

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра електроніки та енергетики

**Автоматичний регулятор навантаження мережі на
основі мікроконтролера ATmega328P**

Дипломний проект

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Виконав :

студент 4 курсу, 433 групи

Напрямок підготовки– 6.050701 Електротехніка та
електротехнології

Бакай М.В

(прізвище та ініціали)

Керівник

Мислюк О.М.

(прізвище та ініціали)

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри № ____

від „__” _____ 2019 р.

зав. кафедри _____ проф. Мар'янчук П. Д.

Чернівці – 2019

ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

ІНСТИТУТ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ І ЕНЕРГЕТИКИ

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

ОР «Бакалавр»

**на тему: Автоматичний регулятор навантаження мережі на основі
мікроконтролера ATmega328P**

Виконав: студент 4 курсу, групи 433

Бакай М.В..

Керівник:

Мислюк О.М.

Чернівці – 2019 рік

АНОТАЦІЯ

У даному дипломному проекті було розроблено автоматичний регулятор навантаження мережі на основі мікроконтролера ATmega 328P.

Розроблено структурну схему, електрично-принципову схему та алгоритм роботи пристрою.

Пояснювальна записка до дипломного проекту написана українською мовою, містить: 52 сторінки, 10 рисунків, 16 таблиць, 15 літературних джерел.

З	Дис	№ докум.	Підпи	Да					
Вироб. т		Бакай	с	та					
Перевір.		Мишук							
Реценз.									
Н. Контр.		Андрушак							
Затверд.		Мишук							

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	6
1.1. Методи вимірювання струму в мережі.....	6
1.2. Датчик струму ACS712.....	15
1.3. Реле.....	19
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА ПРИЛАДУ.....	23
2.1. Структурна схема.....	23
2.2. Електрична принципова схема.....	24
2.3. Алгоритм роботи приладу.....	27
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИТРАТ НА ВИРОБНИЦТВО ПРИСТРОЮ.....	29
3.1 Розрахунок витрат на виготовлення пристрою.....	29
3.1.1. Розрахунок трудоемності процесу складання пристрою.....	29
3.1.2. Розрахунок параметрів потокової лінії.....	29
3.1.3. Розрахунок вартості устаткування та площі ділянки.....	31
3.1.4. Розрахунок потреби в матеріалах	33
3.1.5. Розрахунок чисельності робітників.....	34
3.1.6. Розрахунок фонду заробітної плати.....	35
3.1.7. Складання кошторису витрат.....	40
3.1.8. Розрахунок вартості у відпускних цінах.....	42
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	52
Додаток А. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
4.1. Санітарні норми для виробничих та допоміжних приміщень.....	46
4.2. Організація робочого місця.....	47
4.3. Техніка безпеки при роботі з електрообладнанням.....	49

4.4. Пожежна безпека.....	50
4.5. Пожежобезпека електроустаткування.....	52



ВСТУП

На сьогоднішній день важко уявити квартиру чи житлове приміщення без нових сучасних приладів, що потребують живлення електромережею. Але наповнюючи її великою кількістю приладів необхідно подумати про те, чи буде достатньою та кількість потужності електромережі в квартирі для забезпечення стабільної роботи всіх електроприладів.

Так зараз майже в кожній квартирі є кондиціонер, пральна машина, посудомийна машина, витяжна вентиляція, праска, мікрохвильова піч, водонагрівач, чайник тощо. Беручи до уваги таку велику кількість потужних електричних приладів необхідно подумати, чи не стикнетесь ви з проблемою вимикання вхідних автоматів (пробок). Дехто вирішує цю проблему встановленням більш потужних автоматів, однак слід знати, що вони призводять до нагрівання проводки. Нагрівання в свою чергу в найкращому випадку призведе до руйнування ізоляції і задимлення квартири, а в гіршому – пожежа. Більше того навіть повна заміна проводки в квартирі не вирішить дану проблему. Оскільки проводка в під'їзді та і в усьому будинку не розрахована на таку потужність.

Метою даної роботи є створення дешевого автоматичного регулятора навантаження на основі мікроконтролера. Автоматичний регулятор навантаження мережі призначений для захисту електромережі та проводки від перевантажень, викликаних одночасним вмиканням пристроїв, сумарна потужність яких перевищує допустиму потужність лінії електромережі, методом автоматичного управління вмикання потужних побутових електроприладів. Автоматичний регулятор навантаження мережі надає змогу організувати повноцінну спільну роботу двох незалежних електроприладів, сумарна потужність яких перевищує ліміт допустимої потужності лінії електропостачання. Запропонований прилад знижує навантаження на проводку і підвищує безпеку експлуатації потужних побутових приладів, а також надає споживачеві простий спосіб вмикання додаткових електроприладів до мережі з недостатньою потужністю.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Методи вимірювання струму в мережі

Однією з складових даного пристрою є датчики струму, які необхідні для того, щоб знати потужність мережі.

Датчик струму – вимірювальний пристрій, призначений для вимірювання струму у мережі.

На сьогоднішній день є відомо безліч методів вимірювання струму. Найбільш відомими є :

1. Резистивні датчики струму
2. Датчики на основі трансформатора струму
3. Датчики на основі ефекту Холла
4. Волоконно-оптичні датчики струму на основі закону Фарадея.
5. Пояс Роговського.

Резистивні датчики найдешевші в використанні, лінійні і точні. Здатні вимірювати постійний і змінний струм. Вимірювання струму виконується включенням в схему струмочутливого резистора, який має стабільний температурний коефіцієнт . Однак при збільшенні струму, який вимірює датчик відбувається розігрів ,який вимагає застосування більш потужних резисторів, але в них є паразитна індукція. Резистивні датчики не потребують зовнішнього джерела струму, що однозначно є перевагою. Але одразу на противагу і головний недолік : відсутність гальванічної розв'язки. Крім того, резистивним датчикам притаманні втрати, що вносяться до вимірювальних кіл, що обумовлено неприйнятним зростанням температури, що знижують точність вимірювання. При низьких струмах шунт, що використовується, повинен мати високий опір, щоб падіння напруги на ньому мало достатню величину. А це вже призводить до необхідності застосування диференційного підсилювача або компаратора, що має достатній коефіцієнт від'ємного зворотнього зв'язку. Наявність паразитної індуктивності у більшості потужних резисторів також призводить до обмеження смуги пропускання при використанні даного методу.

Низькоіндуктивні вимірювальні резистори значно дорожчі, але можуть бути використані для вимірювання струму в діапазоні частот до декількох мегагерц.

Трансформатор струму – вимірювальний трансформатор, в якому за нормальних умов вторинний струм практично пропорційний первинному, а зсув фаз між ними прямує до нуля.

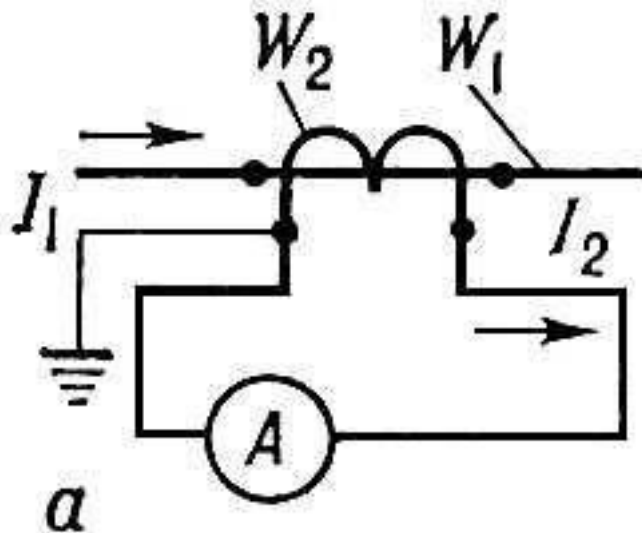


Рис 1.1 Підключення трансформатора струму

Вимірювальний трансформатор струму – трансформатор, який призначений для перетворення вимірюваного струму у величину, яка зручна для вимірів.

Первинна обмотка включається в коло змінного струму, що вимірюється послідовно. А до вторинної під'єднують вимірювальні прилади. Струм, що протікає по вторинній обмотці трансформатора струму пропорційний струму, що протікає у його первинній обмотці. Він не має недоліків, які властиві резистивному методу, так як струм вимірюється непрямим методом. Струмові трансформатори зазвичай застосовуються у випадку вимірювання змінних струмів. Змінне магнітне поле, яке виникає навколо провідника з вимірюваним струмом, викликає струм у вторинній обмотці. Далі вимірюється напруга у вторинній обмотці і ділиться на коефіцієнт передачі. Вимірюваний струм в

цьому випадку проходить через обмотку з дуже низьким коефіцієнтом втрат, що забезпечує високу точність вимірювань даним методом. Ця перевага, а також гальванічна розв'язка з високою пробивною напругою роблять метод трансформатора струму доволі популярним. Більшість недорогих струмових трансформаторів працюють в дуже вузькому діапазоні частот і не здатні вимірювати постійний струм. Однак ці прилади не вносять втрат і не вимагають живлення. Цей недолік змушує розробників звертатися до інших способів вимірювання струму. Таким способом є датчики на основі ефекту Холла.

Ефект, відкритий Е. Холлом ще в 1897 р, отримав своє перше промислове втілення тільки в кінці 1960 р. Суть ефекту полягає в появі напруги на кінцях провідника з струмом, який поміщений в магнітне поле. Різниця потенціалів виникає перпендикулярно лініям напруженості цього поля.

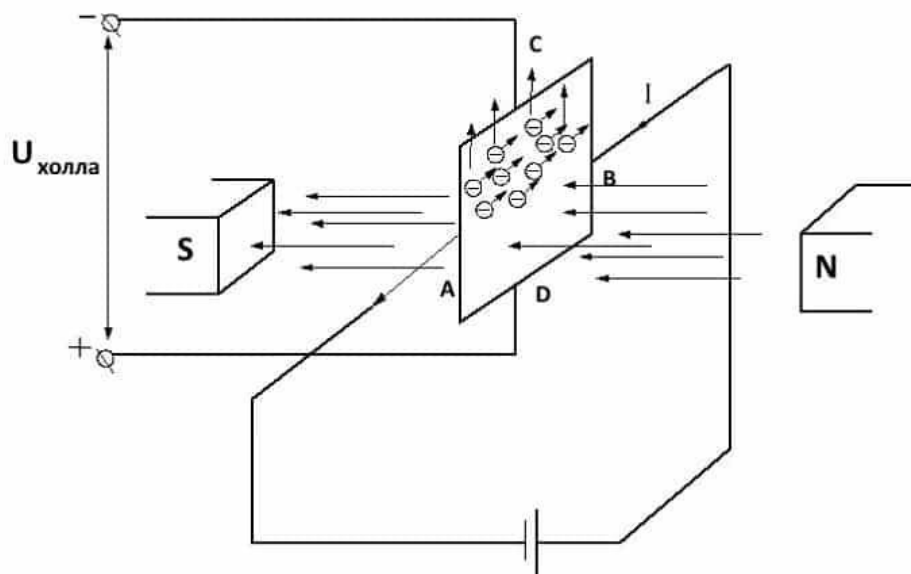


Рис 1.2. Демонстрація ефекту Холла

З появою напівпровідників - спочатку германію, а потім і кремнію - стала можливою реалізація ефекту в приладах, які отримали назву «датчиків або перетворювачів Холла». Напруга Холла у таких напівпровідникових датчиків було понад ± 120 мВ / кГс (в залежності від напрямку магнітного поля) і ці датчики вже мали ряд істотних переваг. Крім того, датчики Холла практично не вносять втрат при вимірюванні постійних і змінних струмів, а напруга Холла

пропорційна прикладеному магнітному полю, що доволі зручно для подальшої обробки.

Особливості датчиків Холла:

- можливість безконтактних вимірювань;
- наявність гальванічної розв'язки між вхідним і вихідним сигналами;
- можливість дослідження розподілу струму;
- відсутність обмоток (велика динамічна стійкість);
- можливість вимірювання будь-якого сигналу: постійного, змінного та імпульсного довільної форми;
- необхідність зовнішнього джерела живлення;
- громіздкий сердечник;
- чутливість до зовнішніх перешкод;
- відносно висока вартість;
- наявність гальванічної розв'язки.

Застосування датчиків на основі ефекту Холла:

- У місцях контактів струмових електродів через ефект Пельтьє виникає нагрів і, як результат - градієнт температур ΔT , що призводить до виникнення термоЕРС на електродах елементу Холла. Наприклад, якщо $\Delta T = 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, то $\Delta E = 10 \div 100\text{ мкВ}$. З цієї причини елементи на ефекті Холла встановлюють на масивну теплопровідну (мідну, берилієву або алюмінієву) основу. Однак навіть в цьому випадку залишкова термоЕРС становить $\Delta E = 1 \div 5\text{ мкВ}$.

- Наявність похибки під дією власного поля елемента Холла, яке створюється струмовими електродами. Величина власного поля складає $\Delta B = 0,1 \div 1$ мТл при струмах менше 100 мА.

- Необхідність врахування залишкової напруги $U_{\text{зал}}$ на електродах елемента Холла. Вона вимірюється при нульовому полі і номінальному струмі. Залишкова напруга визначає роздільну здатність елемента Холла, так як є адитивною похибкою. Вона залежить від температури і доходить до $\pm(1 \div 10)$ мВ.

Волоконно-оптичні датчики. Постійна заінтересованість до волоконно-оптичних датчиків струму, робота який ґрунтується на законі Фарадея пов'язана з високою можливістю цього пристрою. Такими властивостями є:

1. Широкий діапазон вимірів(до сотень кА).
2. Висока лінійність.
3. Широкий частотний діапазон, який дозволяє аналізувати гармоніки струму безпосередньо в високовольтній мережі.
4. Відсутність впливу навантаження вторинних ланцюгів і втрат в них.
5. Висока стійкість оптоволоконних інформаційних каналів до зовнішніх електромагнітним перешкодам.
6. Невеликі масові і габаритні показники.
7. Первинний оптичний перетворювач може бути на відстані від блока електроніки на 450-900 метрів і більше.

Застосування таких датчиків особливо ефективно в високовольтних і середньовольтних електричних мережах, що пояснюється тим, що найбільш складні питання забезпечення ізоляції, особливо для високовольтних, вирішуються автоматично за рахунок фізичної природи датчиків, так як елементи оптики оптичного волокна є діелектрики. Відповідно легко забезпечується гальванічна розв'язка вимірювальної і високовольтної мережі. Також завдяки віддаленій роботі підвищується безпечність при експлуатації.

На рисунку 1.3 представлений один з найпростіших волоконно-оптичних датчиків на основі ефекту Фарадея : поляриметричний датчик. В ньому сила струму в провіднику є пропорційною куту поворота площини поляризації світла ,який пройшов замкнутий контур ,через який пропущений провідник. Лінійно-поляризована хвиля з джерела пройшовши через поляризатор направляється в оптоволокно, яке обгорнуте навколо провідника, в якому тече струм. У ролі чутливого елемента було використано стандартне одномодове оптоволокно надвисокої якості.

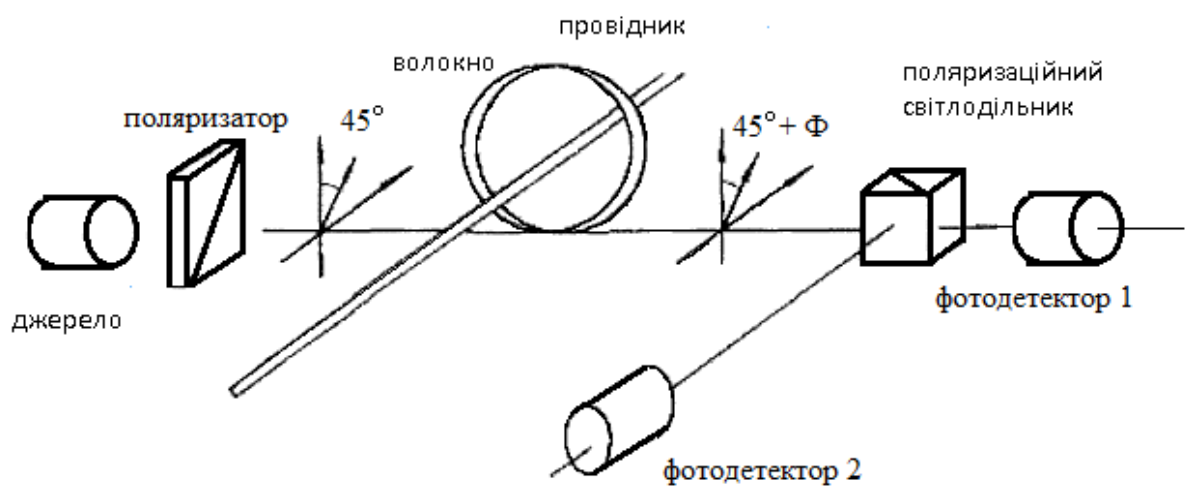


Рис 1.3 Схема найпростішого волоконно-оптичного датчика на основі закону Фарадея

Кількість оборотів оптоволокна навколо провідної жили залежить від діапазону вимірюваних струмів. У моменти проходження площини поляризації хвилі по контуру, вона змінюється на кут $\Delta\Phi$, який є наслідком, що утворюється магнітним полем, циркулярного двопронепереломлення. Лінійна поляризація при цьому розглядається як результат деякої суперпозиції хвиль з поляризацією з протилежним крутним моментом

Потім, хвиля розкладається за допомогою поляризаційного світлоділника повернутого на 45° щодо вхідного поляризатора, на дві ортогональні поляризації. Кожна з яких спрямовується на відповідний фотодетектор. Таким

чином, виміряні інтенсивності світла I_1 і I_2 при дуже малих втратах в даній системі залежать від кута Φ :

$$I_1 = I_{t0} \cos^2(450 + \Delta\Phi)$$

$$I_2 = I_{t0} \sin^2(450 + \Delta\Phi).$$

Це рівняння відповідає одномодовому оптичному волокну в наближенні, коли константи Верде сердечника і оболонки не дуже відрізняються, інакше кут Φ визначається залежно від цих постійних, а також від показників заломлення центральної частини і оболонки оптоволокна.

Пояс Роговського. У котушках Роговського використовуються ті ж самі принципи роботи, що і в традиційних трансформаторах струму з металевим сердечником. Основна відмінність полягає в тому, що намотування котушки Роговського здійснюється на немагнітний сердечник, результатом чого є лінійність характеристики, оскільки сердечник не намагнічується.

Однак, на відміну від традиційних трансформаторів струму, вторинний струм яких пропорційний первинному струму, вихідна напруга котушок Роговського є пропорційною похідною за часом $di(t)/dt$ первинного струму. Для пристроїв захисту, які використовують в роботі аналогові значення промислової частоти, необхідна додаткова обробка вхідного сигналу від датчиків струму, а мікропроцесорне обладнання повинно мати конструктивну можливість приймати сигнали такого типу.

Конструктивно обмотки високоточних котушок Роговського виконані у вигляді багат шарових друкованих плат з немагнітного матеріалу. З цієї причини взаємна індукція між первинною і вторинною обмотками дуже мала, і на вимірювання можуть вплинути зовнішні електромагнітні поля. Отже, для створення якісних струмових датчиків повинні виконуватися два основних критерії:

1. вихідний сигнал повинен бути незалежним від положення первинного провідника в межах витка обмотки;

2. вплив довколишніх провідників, по яких протікають великі струми, на вихідний сигнал має бути мінімальним.

Для виконання першого критерію взаємоіндукція повинна мати постійне значення при будь-якому положенні первинного провідника в межах витка обмотки. Цього можна досягти за таких умов:

- намотування обмотки виконується на сердечник з однаковим поперечним перерізом по всій його довжині;
- намотування здійснюється перпендикулярно осі замкнутому колу і за умови постійної щільності намотування.

Також, датчики струму можуть бути двох виконань: з замкнутим сердечником і з розімкненим сердечником. Наявність другого виконання дозволяє встановлювати котушки без розмикання (відключення, розрізання) головних ланцюгів. Такі типи також підходять для установки на кілька проводів, або для установки на шини великого перерізу.

Котушки Роговського можна підключити до реле захисту за допомогою екранованої крученої пари і відповідних роз'ємів. Це забезпечує простоту установки і запобігає появі помилок при підключенні обладнання. Клемні блоки не потрібні, оскільки напруга вихідного сигналу котушки є мінімальною з точки зору безпеки. Крім того, ця напруга не збільшується при розмиканні вторинної обмотки. Блок забезпечує електричне складання сигналів від двох секцій котушки Роговського і передає цей сумарний сигнал в реле захисту. Такі датчики також можна підключати до пристроїв захисту за допомогою оптоволоконних кабелів.

В даний час йде робота над міжнародним стандартом IEC 61869, який дозволить визначити стандартні вимоги до конструкції датчиків струму і їх застосування, наприклад, до класу точності і стандартам вторинних сигналів. Стандарт IEC 61869 сприятиме кращому розумінню технологій, надавати підтримку і збільшувати ступінь довіри до експлуатованих пристроїв. При правильному підході до розробки стандартів нетрадиційні трансформатори струму можуть володіти характеристиками, що задовольняють вимогам як з боку системи обліку електроенергії, так і з боку комплексів релейного захисту. Іншим напрямком діяльності МЕК є розробка стандарту IEC 61869-13:

незалежний модуль сполучення (Stand-Alone Merging Unit - SAMU). Цей стандарт також буде надавати підтримку і збільшувати ступінь довіри до експлуатованих датчиків струму.

Котушки Роговського володіють сучасними технічними характеристиками, але при їх використанні необхідно пам'ятати їх переваги і особливості:

Переваги:

- Один і той же датчик струму може задовольнити вимоги, що пред'являються в широкому діапазоні струмів, а також забезпечує показники точності, необхідні як для обліку електроенергії, так і для релейного захисту. Це суттєва перевага над традиційними трансформаторами струму, тому що для відповідності вимогам, що пред'являються з боку захисту і вимірювального обладнання може знадобитися установка декількох трансформаторів струму різного класу точності і з різними коефіцієнтами трансформації.
- Котушки Роговського можна проектувати для перетворення сигналів з високою частотою (в МГц діапазоні), що дозволяє реалізовувати системи РЗА на основі хвильових методів (метод «біжучої хвилі»).
- Котушки мають хорошу сумісність з комплексами РЗА, побудованими на базі сучасних комунікаційних систем відповідно до стандартів ІЕС 61850.
- Котушки Роговського можна комбінувати з існуючими традиційними трансформаторами струму. Наприклад, при модернізації систем РЗА один напівкомплект диференційного захисту може бути підключений до традиційного трансформатора струму, а другий - до датчика струму.
- Невелика вага і розміри, що дозволяє проектувати пристрої більш компактних розмірів і меншої маси.
- Датчики безпечні для персоналу та обладнання, оскільки вихідні сигнали знаходяться в безпечних діапазонах (порядку декількох вольт) в будь-яких режимах роботи, включаючи пошкодження в енергосистемі.

- Легкість установки завдяки конструкції, що складається з окремих секцій, як наслідок, не потрібно вносити зміни в існуючу схему електричних з'єднань, а також розрізати або роз'єднувати первинний провід.

- Через те, що вихідний сигнал котушок Роговського малопотужний і низьковольтний, вторинні сигнали можна передавати по екранованій кручений парі з необхідними роз'ємами. Це допомагає запобігти помилкам підключення.

- Час простою при установці датчиків струму в існуючі електроустановки буде мінімальним або відключення не знадобиться зовсім.

- Котушки Роговського безпечні для навколишнього середовища, оскільки в них не використовується масляна або газова ізоляція.

Але поруч з цим необхідно пам'ятати і про такі особливості роботи даних датчиків струму, а саме :

- Технічний персонал добре знайомий з традиційними технологіями, але не настільки добре знайомий з датчиками струму.

- Вихідний сигнал котушки Роговського - це низьковольтний сигнал. Фазовий кут між вторинною напругою і первинним струмом становить 90° . Цей фазовий кут необхідно враховувати при проектуванні комплексів РЗА.

- Високочастотні явища, такі як удари блискавок або високочастотні імпульси напруги, можуть наводити у вторинній обмотці котушки Роговського малопотужні високовольтні сигнали. Ці сигнали ефективно придушуються власною ємністю існуючих вторинних контрольних кабелів або при використанні напівпровідникових обмежувачів. У деяких випадках високочастотні імпульси можуть потрапити на входи пристрою захисту. Коли це відбувається, такі імпульси можуть бути оброблені як протікання великого струму, що може привести до зайвого спрацьовування реле. Щоб уникнути зайвих спрацьовувань необхідно розробити спеціальні алгоритми виявлення подібних імпульсів.

Основне використання дані датчики здобули в захисті кабельних ліній і захисті батарей конденсаторів.

1.2 Датчик струму ACS712

Датчик струму ACS712 за своїм принципом роботи є датчиком на основі ефекту Холла. Мікросхема ACS712 випускається в міні 8-вивідному корпусі SOIC для поверхневого монтажу. Вона складається з прецизійного лінійного датчика Холла з малою напругою зміщення і мідного провідника, що проходить біля поверхні чіпа і виконує роль сигнального шляху для струму (Рис 1.5).



Рис 1.4 Мікросхема ACS712 в корпусі SOIC

Протікаючи через цей провідник струм, створює магнітне поле, що сприймається вбудованим в кристал елементом Холла. Сила магнітного поля лінійно залежить від струму який проходить. Вбудований формувач сигналу фільтрує створюване чутливим елементом напругу і підсилює її до рівня, який може бути визначений за допомогою АЦП мікроконтролера.

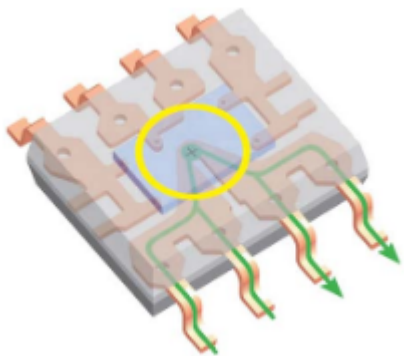


Рис 1.5 Внутрішня конструкція датчика струму ACS712

На рисунку 1.6 показано розміщення виводів даного датчика і типову схему його включення. Виводи 1, 2 і 3, 4 утворюють провідний шлях для вимірюваного струму з внутрішнім опором порядку 1.2 мОм, що означає дуже малі втрати потужності. Його товщина обрана такою, щоб прилад витримував силу струму, яка в п'ять разів перевищує максимально допустиме значення.

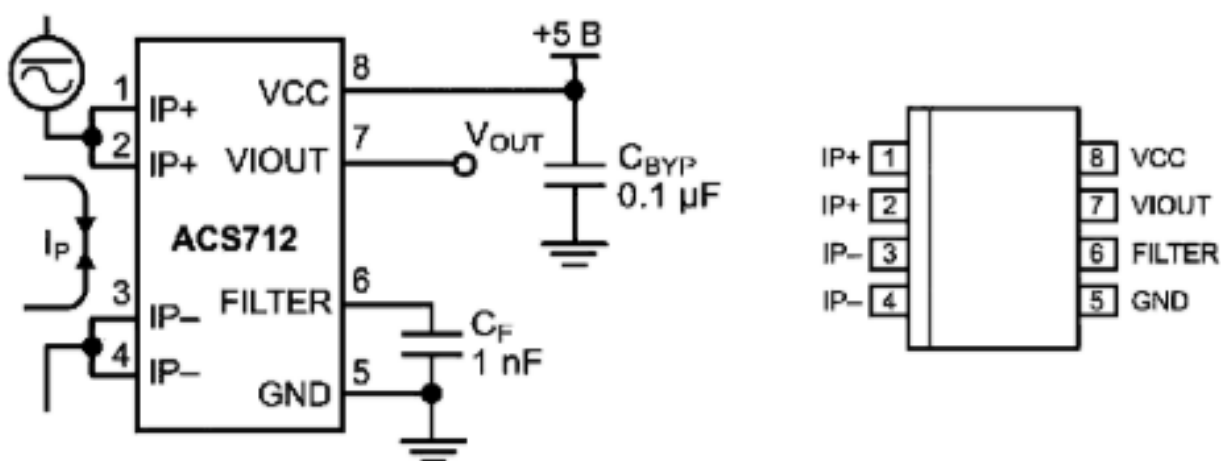


Рис 1.6 Розташування виводів інтегрального датчика струму ACS712 та типова схема включення

Контакти силового провідника електрично ізольовані від виводів датчика (виводи 5 - 8). Розрахункова міцність ізоляції становить 2.1 кВ. Контакти силового провідника електрично ізольовані від виводів. У низькочастотних додатках часто потрібно включити на виході пристрою простий RC фільтр, щоб покращити відношення сигнал-шум. ACS712 містить внутрішній резистор R_F , що з'єднує вихід вбудованого підсилювача сигналу зі входом вихідної буферної

схеми. Один з виводів резистора доступний на виведення 6 мікросхеми, до якого підключається зовнішній конденсатор CF. Слід зазначити, що використання конденсатора фільтра призводить до збільшення часу наростання вихідного сигналу датчика і, отже, обмежує частоту пропускання вхідного сигналу. Максимальна частота пропускання становить 80 кГц при нульовій ємності фільтруючого конденсатора. З ростом ємності CF частота пропускання зменшується. Для зниження рівня шуму при номінальних умовах рекомендується встановлювати конденсатор CF ємністю 1 нФ.

Чутливість і вихідна напруга датчика струму ACS712. Вихідна напруга датчика пропорційна струму, що протікає через провідний шлях (від виводів 1 і 2 до виводів 3 і 4). Випускається три варіанти струмового датчика для різних діапазонів вимірювання:

± 5 А (ACS712-05B),

± 20 А (ACS712-20B),

± 30 А (ACS712-30A)

Відповідні рівні чутливості становлять 185 мВ/А, 100 мА/В і 66 мВ/А. При нульовому струмі, що протікає через датчик, вихідна напруга дорівнює половині напруги живлення ($V_{cc} / 2$). Необхідно зауважити, що вихідна напруга при нульовому струмі і чутливість ACS712 пропорційні напрузі живлення. Це особливо корисно при використанні датчика спільно з АЦП.

Точність будь-якого АЦП залежить від стабільності опорного джерела напруги. У більшості схем на мікроконтролерах як опорною використовується напруга живлення. Тому при нестабільній напрузі живлення вимірювання не можуть бути точними. Однак якщо опорною напругою АЦП зробити напругу живлення датчика ACS712, його вихідна напруга буде компенсувати будь-які помилки аналого-цифрового перетворення.

Розглянемо цю ситуацію на конкретному прикладі. Припустимо, що для опорної напруги АЦП і живлення датчика ACS712 використовується спільне джерело $V_{cc} = 5.0$ В. При нульовому струмі через датчик його вихідна напруга складе $V_{cc} / 2 = 2.5$ В. Якщо АЦП 10-розрядний (0 ... 1023), то перетворений

вихідній напрузі датчика буде відповідати число 512. Тепер припустимо, що внаслідок дрейфу напруга джерела живлення встановилася на рівні 4.5 В. Відповідно, на виході датчика буде $4.5\text{В}/2=2.25\text{ В}$, але результатом перетворення, все одно, буде число 512, так як опорна напруга АЦП теж знизилася до 4.5 В. Точно також, і чутливість датчика знизиться в $4.5/5 = 0.9$ раз, склавши 166.5 мВ/А замість 185 мВ/А. Як бачите, будь-які коливання опорної напруги не будуть джерелом помилок при аналого-цифровому перетворенні вихідної напруги датчика ACS712.

1.3. Реле

Реле – електромагнітний, електромеханічний чи електронний пристрій, який призначений для комутації електричних ланцюгів в схемах автоматизованого управління і захисту технологічних установок, електричними мережами і системами.

Електромагнітна комутація застосовується в схемах автоматики, управління електроприладами, електроенергетичними і технологічними установками в системах контролю тощо. Електромагнітне реле дозволяє регулювати напругу і струм, виконувати функції запам'ятовуючих і перетворюючих пристроїв, фіксувати відхилення параметрів від заданих параметрів.

Основними характеристиками реле є:

- Чутливість – переключення від поданого в обмотку сигналу визначеної потужності, достатньої щоб відбулось включення.
- Опір обмотки.

- Напруга (струм) спрацювання – мінімальне значення параметра при якому контакти переключаються.
- Напруга(струм) відпускання.
- Час спрацювання.
- Робочий струм (напруга) – величина, при якій відбувається гарантоване включення в процесі експлуатації.
- Час відпускання.
- Частота включень з навантаженням на контактах.

Переваги і недоліки

Електромагнітне реле має наступні переваги над напівпровідниковими конкурентами:

- Комутація великих навантажень при малих габаритах
- Гальванічна розв'язка між ланцюгом управління і групою комутації
- Низьке тепловиділення на контактах і котушці
- Невелика ціна.

Пристрою властиві такі недоліки:

- Повільне спрацювання
- Відносно невеликий ресурс
- Радіоперешкоди при переключенні контактів
- Складність комутації на постійному струмі високовольтних і індуктивних навантажень.

По принципу дії електромеханічні реле поділяються на наступні види:

- Електромагнітні
- Індукційні
- Магнітоелектричні

Найпоширенішими є реле, робота яких заснована на електромагнітному принципі.

Основною частиною в цих реле є електромагніт, до якого притягується рухомий якір. Залежно від типу переміщення рухомого якоря розрізняють наступні типи :

- З поворотним якорем
- З поперечним рухом якоря
- З прямохідним рухом якоря

Реле класифікуються в залежності від їх функціонального призначення і принципу дії.

По функціональній приналежності розділяють: реле часу, струму, напругу, потужності, проміжні, сигнальні, тощо.

В залежності від способу увімкнення реле (способу підведення вхідного сигналу) розрізняють первинні та вторинні реле. Первинні реле вмикають безпосередньо в первинне (силове) електричне коло. Вторинні реле вмикають у первинне коло через первинні вимірювальні перетворювачі струму чи напруги. Первинними вимірювальними перетворювачами слугують зазвичай трансформатори струму та трансформатори напруги.

Залежно від дії на комутаційний апарат розрізняють реле прямої дії та реле опосередкованої дії. Реле прямої дії діють безпосередньо на механізм вимкнення комутаційного апарата. Реле опосередкованої дії діють на комутаційний апарат через проміжні елементи, наприклад, через електромагніти вимкнення вимикачів.

Загальна структурно-функціональна схема пристрою релейного захисту незалежно від типу і принципу дії :

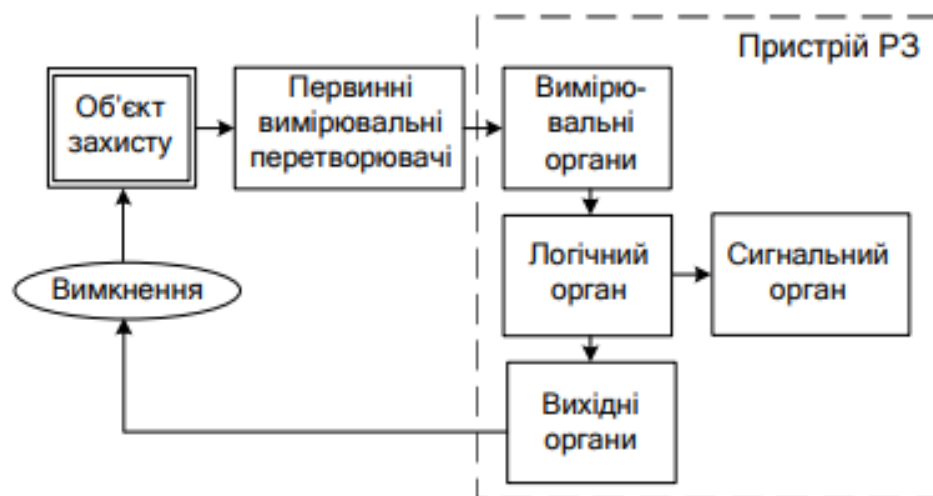


Рис 1.7 Структурна схема релейного пристрою

Пристрій релейного захисту повинен безперервно контролювати об'єкт захисту – генератор, трансформатор, лінію тощо. Для цього безперервно вимірюють координати режиму об'єкта. Це, зазвичай, миттєві значення напруги та струмів. Координати режиму через первинні вимірювальні перетворювачі (це переважно трансформатори струму та трансформатори напруги) надходять на вимірювальні органи захисту. Первинні вимірювальні перетворювачі призначені для ізоляції пристрою релейного захисту від первинних високовольтих кіл та отримання стандартної шкали номінальних вторинних напруги та струмів – для різних первинних номінальних значень напруги та струмів отримують вторинні номінальні значення напруги (100 В) та струму (5 А або 1 А). Вимірювальними елементами захисту можуть бути реле струму, які реагують на зміну величини струму, реле напруги, які реагують на зміну величини напруги, реле опору, які реагують на зміну комплексного опору, тобто на комплексну величину, яка пропорційна відношенню комплексів напруги та струму, що підводять до реле. Коли контролювані цими реле величини досягають їх установок спрацювання, вимірювальні елементами спрацьовують – на їх виходах з'являється сигнал. Цей сигнал поступає на логічний елемент захисту. В логічному елементі пристрою РЗ реалізується алгоритм роботи захисту – перевіряються додаткові умови спрацювання, здійснюються необхідні затримки часу тощо. Якщо всі умови спрацювання захисту виконуються, на виході логічного елемента з'являється сигнал. Цей сигнал надходить на вихідний елемент захисту, з якого він безпосередньо діє на вимкнення об'єкта від джерел живлення. Одночасно вихідний сигнал з логічного елемента діє на спрацювання сигнального елемента, який призначений для сигналізації оперативному персоналу про спрацювання цього пристрою релейного захисту. Характерним для цього елемента є збереження його в спрацьованому стані після вимкнення пошкодженого

об'єкта від джерел живлення, коли всі інші складові пристрою релейного захисту повернулись у вихідний стан. Повернути елемент у вихідний стан можна лише вручну.



РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА ПРИЛАДУ

2.1. СТРУКТУРНА СХЕМА

Головним елементом в схемі є мікроконтролер ATmega328P на який покладено основні інтелектуальні функції. Він з'єднаний з усіма іншими частинами пристрою: реле SRD-05VDC-SL-C, датчиком струму ACS712 та двома світлодіодами. Розглянемо основні функції частин.

Реле SRD-05VDC-SL-C призначено для відключення непотрібного в даний момент часу приладу через команду мікроконтролера.

Датчик струму ACS712 призначений для зняття даних, щоб мікроконтролер міг визначити, який з пристроїв можна вимкнути.

Світлодіоди відповідно для того, щоб людина могла бачити, в котрій із розеток є струм.

Кнопка призначена для встановлення людиною пріоритетної розетки.

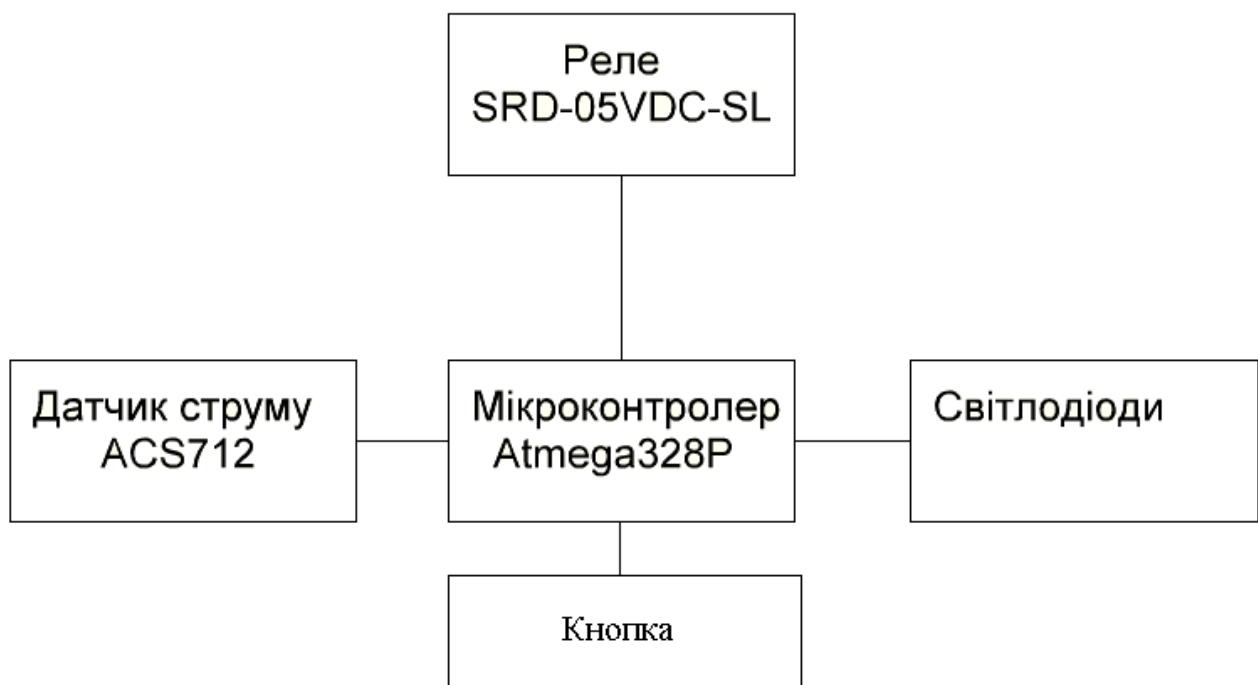


Рис 2.1 Структурна схема пристрою

2.2 Електрична принципова схема пристрою

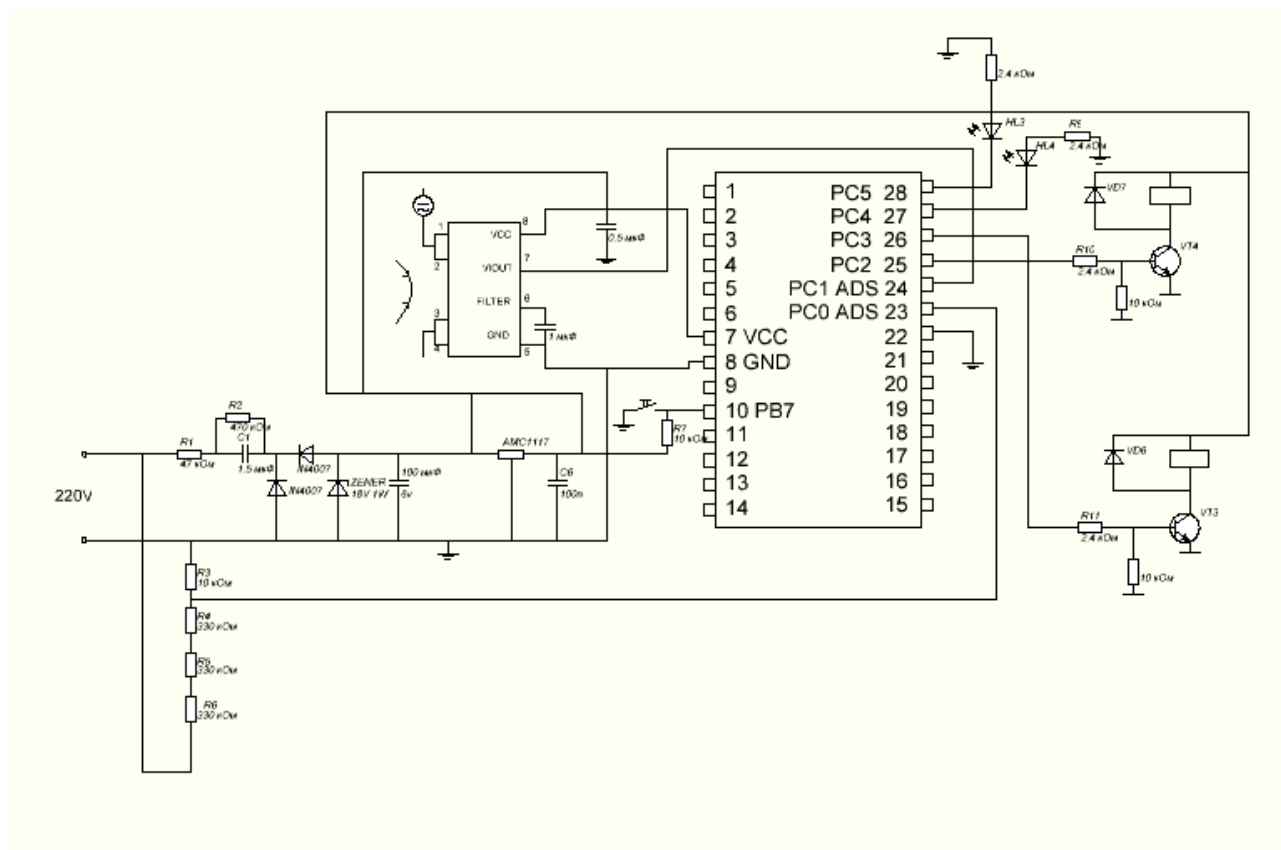


Рис 2.2 Електрична принципова схема пристрою

Відповідно до структурної схеми в даному пристрої передбачаються 2 світлодіоди, датчик струму, мікроконтролер, кнопка встановлення користувачем пріоритетної розетки і 2 реле.

В даній схемі використовуємо мікроконтролер ATmega328P. Цей високопродуктивний 8-розрядний мікроконтролер на базі мікросхеми Microchip rPower поєднує в собі 32KB ISP флеш-пам'яті з можливістю читання-запису, 1024B EEPROM, 2KB SRAM. Пристрій працює на напрузі від 1,8 до 5,5 вольт.

Вибрали реле SRD-05VDC-SL-C. В даній схемі їх 2. Для керування електромагнітним реле, використовуємо найпростіший підсилювач – транзисторний ключ. В нашому випадку використовуватиметься транзистор VT4 і VT3 (набільш вживаний KT315 або імпортований транзистор BC547) для керуванням реле.

Контакти реле повинні витримувати струм, що споживається навантаженням. Резистори R9 та R10 обмежує струм бази ключа. Паралельно з

реле потрібно підключити діод VD3 та VD4, який необхідний для захисту схеми від ЕРС самоіндукції, що виникне в процесі комутації обмотки.

Для того щоб подати навантаження на виході мікроконтролера встановлюється (в даному випадку на виході PC2 та PC3) сигнал логічної одиниці. Напряга через резистори R_{10} та R_{11} поступає на базу транзисторів VD3 та VD4 відповідно. Транзистори відкриваються і реле спрацьовують незалежно одне від одного. Контакти реле замикають коло навантаження. Для відключення навантаження на виході мікроконтролера задається сигнал логічного нуля. На базі транзистора напруга зменшується до нуля. Транзистор закривається і реле відключається.

В якості датчика струму використовуємо ACS712 на основі ефекту Холла. Його під'єднуємо до 7 (VCC) та 8 (GND) ніжок.

Лінійний стабілізатор AMS1117 це мікросхема з малим спадом напруги. Схеми включення стабілізатора дуже проста:

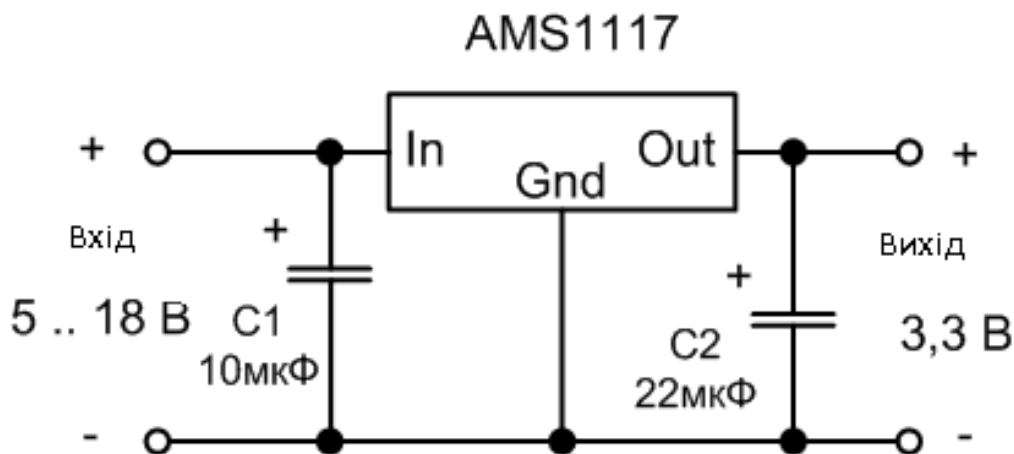


Рис 2.3 Схеми включення стабілізатора AMS1117

У відповідності до специфікації датчику струму для коректної його роботи необхідно підключити конденсатори C1 і C2.

Блок живлення схеми пристрою. Оскільки в мережі 220 В, а нам необхідно тільки 5В, то ми використаємо конденсаторне живлення. Так як трансформатор в наших масштабах не використати. Мінусом даної схеми є те,

що в ній немає гальванічної розв'язки, отже необхідно ретельно дотримуватись правил безпеки.

Спочатку перетворимо змінний струм в постійний. Для цього добавимо два діоди на струм близько ампера. Для цього підійде 1N4007.

У нас уже не змінний, а імпульсивний струм – одна напівхвиля синусоїди. Добавим конденсатор, щоб зробити напругу більш зглажену, на 100 мікрофарад і 25 вольт. Далі нам потрібен стабілітрон на 5 вольт. Струм який нам дасть ця схема :

$$I = 2F * C (1.41U - U_{вих}/2)$$

F- частота мережі (50 Гц)

C- ємність

U - напруга в розетці

U_{вих} - вихідна напруга

$$I = 100 * 0.46E-6 (1.41*220 - 5/2) = 15mA$$

Для роботи нашої схеми достатньо.

Добавимо ще декілька конденсаторів для додаткової фільтрації живлення.

Також використовуємо в схемі 2 світлодіоди для демонстрації того, в якій із розеток зараз є струм.

2.3. Алгоритм роботи приладу

Автоматичний регулятор навантаження мережі є пристроєм з електронною схемою управління, який буде комплектуватися мережевою вилкою і двома розетками. Біля кожної розетки передбачений світлодіод, який показує, яка з двох розеток зараз є пріоритетною. Пріоритетна розетка вибирається користувачем за допомогою кнопки. Робоча напруга 220 В, допустимий струм кожної з розеток 16 А. Пристрій має фіксовані налаштування і не потребує додаткових налаштувань.

Автоматичний регулятор навантаження мережі підключається до стандартної побутової розетки 220 В. Пристрої-споживачі підключаються до

його вихідних розеток. До не пріоритетної розетки підключається пристрій, що потребує постійного електроживлення, але короткочасно може бути вимкненим. Наприклад, електричний водонагрівач, електричний конвектор тощо. До розетки біля якої включений світлодіод, тобто пріоритетної підключається пристрій, робота якого потрібна в даний момент. Наприклад, пральна машина, фен, електрочайник тощо. При виявленні потужності споживання, що вища за певний рівень, у пріоритетній розетці відбувається автоматичне вимикання розетки і вимкнення світлодіода, відповідно. Після завершення роботи підключеного до пріоритетної розетки пристрою, автоматично поновлюється подача живлення в розетку без маркування. Тобто регулятор навантаження унеможливорює одночасну роботу двох потужних споживачів.

Автоматичний регулятор навантаження мережі має два основні режими роботи:

1. Пристрій, підключений до пріоритетної розетки, вимкнений або перебуває в режимі очікування (споживана потужність менше 60 Вт). На іншу розетку подається напруга, і пристрій, підключений до неї, може працювати. Обидва індикатори активні тобто світяться.

2. Пристрій, підключений до пріоритетної розетки, працює (споживана потужність більше 100 Вт). Подачу напруги на другу розетку тимчасово припинено. Індикатор пріоритетної розетки активний, індикатор другої розетки – не активний.

Принцип дії регулятора навантаження полягає у використанні пауз у роботі електронагрівних побутових приладів (бойлер, конвектор, праска тощо), що мають циклічний режим роботи. Прилади такого типу, як правило, забезпечено вимикачами, що вимикають нагрівальні елементи, коли досягнуто заданої температури. Тобто вони активні, споживають значний струм лише деякий час, зазвичай короткий, а решту часу струму споживання майже немає. Автоматичний регулятор навантаження надає також змогу в той час, коли один прилад вимкнено, використовувати енергію, що звільнилася, для живлення іншого приладу. В підсумку обидва підключені прилади можуть повноцінно функціонувати, не перевантажуючи ні мережу, ні проводку.



РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИТРАТ НА ВИРОБНИЦТВО ПРИСТРОЮ

3.1. Розрахунок витрат на виготовлення пристрою

3.1.1. Розрахунок трудоємності процесу складання пристрою

Трудоємність річної програми випуску виробів визначається за формулою:

$$T_p = \frac{t_{шт} \cdot N}{60} \quad (3.1)$$

де T_p – трудоємність річної програми випуску продукції;

$t_{шт}$ – час на збір одиниці виробу, $t_{шт} = 25$ хв;

N – річна норма випуску виробів, $N = 45000$ шт.

$$T_p = \frac{25 \cdot 45000}{60} = 18\,750$$

3.1.2. Розрахунок параметрів потокової лінії

Роботу потокової лінії характеризують наступні показники: дійсний час, такт, темп, ритм.

Для знаходження такту необхідно розрахувати дійсний фонд робочого часу. Його розраховують за формулою:

$$\Phi_d = D_p \cdot Z_3 \cdot P_{CM} \cdot K_c \quad (3.2)$$

де Φ_d – дійсний фонд робочого часу;

D_p – кількість робочих днів на запланований рік, $D_p = 253$;

Z_3 – середня тривалість робочої зміни, $Z_3 = 10$;

P_{CM} – кількість змін на підприємстві, $P_{CM} = 1$;

K_c – коефіцієнт використання робочого часу, $K_c = 0,97$.

$$\Phi_d = 253 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,97 = 2454,1$$

Такт потокової лінії знаходимо за формулою:

$$r = \frac{T_p \cdot 60}{N} \quad (3.3)$$

де r – такт потокової лінії

$$r = \frac{18750 \cdot 60}{45000} = 25$$

Ритм потокової лінії визначається за формулою:

$$R = r \cdot N_{\Pi} \quad (3.4)$$

де R – ритм потокової лінії;

N_{Π} – кількість виробів в партії, $N_{\Pi} = 15$.

$$R = 25 \cdot 15 = 375$$

Темп потокової лінії визначається за формулою:

$$T = \frac{60}{r}, \quad (3.5)$$

$$T = \frac{60}{25} = 2,4$$

Кількість робочих місць для кожної ділянки складання приладу визначається окремо, так щоб коефіцієнт завантаження не був більшим за одиницю..

Результати відповідних розрахунків зображені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Розрахунок необхідної кількості робочих місць на потоковій лінії

Назва технологічної операції	Необхідно часу (хв)	Такт (хв)	Кількість робочих місць		Коефіцієнт завантаження
			Розрахована	Прийнята	
Монтаж плати:					
Монтажна плата	7,4	3,68	0,48	1	0,48
Слюсарно-складальні роботи:					
Кріплення плати	6,5	3,68	0,49626	1	0,496
Панель передня	2	3,68	0,17	1	0,17
Панель задня	1,6	3,68	0,109	1	0,109
Основа	7	3,68	0,58	1	0,58
Всього:	24,5	×	2,19	5	2,19

Швидкість руху конвеєра знаходимо за формулою:

$$V = \frac{1}{r}, \quad (3.6)$$

де V – швидкість руху конвеєра;

I – крок конвеєра, $I = 1\text{м}$.

$$V = \frac{1}{25} = 0.04$$

Довжину робочої частини знаходимо за формулою:

$$L_{ПЛ} = L_{РЧ} + L_{ПП} \quad (3.7)$$

де $L_{ПЛ}$ – довжина потокової лінії;

$L_{РЧ}$ – довжина робочої частини;

$L_{ПП}$ – довжина привідного пристрою.

$$L_{РЧ} = I \cdot C_N \quad (3.8)$$

де C_N – прийнята кількість робочих місць.

$$L_{РЧ} = 1 \cdot 6 = 6$$

Довжина привідного пристрою визначається за формулою:

$$L_{ПП} = 2 \cdot \pi \cdot P \quad (3.9)$$

де P – радіус привідного пристрою, $P=0,4$;

$$L_{ПП} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 = 2,5$$

$$L_{ПЛ} = 6 + 2,5 = 8,5$$

3.1.3. Розрахунок вартості устаткування та площі ділянки

Площа потокової лінії знайдемо за формулою:

$$S = S_0 + S_{\partial} \quad (3.10)$$

де S – площа потокової лінії (м^2);

S_0 – основна площа (м^2);

S_{∂} – додаткова площа (м^2).

$$S_0 = (Ш_{\kappa} + Ш_{П}) \cdot L_{ПЛ}, \quad (3.11)$$

де $Ш_{\kappa}$ – ширина потокової лінії, $Ш_{\kappa} = 1\text{м}$;

$Ш_{П}$ – ширина проходів, $Ш_{П} = 2,5\text{м}$;

$$S_0 = (1 + 2,5) \cdot 8,5 = 29,75$$

$$S_{\partial} = S_M + S_H + S_{CK} \quad (3.12)$$

де S_M – площа ,яка необхідна майстру, $S_M = 7 \text{ м}^2$;

S_H – площа для налагоджувача, $S_H = 6 \text{ м}^2$;

$S_{СК}$ – площа приміщень призначених для складу, $S_{СК} = 1,645 \text{ м}^2$;

$$S_{\partial} = 7 + 6 + 1,645 = 14,645 \text{ м}^2$$

$$S = 29,75 + 14,645 = 44,395$$

Необхідність в устаткуванні визначається за формулою:

$$O = \frac{T_p}{\Phi_d}, \quad (3.13)$$

де T_p – трудоемність річної програми випуску продукції;

Φ_d – дійсний фонд робочого часу.

$$O = \frac{18750}{2454.1} = 7,64$$

Результати розрахунків відображаються в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Відомість устаткування

Назва устаткування	Тип	Кількість	Вартість устаткування (грн)		З врахуванням ТЗВ
			Одиниці	Всього	
1. Механізована лінія для пайки	ЛМП02	1	39200	39200	39984
2. Автомат для паяння мікросхем	АПМ-1, ІТ-2334	1	28700	28700	29274
Всього	×	2	×	67900	69258

ТЗВ – транспортно-заготівельні витрати. ТЗВ = 2%

Площа для розміщення устаткування визначається приблизно 3 м^2 на одне устаткування. Загальна площа визначається за формулою:

$$S_z = S + S_y \quad (3.14)$$

де S_y - площа яка необхідна для устаткування

$$S_y = O + H \quad (3.15)$$

де H – норма площі на одне устаткування, $H = 2 \text{ м}^2$;

$$S_y = 7,64 + 2 = 9,64 \text{ м}^2$$

$$S_z = 44,395 + 9,64 = 54,035 \text{ м}^2$$

3.1.4. Розрахунок потреби в матеріалах

Всі матеріали для виготовленню виробу діляться на основні та допоміжні. Вартість матеріалів визначається виходячи з діючих цін. Результати проведеного аналізу цін та розрахунків занесені до таблиці 3.3, 3.4.

Таблиця 3.3 Вартість основних матеріалів

Назва матеріалів	Норма витрат (кг)	Загальна потреба (кг)	Ціна (грн.)	Вартість (грн.)	
				Одиниці	Всього
1. Склотекстоліт	0,07	800	11,75	0,24	9400
2. Полістирол	0,4	1100	10,15	0,28	11165
Всього:	×	×	×	0,51	20565

Таблиця 3.4. Вартість допоміжних матеріалів

Назва матеріалів	Норма витрат (кг)	Загальна потреба (кг)	Ціна (грн.)	Вартість (грн.)	
				Одиниці	Всього
1. Припій	0,08	800	22,1	0,44	17680
2. Флюс	0,075	750	11,7	0,22	8775
3. Провід монтажний	0,1	1030	3,75	0,097	3862,5
4. Лак УР-231	0,065	650	8,4	0,14	5460
5. Спиртово-бензинова суміш	0,058	584	10,15	0,15	5927,6
Всього:	×	×	×	2,194	46385,1

Вартість комплектуючих виробів визначається виходячи з їх кількості і діючих цін. Результати аналізу ринку цін та їх розрахунку відображені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. Розрахунок вартості комплектуючих виробів

Назва комплектуючих виробів	кількість (шт)		Ціна (грн)	Вартість (грн)	
	один	Всього		Одиниці	Всього
1. Мікроконтролер ATmega 328P	1	45 000	55,98	55,98	2 519 100
2. Датчик струму ACS712	1	45 000	66,71	66,71	3 001 950
3. Реле SRD-05VDC-SL-C	2	90 000	11,31	22,62	1 017 900
3. Стабілітрон 5V	1	45 000	0,3	0,3	13 500

Назва комплектуючих виробів	кількість (шт)		Ціна (грн)	Вартість (грн)	
	один	Всього		Одиниці	Всього
6. Стабілізатор AMS1117	1	45 000	1,5	1,5	67 500
7. Конденсатор 1,5 мкФ	1	45 000	6,32	6,32	284 400
8. Конденсатор K10-17A H50 100 мкФ	1	45 000	18,36	18,36	826 200
9. Конденсатор 1мкФ	1	45 000	5,82	5,82	261 900
10. Конденсатор 0,5мкФ	1	45 000	5,32	5,32	239 400
11. Резистор 330 кОм	3	135 000	1,45	4,35	195 750
12. Резистор С-29-0,25 2,4 кОм	4	180 000	1,45	5,8	261 000
13. Резистор HP-1-4-9M 470 кОм	1	45 000	1,45	1,45	65 250
14. Резистор 47 кОм	1	45 000	1,67	1,67	75 150
15. Резистор 10 кОм	4	180 000	1,45	5,8	261 000
16. Мікросхема TSOP31236	1	45 000	12	12	540 000
17. Діоди 1N4007	4	180 000	0,35	1,4	63 000
Всього	-	-	-	211	9 495 000

3.1.5. Розрахунок чисельності робітників

Для розрахунку необхідної чисельності робітників необхідно визначити ефективний фонд часу роботи одного працівника. Результати відображені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6. Розрахунок ефективного часу роботи одного працівника

Показники	Дні	Години	Відсоток
1. Календарний фонд робочого часу	365	8760	
2. Вихідні та святкові дні	110	2640	
3. Номінальний фонд робочого часу	253	2530	100%
4. Планові невиходи на роботу			
4.1. Щорічна відпустка	29,7	296	11,7%
4.2. Учбова відпустка	1,34	13,4	0,5%
4.3. Невиходи по хворобі	4,2	42	1,7%
4.4. Невиходи по вагітності	0,52	5,2	0,2%
4.5. Невиходи з дозволу Адміністрації	0,5	5	0,2%
4.6. Всього	36,16	361,6	14,3%

Показники	Дні	Години	Відсоток
5. Внутрішньозмінні витрати часу	2,1	21,5	0,9%
6. Всього витрати робочого часу	38,3	383,2	15,1%
7. Дійсний (ефективний) ФРЧ	214,65	2146,5	
8. Коефіцієнт використання робочого часу	0,85	0,84	
9. Середня довжина зміни		10	

Чисельність основних робітників визначається згідно формули:

$$\text{ЧОР} = \frac{T_p}{F_{\text{д2}} \cdot K_H}, \quad (3.16)$$

де ЧОР – Чисельність основних робітників;

$F_{\text{д2}}$ – дійсний фонд часу роботи на одного працівника, $F_{\text{д2}} = 2146,6$;

K_H – коефіцієнт виконання норми виробництва, $K_H = 1,1$;

$$\text{ЧОР} = \frac{18750}{2146,6 \cdot 1,1} = 8$$

Чисельність допоміжних робітників повинна становити 15% від кількості основних робітників. Чисельність керівників, спеціалістів та службовців визначається відповідно до чисельності основних і допоміжних робітників: керівники – 7%; спеціалісти – 5%; службовці – 3%.

Результати кількості необхідних робітників відображені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7. Відомість працюючих

Категорії працюючих	Чисельність працюючих			Відсоток	
	Всього	В тому числі		Від кількості основних робітників	Від загальної кількості
		1 зміна	2 зміна		
1. Основні робітники	2	2	—	100	33,33
2. Допоміжні робітники	1	1	—	50	16,67
3. Керівники	1	1	—	50	16,67
4. Спеціалісти	1	1	—	50	16,67
5. Службовці	1	1	—	50	16,67
Всього:	6	6	—	×	100

3.1.6. Розрахунок фонду заробітної плати

Фонд заробітної плати складається з основного і додаткового фонду.

$$\text{ФЗП} = \text{ФЗП}_o + \text{ФЗП}_d, \quad (3.17)$$

де ФЗП – фонд заробітної плати;

ФЗП_о – Основний фонд заробітної плати;

ФЗП_д – додатковий фонд заробітної плати.

Основний фонд заробітної плати визначається за формулою:

$$\text{ФЗП}_o = (P + D) \cdot N, \quad (3.18)$$

де P – розцінка;

D – розмір доплати.

Розцінка знаходиться за формулою:

$$P = \frac{C_q \cdot t_{шт}}{60} \quad (3.19)$$

де C_q – погодинна тарифна ставка працівника відповідного розряду.

Доплата визначається як 35% основного фонду, а додатковий фонд зарплати - 15%. Результати розрахунків відображаються в таблиці 3.8

Таблиця 3.8. Розрахунок фонду зарплати основних робітників

Назва технологічної операції	Розряд	C _q , грн	Норма часу, хв	Розцінка, грн	Доп-лата, грн	ФЗП _о , грн	ФЗП _д , грн	ФЗП всього, грн
1. Монтаж плати								
Монтажна плата	4	1,5	8	0,20	0,07	10800	1620	12420
2. Слюсарно-складальні роботи.								
Кріплення плат	3	0,9	3,3	0,05	0,01	2400	360	2760
Передня панель.	3	0,8	1,55	0,02	0,01	1200	180	1280
Задня панель	3	0,7	1,6	0,01	0,01	800	120	920
Основа	3	0,7	7,4	0,08	0,02	4400	660	5060
Всього:	×	×	21,85	0,36	0,12	8800	2940	22440

Фонд заробітної плати допоміжних робітників складається з основного і

додаткового фонду заробітної плати.

Основний фонд заробітної плати визначається за формулою:

$$\Phi ЗП_О = \Phi ЗП_П + D, \quad (3.20)$$

де $\Phi ЗП_П$ – погодинний фонд заробітної плати.

Погодинний фонд заробітної плати знаходиться за формулою:

$$\Phi ЗП_П = \Phi_ч \cdot Ч \cdot F_{д2}, \quad (3.21)$$

де $F_{д2}$ – дійсний фонд часу роботи одного працівника.

Доплати і додатковий фонд заробітної плати визначається аналогічно основним робітникам. Результати розрахунків відображаються в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9. Розрахунок фонду заробітної плати допоміжних робітників

Професія робітника	Кільк.	Погодинна тарифна ставка, грн.	Дійсний фонд часу, год.	Погодин-ний $\Phi ЗП$, грн.	Доплата, грн.	$\Phi ЗП_д$	$\Phi ЗП$ всього, грн.
Налагоджувач	1	1,6	2146,50	3434,4	1202,04	515,16	5151,59
Підсобний робітник	1	1,3	2146,5	2790,45	976,66	418,57	4185,68
Всього:	2	×	4293	17118	5991,25	3466,37	9337

Фонд заробітної плати керівників, спеціалістів і службовців складається з основного фонду заробітної плати і додаткового фонду заробітної плати.

Основний фонд заробітної плати визначається за формулою:

$$\Phi ЗП_О = П_О \cdot Ч \cdot 12, \quad (3.22)$$

де $П_О$ – посадовий оклад; $Ч$ – чисельність робітників; 12 – кількість місяців.

Додатковий фонд заробітної плати визначається в розмірах аналогічно основним робітникам. Результати розрахунків відображаються в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10. Розрахунок фонду заробітної плати керівників, спеціалістів та службовців

Категорія і посада робітника	Чисельність чол.	$П_О$, грн.	$\Phi ЗП_О$, грн.	$\Phi ЗП_д$, грн.	$\Phi ЗП$, грн. Всього
1. Керівники	1	1632	19584	2937	22501
2. Спеціалісти					
інженер	1	1415	16980	2547	19520
3. Службовці					
діловод	1	985	11820	1773	13593

Відрахування від фонду заробітної плати встановлюється в наступних розмірах:

- на пенсійне страхування – 33,20%;
- на соціальне страхування – 1,50%;
- на випадок безробіття – 1,30%;
- від нещасних випадків – 2,55%.

Результати проведених розрахунків знаходяться в таблиці 3.11.



Табл
иця
3.11.
Звед
ена
відо
міст
ь
фон
ду
заро
бітн
ої
плат
и

Відрахування, грн.	Нещасний випадок	1111,30	321,42	753,83	661,92	447,92	3200
	На випадок безробіття	566,5491	163,8637	394,50255	342,55	238,55	1600
	Соціальне	653,7105	189,0735	455,19525	395,25	275,25	2000
	Пенсійне	14468,7924	4184,8268	10074,9882	8748,2	6092,2	42400
Сер. Місячна зарплата, грн.		3631,72	1050,40	2528,862	2195,833	1529,17	10933,33
ФЗП Всього, грн.		43580,7	12604,9	30346,35	26350	18350	131200
Додатк. ФЗП, грн.		11298,7	3267,95	7845,35	6830	4757	34000
Основний ФЗП, грн.		32282	9337	22501	19520	13593	97200
Доплата, грн.		4959,68	3071,06				8031
Тарифний ФЗП		14170,54	8774,6				22945
Чисельність, чол.		2	1	1	1	1	6

Категорії Працююч их	1. Ос новн і ро бітні ки	2. До помі жні Ро бітні ки	3. Керів ник и	4. Спеціалі істи	5. Службо вці	6. В сього о:
----------------------------	---	---	----------------------	---------------------	------------------	---------------------

3.1.7. Складання кошторису витрат

Для розрахунку витрат виробництва необхідно визначити накладні витрати. Їх визначають у відповідних розмірах від основного фонду зарплати виробничих робітників:

Стаття 1. Витрати на підготовку і освоєння виробництва – 15%

Стаття 2. Загальні виробничі витрати – 30%

Стаття 3. Адміністративні витрати – 10%

Стаття 4. Витрати на збут – 3%

Результати розрахунків відображено в таблиці 3.12

Таблиця 3.12. Розрахунок накладних витрат

Статті накладних витрат	Відсоток %	Сума (грн.)	
		На загальний выпуск	На одиницю
1. Витрати на підготовку та освоєння виробництва	15	99 180	2,48
2. Загальні виробничі витрати	30	198 360	4,96
3. Адміністративні витрати	10	66 120	1,65
4. Витрати на збут	3	19 836	0,50
Всього:	×	383 496	9,59

Для розрахунку суми амортизаційних відрахувань необхідно визначити:

- вартість основних фондів;
- вартість будівель визначається виходячи з діючих цін, за $1\text{ м}^2 = 2600$ грн.;
- вартість устаткування виходячи з даних таблиці 3.2;
- вартість інструментів визначається з розрахунку 637,9 грн., на одного робітника, враховуються основні та допоміжні працівники;
- вартість конвеєра виходячи з діючих цін.

Результати розрахунків відображено в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13. Вартість основних виробничих фондів

Види основних фондів	Кількість	Ціна (грн.)	Вартість(грн.)
1. Будівля	40,60(м²)	2600	105567
2. Інструменти	3	637,9	1913,7
3. Технологічне устаткування	2	3310,77	6621,54
Всього:	×	×	177538

Розрахунок амортизаційних відрахувань проводимо за формулою:

$$P = \frac{\Phi \cdot H_a}{100\%} \quad (3.23)$$

де Р – сума амортизаційних відрахувань;

Φ – вартість виробничих фондів;

H_a – діюча норма амортизації.

Результати проведених розрахунків зображено в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Види основних фондів	Вартість (грн.)	Норма амортизаційних відрахувань, %	Сума амортизаційних відрахувань (грн.)
1. Будівля	105569	8	8445,39
2. Інструмент	1913,7	40	765,48
3. Технологічне устаткування	6621,55	24	1589,19
Всього:	114102	×	10800

Таблиця 3.15. Кошторис витрат

Елементи витрат	Сума, (грн.)	Відсоток
1. Матеріальні витрати	400000	59,32
2. ТЗВ	7000	0,98
3. Заробітна плата	91200	12,54
4. Відрахування		
4.1. Пенсійне	41400	5,47
4.2. Соціальне	2000	0,26
4.3. На випадок безробіття	1600	0,21
4.4. Від нещасних випадків	3200	0,41
5. Амортизація основних фондів	10800	1,39
6. Інші витрати	150600	19,42
Всього:	707800	100

3.1.8. Розрахунок вартості у відпускних цінах

Результати розрахунків відображаються в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16. Розрахунок собівартості та ціни виробу

Статті калькуляції	Вартість, (грн.)	
	Одиниці виробу	Всього
1. Основні матеріали	0,51	20565
2. Допоміжні матеріали	2,19	46 385,10
3. Комплектуючі вироби	211	9 495 000
4. ТЗВ	0,17	6800
5. Зворотні відходи	0,06	2400
6. Амортизація	0,27	10800
7. Основна зарплата	2,16	97200
8. Додаткова зарплата робітників	0,75	34000
9. Відрахування		
9.1. Пенсійне	0,94	42400
9.2. Соціальне	0,04	2000
9.3. На випадок безробіття	0,03	1600
9.4. Від нещасних випадків	0,07	3200
10. Виробнича собівартість	218,19	9 818 550
11. Витрати на підготовку та освоєння Виробництва	9,59	383 496
12. Загально виробничі витрати	4,96	198 360
13. Адміністративні витрати	1,65	66 120
14. Витрати на збут	0,50	19 869
15. Загальна собівартість	225,3	10 138 500
16. Нормативна рентабельність (20%)		
17. Прибуток від реалізації	15,87	1 519 489,02
18. Вартість продукції в гуртових цінах	231,17	10 402 650
19. ПДВ	46,23	2 080 350
20. Оптова збутова надбавка	5,06	238400
21. Гуртова ціна реалізації	282,36	12 710 700
22. Податок на прибуток	50,82	2 287 116
23. Вартість продукції у відпускних цінах	333,18	14 993 100

Вартість комплектуючих одного виробу становить 211 грн. В партії 45 тис. шт. відпускна ціна буде становити 333,18 грн.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено пристрій на основі мікроконтролера ATmega 328P для автоматичного регулювання напруги мережі.
2. Даний прилад дозволяє підключати електроприлади, сумарна потужність яких перевищує ліміт потужності цієї лінії електромережі;
 - Підключати додаткові електроприлади без прокладання додаткових дротів;
 - Запобігати перевантаженню електропроводки;
 - Унеможливити збитки та незручності, пов'язані з вимиканням вхідного автомата;
 - Знижувати перевантаження струму електромережі, що виникає після тимчасових вимикань електропостачання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуревич, В. И. Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы [Текст]// М.: Инфра-Инженерия, 2011.—336 с.
2. 2. Долбилова, Е. Г., Наконечный М. В. Основные направления развития систем РЗА, проблемы и недостатки в микропроцессорной защите [Электронный ресурс]// Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке, 2012, Т. 1, с. 101–105
3. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013. – 533 с.
4. Гуревич, В. И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения[Электронный ресурс] : Настольная книга электротехника. - М.: СОЛОН-Пресс : ДМК пресс, 2011. - 688 с.:
5. Топильский В. Б. Микроэлектронные измерительные преобразователи. - 2-е изд. - М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013
6. Богомолов Б.Н. Устройства с датчиками Холла и датчиками магнитосопротивления. - М: Госэнергоиздат, 1961.
7. Седова Е.А. Методы косвенного измерения токов сило-вой цепи электрических аппаратов // Вісник НТУ "ХПІ". - 2010. - №36
8. Портной Г. Современные магниточувствительные датчики Холла и приборы на их основе // Вестник автоматизации. - 2013. - №1
9. Данилов А. Современные промышленные датчики тока / А. Данилов // Современная электроника. – 2004. – октябрь. С. 26–35

10. Волович Г. Интегральные датчики Холла [Электронный ресурс] / Г. Волович // НПФ Электропривод. – режим доступа: www.gearmotor.ru/holl.htm. – Загл. с экрана.
11. Окоси Т. Волоконно-оптические датчики / Т. Окоси, К. Окамото, М. Оцу; под ред. Т. Окоси; пер. с япон. – Л.: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
12. Афанасьев В.В. Трансформаторы тока / В.В. Афанасьев и [др.], Н.М. Адоньев, В.М. Кибель, И.М. Сирота, Б.С. Стогний. – Л. : Энергоатомиздат, 1989. – 416 с.
13. Закон України «Про пожежну безпеку».
14. Закон України «Про охорону праці».
15. Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я».

Додаток А. Охорона праці

4.1. Санітарні норми для виробничих та допоміжних приміщень

Вибір типу виробничого приміщення визначається технологічним процесом, можливістю боротьби з шумом, вібраціями і забрудненням повітря. Наявність великих віконних прорізів і ліхтарів повинна забезпечувати хорошу природну освітленість. У приміщенні обов'язково повинні бути пристрої вентиляції.

Обсяг і площа виробничого приміщення, які повинні виділятися на кожного працюючого за санітарними нормами, повинні бути не менше 15 м³ і 4,5 м² відповідно. Висота виробничих приміщень не повинна бути менше 3,2 м. Стіни і стелі необхідно споруджувати з малотеплопровідних матеріалів, що не затримують осадження пилу. Підлоги повинні бути теплими, еластичними, рівними і неслизькими. Якщо роботи пов'язані із застосуванням отруйних речовин (наприклад, ціанистих солей, ртуті, свинцю), то до внутрішньої обробки пред'являються спеціальні вимоги.

У приміщеннях з великим виділенням пилу (шліфування, розмел) слід передбачати прибирання приміщень за допомогою пиłosосів або гідрозмиву. Підлоги не повинні, пропускати в приміщення ґрунтові вод, шкідливих газів. У приміщеннях, де робочі місця обслуговуються стоячи, підлоги повинні бути малотеплопровідні. При необхідності допускаються підлоги зі значною теплопровідністю (бетонні, керамічні), але за умови укладання на підлогу на робочих місцях дерев'яних щитів або теплоізолюючих килимків. У приміщеннях, де застосовуються агресивні та шкідливі речовини, підлоги виготовляються з матеріалів, стійких щодо хімічної дії цих речовин і не допускають їх поглинання. Для відведення пролитих на підлогу агресивних і шкідливих рідин передбачаються стоки в каналізацію.

До допоміжних приміщень електростанцій і підстанцій відносяться адміністративно-канторські та санітарно-побутові приміщення, приміщення громадських організацій, пункти охорони здоров'я, пункти харчування. Допоміжні приміщення, як правило, слід розміщувати в прибудовах до

виробничих будівель або в окремо розташованих будинках. У деяких випадках допоміжні приміщення допускається розміщувати всередині виробничих будівель, якщо цьому не перешкоджає характер виробничих процесів, санітарно-гігієнічні вимоги і прийняті конструктивні рішення.

При влаштуванні побутових приміщень (гардеробні, душі, туалети і т. П.) В окремих будівлях вони повинні з'єднуватися з виробничими будівлями опалювальними переходами.

Висота поверхів допоміжних приміщень повинна бути 3,3 м. Висоту побутових і адміністративно-конторських приміщень, розташованих в виробничих будівлях (наприклад, на антресолях), допускається приймати не менше 2,5 м від підлоги до стелі і не менше 2,2 м від підлоги до низу виступаючих конструкцій.

4.2.Організація робочого місця

Робоче місце - це зона прикладання праці певного працівника або групи працівників (бригади). Організація робочого місця полягає у виконанні низки заходів, що забезпечують раціональний і безпечний трудовий процес та ефективне використання знарядь і предметів праці, що підвищує продуктивність і сприяє зниженню втомлюваності працюючих.

Правильний вибір робочої пози (з можливістю її зміни) виключає або зводить до мінімуму шкідливий вплив виконуваної роботи на організм людини. Руки робочого (оператора), що знаходяться в позі «стоячи» або «сидячи», здійснюють рух в межах певної максимальної зони. Щоб ці рухи були економними, без зайвого навантаження, для рук рекомендується певна робоча зона, в межах якої і слід розміщувати органи управління виробничим обладнанням (наприклад, верстатом, рукоятками і важелями вантажопідйомної машини, ключами і кнопками управління електричними апаратами і машинами та ін.)

Зручне і раціональне розташування матеріалів, інструментів і пристосувань дозволяє виключити зайві рухи. Інструменти і оброблювані матеріали і вироби слід розташовувати на робочому місці з урахуванням їх

застосування: більш часто вживані предмети розміщуються в оптимальній робочій зоні досяжності рук без нахилів тулуба; рідковживані в більш віддаленій зоні.

Таким чином, при організації робочого місця необхідно виконувати вимоги ергономіки, тобто враховувати всі фактори, що впливають на ефективність дій людини-оператора при забезпеченні безпечного способу його роботи.

Серед заходів, спрямованих на створення раціональних умов трудового процесу, важливе значення має режим праці і відпочинку. Особливо це відноситься до роботи виробничого персоналу, що виконує одноманітну роботу на верстатах з ручним керуванням (штампування, різання металу, свердління та ін.).

Чіткий ритм праці обумовлює нормальне функціонування організму людини в процесі роботи з мінімальною затратою нервової і м'язової енергії. Ритмічна праця менш обтяжлива і забезпечує більшу безпеку праці. Всі порушення трудового ритму протягом робочого дня (організаційні неполадки, відсутність потрібних деталей, інструментів, технічної документації та ін.) Ведуть до зниження працездатності і до швидкої стомлюваності.

.

4.3 Техніка безпеки при роботі з електрообладнанням

Електроустановками називаються установки, в яких проводиться, перетворюється, розподіляється і споживається електроенергія. У різних електроустановках є різна небезпека ураження людей електричним струмом, так як параметри електроенергії, умови експлуатації електрообладнання та характер середовища приміщень, в яких воно встановлено, вельми різноманітні. Комплекс захисних заходів має відповідати вигляду електроустановки і умов застосування електроустаткування, забезпечуючи достатню безпеку.

Безпека обслуговуючого персоналу і сторонніх осіб повинна забезпечуватися виконанням наступних заходів:



- Дотримання відповідних відстаней до струмоведучих частин або шляхом закриття, огороження струмоведучих частин;
- Застосування блокування апаратів і захисних пристроїв для запобігання помилкових операцій і доступу до струмоведучих частин;
- Застосування попереджувальних сигналізацій, написи і плакати;
- Застосування пристроїв для зниження напруженості електричних і магнітних полів до допустимих значень;

Використання засобів захисту і пристосувань, в тому числі для захисту від впливу електричного і магнітного полів в електроустановках, в яких їх напруженість перевищує допустимі норми.

Роботодавець в залежності від місцевих умов може передбачати додаткові заходи безпеки праці, що не суперечать чинним правилам з охорони праці при експлуатації електроустановок. Ці заходи безпеки повинні бути внесені у відповідні інструкції з охорони праці, доведені до персоналу у вигляді розпоряджень, вказівок, інструктажу.

Електроустановки повинні знаходитися в технічно справному стані, що забезпечує безпечні умови праці.

4.4 Пожежна безпека

Будівельними нормами і правилами, міжгалузевими правилами пожежної безпеки, галузевими стандартами і правилами пожежної безпеки, затвердженими міністерствами і відомствами, а також інструкціями щодо забезпечення пожежної безпеки на окремих об'єктах.

Для запобігання пожежі необхідні наступні заходи:

- запобігання утворенню горючого середовища;
- запобігання знаходження в займистому середовищі джерел запалювання;

- підтримання температури і тиску займистого середовища нижче максимально допустимих по горючості;
- зменшення визначального розміру займистого середовища нижче максимально допустимого по горючості.

Протипожежний захист забезпечують наступні заходи

- а) максимально можливе застосування негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів замість пожежонебезпечних;
- б) обмеження кількості горючих речовин і їх належне розміщення;
- в) ізоляція займистого середовища;
- г) запобігання поширенню пожежі за межі вогнища;
- д) застосування засобів пожежогасіння;
- е) застосування конструкцій об'єктів з регламентованою межею вогнестійкості і горючістю;
- ж) евакуація людей;
- з) застосування засобів колективного та індивідуального захисту;
- і) застосування засобів пожежної сигналізації та засобів сповіщення про пожежу;
- к) організація пожежної охорони об'єкта.

Організаційними заходами щодо забезпечення пожежної безпеки є навчання робітників і службовців правилам пожежної безпеки; розробка і реалізація норм і правил пожежної безпеки, інструкцій про порядок роботи з пожежонебезпечними речовинами і матеріалами; виготовлення і застосування засобів наочної агітації щодо забезпечення пожежної безпеки. Важливим заходом щодо забезпечення пожежної безпеки є організація пожежної охорони об'єкта, яка передбачає профілактичне і оперативне обслуговування об'єктів, що охороняються.

4.6. Пожежобезпека електроустаткування

Якщо палаючу електроустановку не відключили і вона знаходиться під напругою, то гасіння її становить небезпеку ураження електричним струмом. Як

правило, гасити ручними засобами пожежу електроустаткування слід після зняття з нього напруги. Якщо чомусь зняти напругу неможливо, то допускається гасіння установки, що знаходиться під напругою, але з дотримання особливих заходів електробезпеки, які передбачені Інструкцією по гасінню пожеж в електроустановках електростанцій і підстанцій.

Керівником гасіння пожежі до прибуття першого пожежного підрозділу є старший по зміні енергетичного об'єкта - начальник зміни, черговий інженер, диспетчер електромереж, черговий по підстанції. Відключення приєднань, на яких горить електрообладнання, може проводитися черговим без попереднього дозволу вищого оперативного персоналу, але з наступним повідомленням.

Гасіння пожеж компактними і розпорошеними водяними струменями без зняття напруги з електроустановок допускається тільки у відкритих для огляду ствольщика електроустановках, в тому числі палаючих кабелів при номінальній напрузі до 10 кВ. При цьому ствол повинен бути заземлений, а ствольщик-працювати в діелектричних ботах і рукавичках і перебувати на відстані від вогнища не менше 3,5 м при діаметрі сопла 13 мм і напрузі до 1 кВ включно і 4,5 м при напрузі до 10 кВ. При діаметрі сопла 19 мм ці відстані збільшуються відповідно до 4 і 8 м. При цьому застосування морської і сильно забрудненої води не допускається.

Гасіння пожеж ручними засобами в сильно задимлених приміщеннях енергооб'єктів з проникненням в них без зняття напруги не допускається.

При загорянні обмотки генератора або синхронного компенсатора електрична машина повинна бути відключена від мережі і зупинена, після чого слід включити стаціонарну систему водяного пожежогасіння. Застосування пінних хімічних вогнегасників для гасіння пожежі всередині генератора або синхронного компенсатора інструкцією забороняється.

При загорянні водню в зливних маслопроводах, в зоні висновків та інших місцях генератора або синхронного компенсатора з водневим охолодженням необхідно зупинити турбіну генератора (відключити компенсатор від мережі), а потім від централізованої системи пожежогасіння подати вуглекислий газ або

азот в корпус для витіснення водню. Одночасно слід приступити до гасіння палаючого водню за допомогою вуглекислотних вогнегасників та інших засобів пожежогасіння.

