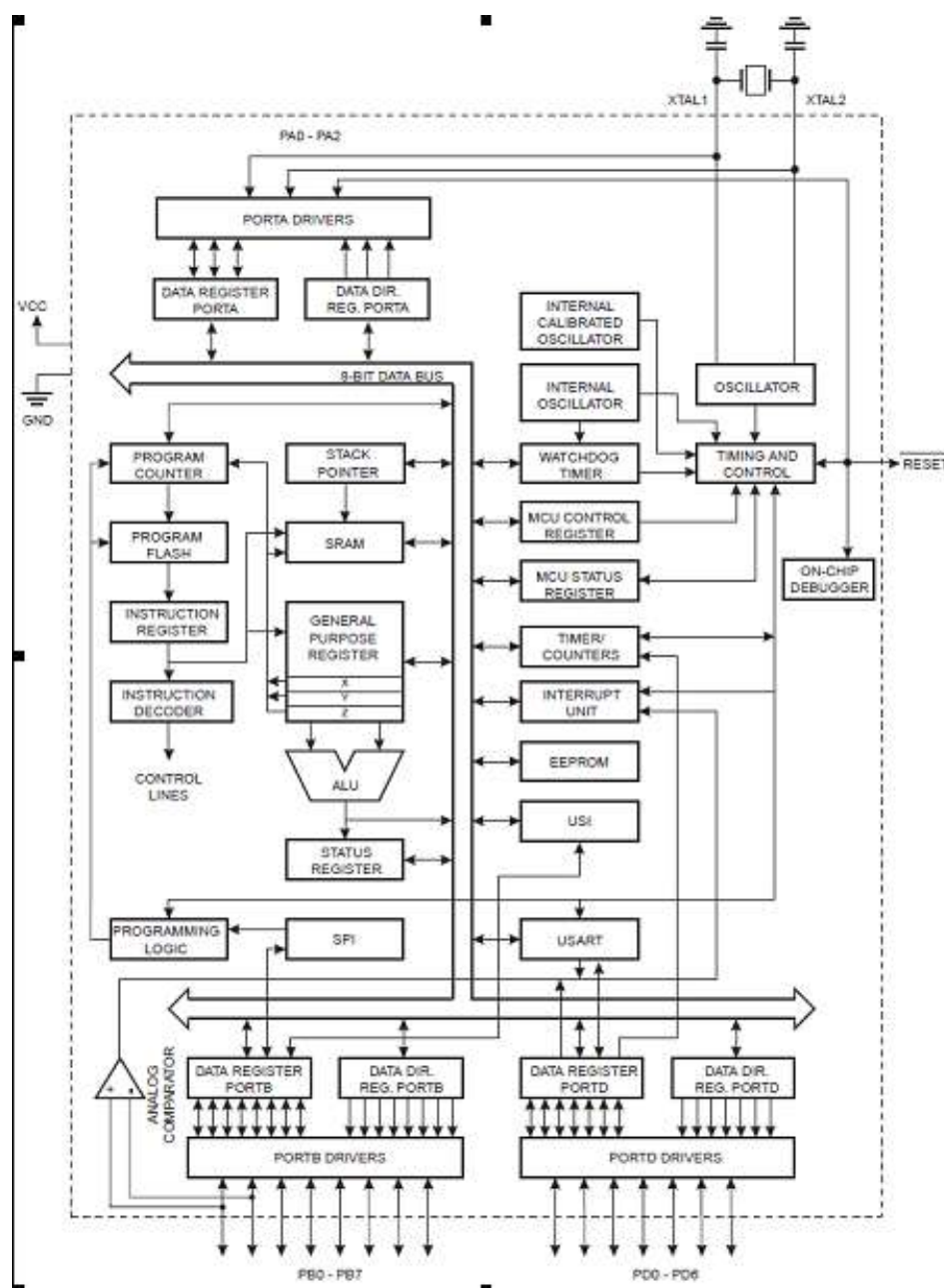


Рисунок 4.1 – Блок схема і схема включення мікроконтролера



Рисунок 4.2 – Розташування виводів мікроконтролера

Опис виводів

VCC "Цифрова" напруга живлення

GND "Земля"

Port A (PA2..PA0) 3- бітний двунаправлений порт введення/вивода із внутрішніми навантажувальними резисторами.

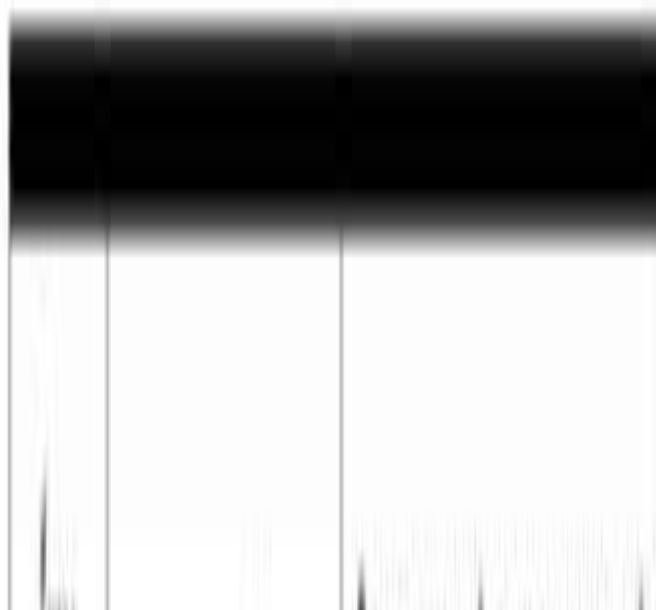
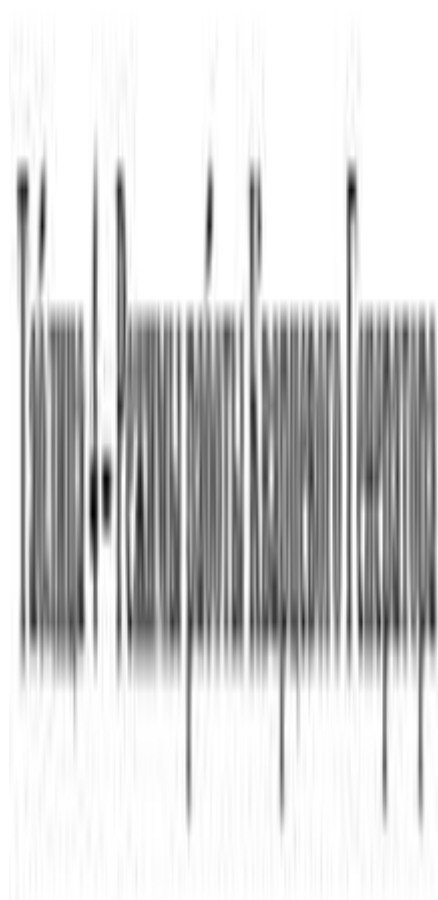
Port B (PB7..PB0) 8- бітний двунаправлений порт введення/вивода із внутрішніми навантажувальними резисторами.

Port D (PD6..PD0) 7- бітний двунаправлений порт введення/виведення із внутрішніми навантажувальними резисторами.

RESET Вивід скидання контролера.

PA2 і XTAL1 вхід підсилювача, що інвертує, і вхід для внутрішньої схеми тактового генератора.

PA0, XTAL2 вихід підсилювача, що інвертує, генератора.



Для створення бігучого поля необхідно мати генератор прямокутних імпульсів, який синтезуємо на мікроконтролері. Частота тактового генератора зовнішнього – 4 МГц. В генераторі вбудовано сторожовий генератор з частотою коливань 128 кГц. Також контролер дозволяє проводити ділення частоти з максимальним коефіцієнтом ділення 256. Тоді частота генерації буде становити 500 Гц. Для магнітотерапії частотний діапазон впливу повинен бути в межах 4 – 30 Гц. Використаємо ще одне ділення частоти на 64 та отримаємо частоту імпульсів на виході генератора 7,81 Гц, що нам підходить.

4.2 Розрахунок блоку живлення

Розрахуємо однофазний випрямляч (рис. 4.3).

На вхід первинної обмотки трансформатора підводиться напруга 220 В, частотою 50 Гц.

Середнє значення випрямленого струму $I_0 = 0,5$ А,

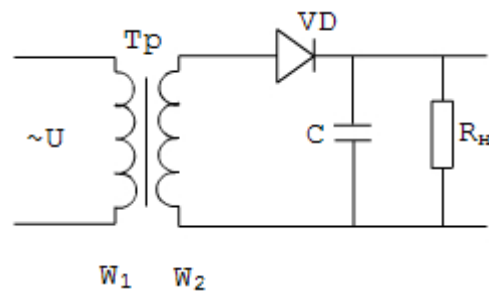


Рисунок 4.3 – Схема однофазного випрямлення напруги

Розрахуємо T для частоти f ($f = 50$ Гц):

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ c}^{-1}} = 0.02 \text{ c}$$

За законом Ома, знайдемо значення опору навантаження (R_H):

$$R_H = 5 / 0,5 = 10 \text{ Ом.}$$

Потужність споживання навантаженням:

$$P_H = UI = 0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ Вт.}$$

частота пульсацій ($f_{П(1)}$):

$$f_{П(1)} = m_2 \cdot p \cdot f_1 ,$$

де: m_2 - число фаз вторинної обмотки трансформатора, $m_2 = 1$;

p — тактність випрямляча, $p = 1$;

f_1 — частота мережі, $f_1 = 50$ Гц.

$$F_{П} = 50 \text{ Гц.}$$

Розрахуємо середнє значення випрямленого струму [1]:

$$I_{ср.в} = \frac{I_0}{p \cdot m_2} = 0,5/1 = 0,5 \text{ А.}$$

Кількість випрямних діодів:

$$m = \frac{I_0}{I_{ср.дон}} = 1.$$

Діоди випрямлячів вибираються за двома параметрами:

$U_{зв. макс.}$ — максимально допустима зворотна напруга;

$I_{пр. макс.}$ — максимально допустимий прямий струм.

$$U_{зв. макс.} = 1,05 \cdot 1,2 \cdot U = 7,85 \text{ В,}$$

$$I_{пр} = I_{ср} = I_n = 0,5 \text{ А.}$$

Виберемо діод

Визначимо струм вторинної обмотки I_{2m} :

$$I_0 = \frac{1}{T} \cdot \int_0^{T/2} I_{2m} \cdot \sin \omega t \cdot dt = \frac{I_{2m}}{T} \cdot \frac{\cos \omega t}{\omega} \Big|_0^{T/2} ,$$

$$I_{2m} = \frac{I_0 \cdot T \cdot \omega}{\cos \omega T / 2}$$

$$I_{2m} = 0,5 \cdot 0,02 \cdot 314 / \cos(314 \cdot 0,02 / 2) = 3,14 \text{ А.}$$

$$I_2 = \frac{I_{2m}}{\sqrt{2}} = 3,14 / 1,7 = 0,89 \text{ А.}$$

Напруга вторинної обмотки трансформатора:

$$U_2 = 10 \cdot 3,14 = 31,4 \text{ В.}$$

$$U_{m1} = \frac{U_{m2}}{2} = 1.57 \cdot U_0 = 1.57 \cdot 5 = 7.85 \text{ В.}$$

U_{m1} – амплітуда першої гармоніки у вторинній обмотці.

коефіцієнт трансформації:

$$k_{\Pi} = \frac{U_{m1}}{U_0} = 1.57$$

Струм первинної обмотки

$$I_{m1} = 0.025 \text{ А.}$$

Типова потужність трансформатора P_T визначається як

$$P_T = U_{m1} \cdot I_{m1} \cdot k_{\Pi} = 7.85 \cdot 0.025 \cdot 1.57 = 0.31 \text{ Вт} \quad (4.1)$$

Потужність із первинної обмотки у вторинну передається через магнітний потік у магнітопровід. Площа поперечного перерізу магнітопроводу осердя трансформатора залежить від потужності та зростає при її збільшенні. Для осердя зі трансформаторної сталі площа поперечного перерізу S розраховується за емпіричною формулою

$$S = \sqrt{\frac{P_T}{1.5}} \quad (4.2)$$

$$S = 3.31 \text{ см}^2 \quad (4.3)$$

Вхідний струм трансформатора

$$I_1 = S/U = 3.31/220 = 0.015 \text{ А.}$$

Потужність первинної обмотки трансформатора: $P = UI = 0.015 \cdot 220 = 3.31$ Вт.

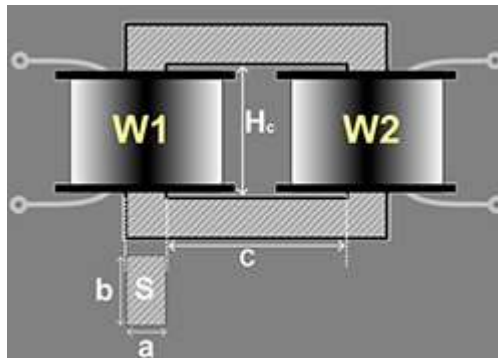
Потужність вторинної обмотки: 28 Вт.

Типова потужність трансформатора:

$$P_T = \frac{P_1 + P_2}{2} = 15.65 \text{ Вт.}$$

Розрахунок параметрів трансформатора проведемо за допомогою онлайн калькулятора (рис. 4.4).

ТРАНСФОРМАТОР



$U_1 = 220 \text{ [В]}$ -
 $U_2 = 35 \text{ [В]}$ -
 $I_1 = 0.2557 \text{ [А]}$
 $I_2 = 1.366 \text{ [А]}$
 $S_1 = 56.25 \text{ [В*А]}$
 $S_2 = 47.81 \text{ [В*А]}$

Осердя

$S = 6 \text{ [см}^2\text{]}$ - Площа осердя
 $a = 3 \text{ [см]}$ - Ширина пластин
 $b = 2 \text{ [см]}$ - Товщина пакета пластин
 $H_c = 8 \text{ [см]}$ - Висота стержня
 $C = 3 \text{ [см]}$ - Ширина вікна

Переріз проводу: (щільність струму = $3.9 \text{ [А]} \text{ на } \text{мм}^2$)

$s_1 = 0.065564 \text{ [мм}^2\text{]}$
 $s_2 = 0.350256 \text{ [мм}^2\text{]}$

діаметр проводу:

$d_1 = 0.29 \text{ [мм]}$
 $d_2 = 0.67 \text{ [мм]}$

Характеристики проводів

Без ізоляції діаметр проволоки, [мм]	Переріз проволоки, [мм ²]	Максимальний діаметр проводу з ізоляцією, [мм]		
		ПЭЛ	ПЭВ-1, ПЭМ-1, ПЭЛР-1, ПЭВТЛ-1	ПЭВ-1, ПЭМ-1, ПЭЛР-1, ПЭВТЛ-1
0.3	0.0706	0.326	0.33	0.335
0.67	0.353	0.71	0.715	0.73

Площа обмотки, [мм ²]			
Q ₁ W ₁ - обмотка	140	144	148
Q ₂ W ₂ - обмотка	106	107	112
Q _{общ} = Q ₁ + Q ₂	246	251	260

Q_о = 2400 [мм²] - Площа вікна трансформатора (Q_о = Нс * С)

Кількість витків:

W₁ = 1321 [вит.]

W₂ = 210 [вит.]

Довжина обмоточного проводу, в метрах:

L₁ = 185 [м]

L₂ = 29 [м]

Рисунок 4.4 – Розрахунок параметрів транзистора

Для забезпечення нормальної роботи елементів плати трансформатор розташуємо на окремій платі, та включимо в мережу через запобіжник 5А-ВП-1-1

Для згладження пульсацій розрахуємо згладжуючий конденсатор за формулою:

$$C = \frac{\pi - \theta}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot k_{\Pi} \cdot R_{\Pi}},$$

де – кут відсікання струму 40° (0,6981 рад);

f_П = f_С = 50 Гц

k_П = 0,01

Ємність конденсатора становить 70 мкФ.

Для стабілізації напруги використаємо схему стабілізатора LM317L

Каналів : 1

Вхідна напруга (min) (U_{вх} (min)): 5 В

Вхідна напруга (max) (U_{вх} (max)): 35 В

Вихідна напруга (min) (U_{вых} (min)): 1.2 В

Вихідна напруга (max) ($U_{\text{вых (max)}}$): 32 В

Вихідний струм ($I_{\text{вых}}$): 100 мА

Струм спокою (споживання) I_Q (I_0): 50 мкА

Можливість регулювання вихідної напруги (ADJ): Так

Точність: 4 %

Рівень шуму: 30 мкВ

Призначення виводі наступні: 1 – регулювання, 2 – вхід, 3 – вихід.

Використаємо типову схему включення для отримання 5 В на виході (рис. 4.5).

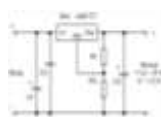


Рисунок 4.5 – Типова схема включення стабілізатора

Задавшись параметрами резистора R_1 розрахуємо R_2 з формули



Номинал R2 становить 1,5 кОм для вихідної напруги 5 В.

Конденсатори зазвичай беруть номіналом 0,1 та 1 мкФ.

4.3. Реалізація індуктора

Для реалізації котушки візьмемо готове рішення [1] де котушка забезпечує індукцію 20 мТл.

Котушка індуктора L1 - плоска, спіральна. Внутрішній діаметр 20мм, зовнішній - 80мм, проведення ПЭВ-2, Φ 1,25мм, 18 витків. Проведення ПЭВ-2 - з подвійним шаром емалі.

Котушка намотується між двома круглими щічками з НЕ фольгированного склотекстоліту 2 - 2,5 мм. У щічках і оправленню сверлиться центральний отвір 6мм, усе скріплюється довгим болтом із шайбами, після чого починається намотування проведення. Намотувати треба щільно. При намотуванні обов'язкова промазка проведення епоксидною смолою.

Вигляд котушки наведено на рис. 4.6.



Рисунок 4.6. – Зовнішній вигляд котушки індуктивності індуктора

Керування роботою котушки відбувається за допомогою ключа побудованого на польовому транзисторі.

Для індикації обраного режиму використаємо світлодіод за схемою включення представленою на рис.4.7:

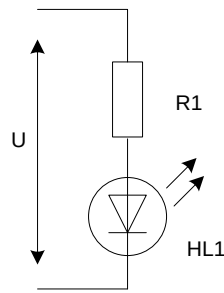


Рисунок 4.7 – Схема включення світлодіода

Для визначення значення опору резистора R1 застосуємо закон Ома:

$$R1 = \frac{U - U_d}{I},$$

де U_d - пряма напруга світлодіода; U - напруга живлення;

I - максимально допустимий струм, що протікає через світлодіод.

Виберемо світлодіод АЛ307Б номінальний струм якого становить 15 мА, пряма напруга – 2 В, таким чином, резистор вибираємо рівним:

$$R1 = 530 \Omega \text{ Ом.}$$

Для забезпечення безпеки пацієнта й обслуговуючого персоналу елект

Схема електрична принципова розробленого приладу наведена в додатку А. Перелік елементів в додатку Б. Програмний код в додатку В.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи була досліджена методика та розроблено прилад для магнітотерапії, який дозволяє проводити стимуляцію м'язів людини з частотою магнітного поля 7,8 Гц. Прилад призначений для використання в медичних закладах, кабінетах фізіотерапії та реабілітації, домашніх умовах для лікування широкої нгизки захворювань.

Розробка базується на використанні сучасної елементної бази, що забезпечує зменшення масо-габаритних показників. Прилад має високу надійність та вартість в половину меншу за аналоги, що є безумовною перевагою. Розроблений пристрій задовольняє всім вимогам технічного завдання.