

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:**  
**«Пристрій захисту апаратури від аварійних режимів роботи**  
**мережі»**

**Завідувач кафедру**

**Опанасюк А. С.**

**Керівник**  
**кваліфікаційної роботи**

**Новгородцев А. І.**

**Виконав студент**  
**гр. ЕС – 81**

**Рубежанський І. В.**

**Суми 2022 р**

# Сумський державний університет

Факультет ЕлІТ

Кафедра «Електроніки і комп'ютерної техніки»

Спеціальність 6.171 «Електроніка»

Затверджую:

Зав.кафедрою Е і КТ

Опанасюк А. С.

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2022 р.

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

**Рубежанському Ігорю Валентиновичу**

1. Тема роботи: **«Пристрій захисту апаратури від аварійних режимів роботи мережі»**

Затверджена наказом по університету від „\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2022 р. № \_\_\_\_\_

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 14.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- напруга мережі 40...400 В;
- інтервал установки нижнього порогу відключення 170...200 В;
- інтервал установки верхнього порогу відключення 240...270 В;
- максимальний струм навантаження 16 А;
- наявність блоку індикації режимів роботи пристрою;
- реалізувати пристрій на базі мікроконтролера.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

- розробка алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою;
- розробка та розрахунок принципової схеми пристрою.

5. Перелік графічного матеріалу:

- креслення схеми алгоритму;
- креслення схеми електричної структурної;
- креслення схеми електричної принципової.

Дата видачі завдання: 20.03.2022 р.

Прийняв до виконання студент:

Рубежанський І. В.

## Календарний план

№ п/п	Перелік етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітки
1	Огляд літератури за вибраним напрямком проектування	22.03.2022 р.	
2	Розробка алгоритму функціонування пристрою	10.04.2022 р.	
3	Розробка структурної схеми пристрою	15.04.2022 р.	
4	Розробка функціональної схеми пристрою	22.04.2022 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки	30.04.2022 р.	
6	Розробка та оформлення графічної частини	10.05.2022 р.	
7	Представлення роботи на рецензування	15.05.2020 р.	
8	Представлення роботи для захисту	28.05.2020 р.	

Керівник кваліфікаційної

Новгородцев А. І.

Роботи бакалавра:

Студент:

Рубежанський І. В.

## **Реферат**

Пояснювальна записка містить: 33 сторінки, 9 рисунків, 5 літературних джерел.

Графічна частина роботи містить: блок-схему алгоритму роботи пристрою, структурну і принципову електричні схеми.

Пояснювальна записка містить три розділи.

Перший розділ містить огляд технічної літератури за вибраним напрямком проектування.

Другий розділ присвячений розробці алгоритму функціонування і структурної схеми.

У третьому розділі розроблена принципова схеми пристрою і виконаний розрахунок основних вузлів принципової схеми.

По результатам розробки зроблені висновки.

Приведений перелік літературних джерел.

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1.Огляд літератури за вибраним напрямком проектування .....	7
1.1 Пристрій захисту побутових приладів від коливань напруги .....	10

Висновки .....	
Література .....	

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.436.ПЗ</i>			
Изм	Лист	№ докум.	Подпис	Дата	Пристрій захисту апаратури від аварійних режимів роботи мережі. Пояснювальна записка.	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Рубежанський				3	33	
Проверил		Новгородцев						
Реценз.								
Н. Контр.								
Утверд.		Опанасюк			СумДУ ЕС – 81			

## Вступ

Не завжди в нашій мережі спостерігається напруга 220 В, найчастіше нижче норми, або значно вище її. Багато хто помічав той момент, коли лампочки яскраво спалахували або тьмяніли. З різних причин електромережа може коливатися від 215 В до 250 В та більше.

Як результат така зміна в мережі призводить до поломки дорогих електроприладів та техніки. Набагато дешевше поставити схему захисту від перенапруги.

Перенапруга – це ненормальний режим роботи в електричних мережах, який полягає у надмірному збільшенні значення напруги вище допустимих значень для ділянки електричної мережі, яка є небезпечною для елементів обладнання даної ділянки електричної мережі.

Основними характеристиками перенапруг є:

- максимальне значення амплітуди напруги при перенапрузі  $U_{\text{мак}}$ , або кратність перенапруг;
- тривалість дії перенапруги;
- Форму кривої перенапруг (аперіодична, коливальна, високочастотна та ін);
- широту охоплення елементів електричного кола.

Всі ці характеристики мають стохастичну природу і мають значний статистичний розкид, який обов'язково враховується при розрахунках. Для ізоляції високовольтних пристроїв низьких класів напруги ( $U < 220$  кВ) найбільш небезпечними є грозові перенапруги. Їхня ізоляція витримує комутаційні перенапруги будь-якої кратності.

Для ізоляції високовольтних пристроїв високих та надвисоких класів напруги ( $U > 330$  кВ) найнебезпечнішими є комутаційні перенапруги.

Тому на низьких класах напруги обмежують спеціальними пристроями лише грозові перенапруги, а на високих класах примусово обмежують і внутрішні перенапруги.

					ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

Ізоляція обладнання електроустановок розрахована на нормальну роботу за певних значень напруги, у разі наявності перенапруги, ізоляція приходить у непридатність, що призводить до пошкодження обладнання та становить<sup>4</sup> небезпеку для обслуговуючого персоналу або людей, які знаходяться у безпосередній близькості до елементів електричних мереж.

Перенапруги можуть бути двох видів – природними (зовнішніми) та комутаційними (внутрішніми). Природні перенапруги – явище атмосферної електрики. Комутаційні перенапруги виникають безпосередньо в електричних мережах, причинами їхнього прояву можуть бути великі перепади навантаження на лініях електропередач, ферорезонансні явища, післяаварійні режими роботи електричних мереж.

### **Зовнішні перенапруги.**

При експлуатації на ізоляцію впливають напруги, що значно перевищують номінальні перенапруги. Перенапруження, що виникають внаслідок грозових розрядів поблизу електричних установок або за прямого удару блискавки в електроустановку, називаються зовнішніми, або атмосферними. Найбільш небезпечні для ізоляції електроустановок атмосферні перенапруги.

Грозові перенапруги пов'язані з розрядами блискавки безпосередньо в струмопровідні частини електричної установки (перенапруження прямого удару) або в землю поблизу установки (індуктована перенапруга). При прямому ударі весь струм блискавки проходить у землю через уражений об'єкт. Падіння напруги на опорі цього об'єкта і дає перенапругу, яка може досягати кількох МВ.

Індуковані перенапруги виникають на дротах ліній електропередачі внаслідок різкої зміни електромагнітного поля поблизу землі під час удару блискавки. Амплітуда індукованих перенапруг зазвичай не перевищує 400-500 кВ, і вони становлять небезпеку тільки для електричних установок з номінальною напругою 35 кВ і нижче.

### **Атмосферні перенапруги.**

Грозава хмара, заряджена негативно, і земля, на поверхні якої індукуються позитивні заряди, утворюють гігантський конденсатор, причому напруженість

										Лист
										5
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ

електричного поля біля землі  $E$  може досягати 300 В/см, а у хмарі  $E_{10}$  кВ/см, середня напруженість рідко перевищує 10 кВ/ м. Проте в окремих місцях хмари та на гострих високих спорудах напруженість поля може досягати критичної, що дорівнює 25...30 кВ/см, що створює умови для розвитку грозового розряду.

Відповідно до розподілу зарядів у хмарі найчастіше між хмарою та землею виникають розряди негативної полярності (60...90%) у формі лінійної блискавки. Бувають інші форми блискавок, безпечні для електроустановок: кульова у вигляді кулі, що світиться, і тихі розряди зі слабким світінням.

Передрозрядний процес зазвичай починається з впровадження лавини електронів - стримеру від хмари до землі, тому що найбільша напруженість поля знаходиться в невеликому обсязі зарядів хмари, що представляє ніби вістря електрода по відношенню до землі - плоского електрода.

Якщо є високі об'єкти та низька грозова хмара, вістрям стає об'єкт та розвиток розряду відбувається з об'єкта на хмару. При розвитку розряду з хмари, розташованого високо, на звичайні об'єкти напрямок стримеру випадковий. Лише з певної висоти  $H$ , що дорівнює 20-кратній висоті об'єкта або блискавковідводу стример, починає орієнтуватися чи обирати певний об'єкт.

При висоті об'єкта більше 30 м висота орієнтування стримеру  $H=600$  м. Струм блискавки, протікаючи по об'єкту, має тепловий, механічний та електромагнітний вплив.

Теплове вплив, незважаючи на дуже велику силу струму, не таке велике через його короткочасність.

Механічна дія проявляється у розколах та руйнуваннях кам'яних та цегляних споруд, розщепленні та розколі дерев'яних опор та траверс внаслідок акустичного удару при розширенні каналу блискавки, дії електростатичних сил та випаровування вологи. Найбільші зусилля виникають при проходженні струму блискавки вузькими щілинами і тріщинами. Це враховується у конструкціях трубчастих розрядників.

Електромагнітний вплив особливо небезпечний, тому що в місці удару блискавки на об'єкті виникає потенціал у мільйони вольт, внаслідок чого з об'єкта

					ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5



на добре заземлені конструкції відбуваються вторинні розряди. Такі розряди всередині будівель небезпечні для життя людей і тварин, що опинилися на шляху розряду: між внутрішньою проводкою та добре заземленими конструкціями, водопровідними трубами тощо.

Поблизу входу струму блискавки в землю на її поверхні з'являється такий високий потенціал, як на об'єкті розряду: дереві, опорі, будівлі і споруді. Цей потенціал на поверхні землі різко знижується при віддаленні від входу струму блискавки в землю і з'являється небезпека ураження людей і тварин кроковою напругою через різницю потенціалів між двома точками на поверхні землі.

Особливо велика небезпека виникає при прямому ударі блискавки у проводи повітряних ліній електропередач, зв'язку, радіо, якщо вони не мають відповідного захисту або цей захист є незадовільним. Під впливом високої напруги ушкоджується ізоляція обладнання та виникають аварії в електроустановках, а проникнення хвилі перенапруги по проводах повітряних ліній у житлові, виробничі будівлі викликає ураження людей, тварин та пожежі.

Такі ж наслідки викликають перенапруги, що виникають у повітряних лініях при прямих ударах блискавки поблизу них внаслідок електростатичної та електромагнітної індукції.

### **Набігаючі хвилі перенапруги.**

Індуковані перенапруги. Під час руху грозової хмари на проводах ліній накопичуються заряди великої щільності поблизу розряду, що формується, який може знаходитися від лінії на відстані сотень метрів. У момент головного розряду заряди на проводах втрачають із ним

Результат той самий - відмова техніки та ламп освітлення. Гроза також може вивести з ладу всю вашу електротехніку. Перенапруження в мережі може досягти кілька тисяч вольт при ударі блискавки в лінію електропередач.

Тому під час грози краще відключати електроприлади від мережі та бажано встановити блискавкозахист у будинку. Крім того, великі перепади в мережі можуть виникнути під час роботи електрозварювання, регулювання напруги на підстанції, при знаходженні поруч великого заводу з великим споживанням

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Вим.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

електроенергії.

### **Внутрішні перенапруги.**

Найбільш різноманітні внутрішні перенапруги. Причини виникнення внутрішніх перенапруг дуже різноманітні (відключення лінії електропередач, трансформатора та інші перемикавання; обриви фаз; КЗ, перекриття та пробій ізоляторів).

Внутрішні перенапруги викликаються коливаннями енергії, запасеної в елементах мережі, або при зміні енергії, що надходить від джерел енергії (генератори при зміні початкових параметрів).

Елементи електромережі: джерела енергії; накопичувачі енергії (конденсатори, котушки індуктивності); поглиначі енергії (активні опори, корона, провідність ізоляції).

Внутрішні перенапруги поділяються на комутаційні, квазістаціонарні (усталені), стаціонарні.

Причин виникнення перенапруги в мережі досить багато, які можуть призвести до пожежі, створити небезпеку для здоров'я. Тому важливо мати захист від перенапруги у мережі. Схожих пристроїв багато, і встановити їх не складно. Таких пристроїв захисту може бути багато.

На вході стабілізатора напруга може змінюватися від В. Однак релейні і семисторні стабілізатори мають крок перемикавання обмоток трансформатора 8, тому кожен такий перехід напруги може відбитися як моргання ламп освітлення.

Найкращим варіантом буде вибір інверторного стабілізатора, який плавно регулює вихідну напругу, безшумний і має поріг стабілізації напруги від В до В. Встановивши такий стабілізатор, можна не турбуватися за перевищення мережі та за імпульсну перенапругу. При появі мережі всі стабілізатори автоматично вмикаються. Реле напруги також добре відслідковує перенапруги мережі, що виникли, і подає команду на ПЗВ, яке відключить мережу.

Реле напруги потрібно ставити разом із ПЗВ. Схема захисту від перенапруги в мережі на реле напруги та ПЗВ можна легко поставити у квартирний або будинковий електрощит. Пристрої захисту від імпульсних перешкод або УЗІП

									Лист
									8
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ				

добре справляється з імпульсним перенапругою, що виникли при грозі. Такий захист встановлюється на введення мережі до будинку. Як бачите з цих пристроїв, можна вибрати захист від перенапруги в мережі та убезпечити свою електротехніку від поломок.

Стандарт напруги мережі. Не завжди в нашій мережі спостерігається напруга, що дорівнює В, найчастіше воно нижче норми або значно вище її.

Причини перенапруги в мережі.

1. Пристроїв захисту від перенапруги може бути багато. Стабілізатор інверторний напруги. Реле контролю напруги.

									Лист
									9
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ				

# 1 ОБГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ВИБРАНИМ НАПРЯМКОМ ПРОЕКТУВАННЯ

## 1.1 Пристрій захисту побутових приладів від коливань напруги

Поширення нової складної та дорогої побутової та електронної техніки потребує надійних засобів її захисту від коливань напруги у мережі. На сторінках журналу опубліковано чимало описів пристроїв подібного призначення, проте більшість із них виконано на мікросхемах, які досі недоступні мешканцям віддалених від більших міст сільських районів. Адже від різких коливань напруги найбільше страждають саме вони. Автор пропонує зібрати пристрій захисту на поширених дискретних елементах.

При виході напруги за встановлені при регулюванні межі пристрій, схема якого представлена на рис. 1 відключає від мережі навантаження і знову включає її через хвилину після відновлення нормальної напруги. Потужність навантаження не повинна перевищувати 2 кВт.

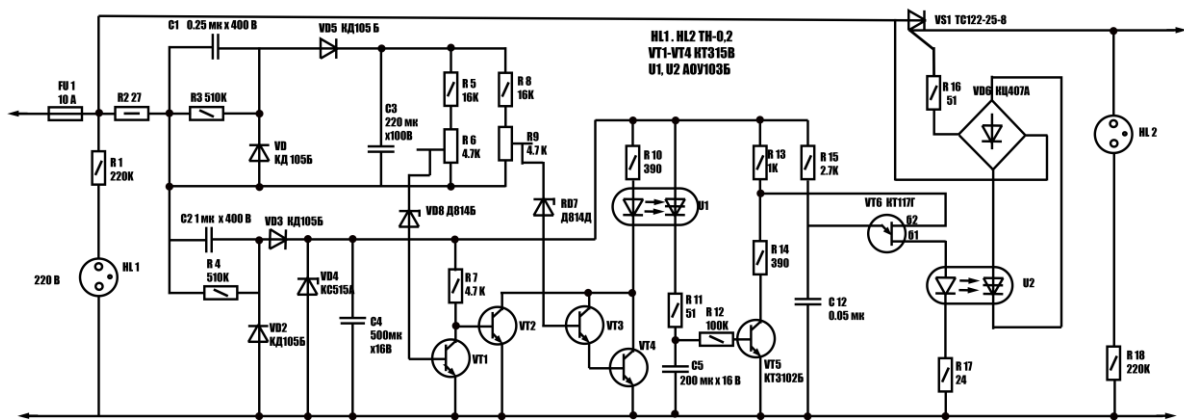


Рисунок 1 – Схема захисту від коливань напруги мережі

За допомогою випрямляча на діодах VD1, VD5 з "гасящим" конденсатором C1 отримують постійну напругу, пропорційну змінному мережному. Вихідна напруга другого випрямляча ("гасить" конденсатор C2, діоди VD2 і VD3), стабілізоване стабілітроном VD4, живить всі вузли пристрою.

Двигуни підстроєних резисторів R6 і R9 встановлені таким чином, що при напрузі в мережі, що не виходить за межі 180...240 В, напруга, що знімається з першого з них, більша за напругу стабілізації стабілітрона VD6, а з якого - менше напруги стабілізації стабілітрона VD7 . В результаті транзистор VT1 відкритий, а VT2-VT4 - закриті і через випромінюючий діод оптрона U1 струм не тече. Якщо мережна напруга опустилася нижче 180, закритий транзистор VT1 і відкритий VT2. При напрузі вище 240 відкриті транзистори VT3 і VT4. В обох ситуаціях через випромінюючий діод оптрона U1 тече струм.

Виконавчим елементом, що підключає та відключає навантаження, служить симистор VS1. У ланцюг його керуючого електрода через резистор R16 і діодний міст VD8 включений диністор оптрона U2, що відкривається під дією імпульсів частотою приблизно 4 кГц, що виробляються генератором на одноперехідному транзисторі VT6, ланцюга бази якого знаходиться випромінюючий діод оптрона U2. Генератор працює, якщо транзистор VT5 закрито. На симистор VS1 надходять відчиняючі імпульси, але в навантаження - мережеве напруга. Сигналізуючи звідси, горить неонова лампа HL2.

Відкритий транзистор VT5, шунтуючий одноперехідний транзистор VT6, зриває генерацію. У цьому стані диністор оптрона U2 та симистор VS1 залишаються закритими, тому навантаження відключено від мережі, а лампа HL2 не горить.

Неонова лампа HL1 сигналізує про наявність напруги в мережі та про справність плавки вставки FU1.

У момент подачі на захисний пристрій напруги через випромінюючий діод оптрона U1 протікає короткочасний імпульс струму. Диністор оптрона U1, відкрившись під дією імпульсу, залишається в цьому стані, поки струм зарядки конденсатора C5 не стане менше струму закривання диністора . Транзистор VT5 відкритий завдяки струму розрядки конденсатора C5 через резистор R12. Процес розрядки займає 65...75 з, після чого транзистор VT5 закривається, починає працювати генератор імпульсів на транзисторі VT6 і навантаження надходить мережеву напругу. Це нормальний режим роботи пристрою.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Вим.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

При виході напруги мережі за встановлені межі через випромінюючий діод оптрона U1 (як було сказано вище) потече струм і буде відкритий диністор цього оптрона. Конденсатор C5 швидко заряджається. Це призведе до відкривання транзистора VT5 та відключення навантаження від мережі. Таке технічне рішення знімає проблему багаторазових помилкових включень та відключень навантаження при коливанні напруги поблизу одного з граничних значень.

Конденсатор C5 заряджається повністю при першому ж нетривалому виході мережевої напруги за встановлені межі. Повторні (до закінчення розрядки, що триває, як було зазначено вище, приблизно хвилину) перетину порогів призводять лише до дозарядки частково розрядженого конденсатора і продовження витримки. Цим забезпечена надійна, без "брякання", комутація навантаження.

## 1.2 Пристрій захисту від перепадів напруги електромережі

Останній прилад був прийнятий за основу розробки пристрою, схема якого показана на рис. 2. Для спрацьовування від будь-якої напівхвилі мережевої напруги ланцюг стеження містить двопівперіодний випрямляч - діодний міст VD4-VD7. Замість оптрона АОД101А з допустимою напругою між входом і виходом 100 В встановлений АОД129А, у якого цей параметр досягає 500 В.

Про перевищення допустимого значення сигналізує діод HL2. Ланцюг стеження та індикатор наявності напруги (неонова лампа HL1 з резистором R1, що гасить) перенесені в невідключну частину напівавтомата.

В результаті про наявність і небезпечне підвищення напруги можна судити і після спрацьовування захисту. Одновібратор на транзисторах VT1 та VT2 гарантує надійне спрацьовування пристрою навіть при короткочасному перевищенні допустимої напруги. Виробляється ним імпульс тривалістю більше часу відпускання реле K1 закриває транзистор VT3, колекторного ланцюга якого знаходиться обмотка реле.

Порівняно з прототипом у пристрій добавлені завадо-подавляючі конденсатори C1 і C2, вимикач SA1, розетка X2 для навантаження, що не відключається. Через резистори R9 та R16 конденсатори C3, C4, C7 розряджаються після відключення від

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Вим.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

мережі. Стабілітрон VD8 разом з резистором R11 обмежують напругу живлення одновібратора та фотодіода оптрона U1.

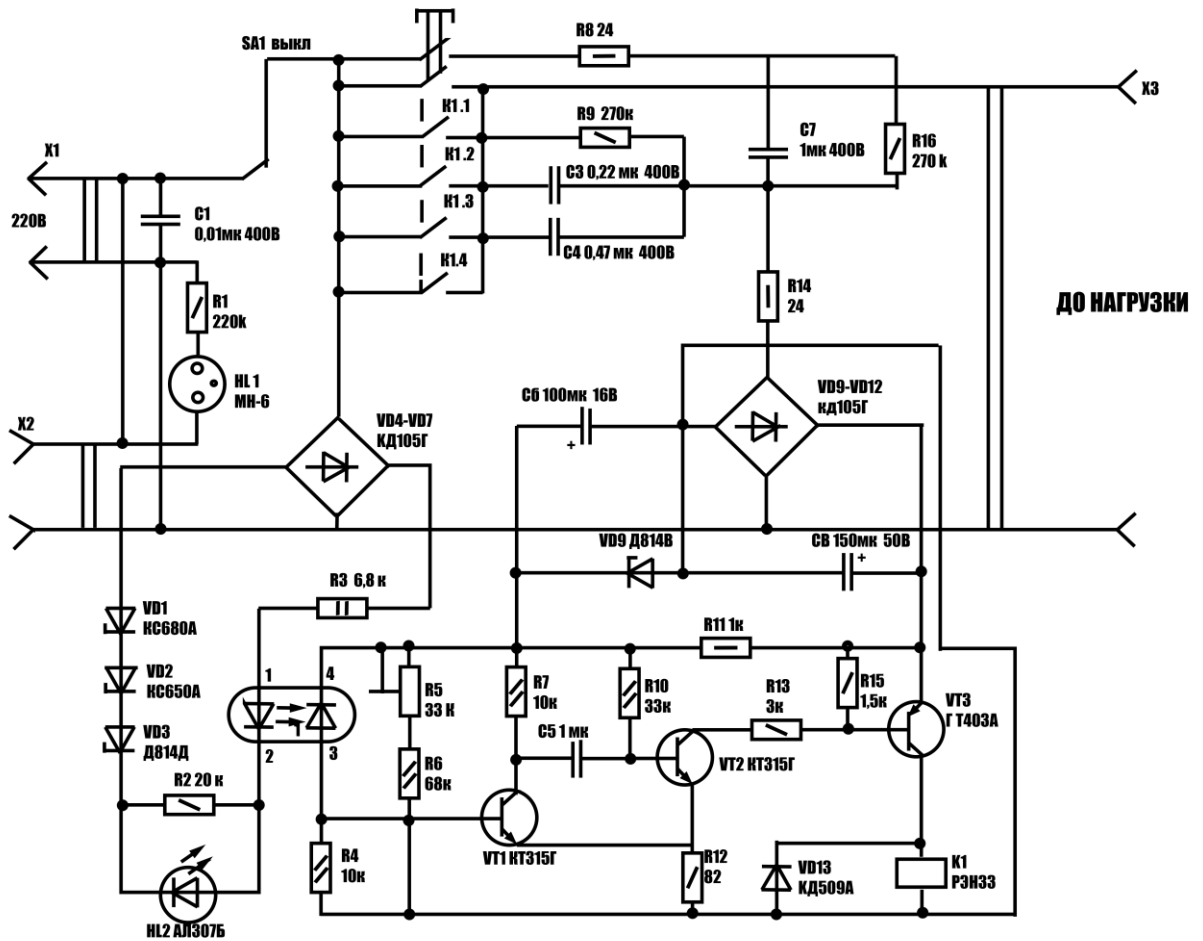


Рисунок 2 – Схема захисту від перепадів напруги мережі до значення безпечного для останнього

Резистор R2 забезпечує спрацювання захисту у разі виходу з ладу світлодіода HL2 через значне підвищення мережевої напруги. Реле цього пристрою, як і в прототипі, працює при напрузі на обмотці, близькому до напруги відпускання. У умовах опір його замкнутих контактів може досягати 0,5 Ом, для полегшення теплового режиму все контактні групи реле з'єднані паралельно.

З елементами зазначених на схемі типів та номіналів напівавтомат спрацює при підвищенні або зниженні напруги в мережі приблизно на 10%. Однак, враховуючи великий розкид напруги відпускання реле, напруги стабілізації стабілітронів, коефіцієнта передачі струму оптрона, пороги спрацювання зібраного пристрою бажано перевірити та при необхідності відрегулювати.

Для цього за допомогою регульованого автотрансформатора (наприклад, ЛАТР-1) встановлюють напругу на вході пристрою рівним 220 і переконуються, що реле К1 спрацьовує при натисканні на кнопку SB1 і залишається в цьому стані після її відпускання. Інакше слід збільшити ємність конденсатора С7. Зменшуючи вхідну напругу до відпускання реле К1 визначають нижній поріг спрацьовування захисту. Якщо воно відрізняється від бажаного, змінюють ємність конденсаторів С3 та С4. Після цього знову перевіряють надійність увімкнення. Верхній поріг спрацьовування перевіряють, повільно обертаючи рукоятку автотрансформатора у бік збільшення напруги, доки не загориться світлодіод HL2 і не відпустить реле К1.

Це має статися при 240...250 В. Поріг можна в невеликих межах регулювати підстроювальним резистором R5. Для більш суттєвої зміни доведеться замість VD1 VD3 вказаних на схемі типів встановити стабілітрони з іншими напругами стабілізації.

За відсутності автотрансформатора рекомендується інша методика. Для установки нижнього порогу спрацьовування спочатку зменшують ємність конденсаторів С3 і С4 доти, поки при номінальній напрузі в мережі реле К1 не відключить навантаження відразу після відпускання кнопки SB1, а потім збільшують сумарну ємність на 10...20 %. Найкраще це зробити, підключивши паралельно наявним ще один конденсатор відповідної ємності.

Переконатись у правильності вибору ємності можна, вимірявши напругу на конденсаторі С8. При номінальній напрузі мережі воно має бути на 1...2 більше напруги відпускання реле. Далі, короткочасно підключаючи паралельно одному із стабілітронів VD2, VD3 включеного пристрою інший, з меншим на 30...50 В напругою стабілізації, переконуються, що захист спрацьовує. Остання операція (втім, як і решта) слід проводити з обережністю, не забуваючи про наявність на всіх елементах небезпечної мережевої напруги.

Якщо правильність функціонування оптрона, одновібратора та керуючого реле транзистора викликає сумнів, їх перевіряють, видаливши один із стабілітронів VD1-VD3 та відключивши правий (за схемою) виведення резистора R3 від діодного мосту VD4-VD7. У ланцюг світлодіода оптрона U1 подають одиночні імпульси струму амплітудою 2...5 мА та тривалістю приблизно 1 мс . Регулюванням підстроювального

					ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14



резистора R5 домагаються, щоб реле K1, що спрацювало в результаті натискання на кнопку SB1 після подачі такого імпульсу відпускало якір. Якщо цього не відбувається, необхідно перевірити справність елементів пристрою і тривалість імпульсу, що генерується одновібратором .

Для подачі імпульсів на оптрон можна розряджати через ланцюг R3-світлодіод U1 конденсатор ємністю 1...5 мкФ, попередньо заряджений до напруги 9 В. Напівавтомат протягом двох місяців експлуатувався з навмисно відключеним ланцюгом спостереження за перевищенням напруги. За цей час відбулося чотири спрацьовування (відключення навантаження), але не зафіксовано жодного збою в пристрої керування тюнера-підсилювача, які раніше траплялися регулярно. Потім ланцюг стеження був підключений, але частота спрацьовувань практично не змінилася.

Це підтверджує припущення, що московська електромережа більше страждає не підвищеним напругою, яке відключеннями і наступними включеннями, що супроводжуються небезпечними для апаратури перехідними процесами. У захищений пристроєм ланцюг не слід включати навантаження, що створює імпульсні перешкоди (колекторні електродвигуни тощо).

### **1.3 Пристрій захисту від перенапруги**

Багато апаратура живиться про промислову мережу змінного струму 220V. Але це напруження буває нестабільним. І особливо нестабільність напруги спостерігається у сільській місцевості.

І якщо невелике падіння напруги в мережі можна і ігнорувати- практично вся сучасна апаратура має імпульсні джерела живлення з вбудованою стабілізацією, то перевищення напруги може призвести до дуже поганих наслідків.

В першу чергу страждає блок живлення, причому в більшості випадків це супроводжується ще й розливом електроліту з мережевого конденсатора, що вимагає ще й ретельного відмивання шасі, щоб уникнути замикань.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Вим.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

Промисловістю випускаються різні пристрої, що оберігають апаратуру від перевищення напруги. Найчастіше це мережні подовжувачі-фільтри з вбудованим тепловим реле.

Деякі виробники встановлюють в апаратуру варистор, який пробивається при перевищенні напруги та за рахунок отриманого КЗ на вході перегорає запобіжник. (Найчастіше таке рішення зустрічається на апаратурі фірми "Samsung").

Але все ж таки ефективніше застосування електронної схеми, яка вимірюватиме вхідну напругу і у разі перевищення допустимого порога відключить навантаження. І ось одна із таких схем.

Схема ( рис . 3) зібрана "з підручних" деталей і не містить дефіцитних елементів, що дуже вигідно відбивається на її повторенні, проста в налаштуванні.

Працює вона в такий спосіб. На елементах R7, R6, VD2, R3 зібрано вимірювальний ланцюг: через нього мережна напруга потрапляє на змінний резистор R1, що регулює поріг спрацьовування.

Пороговим елементом служить транзистор VT1, який є найпростішим порівнюючим пристроєм - компаратором. Джерелом опорної напруги у цій схемі служить стабілітрон VD3.

Щойно напруга з урахуванням транзистора перевищить пороговий рівень, він відкриється, відкривши і транзистори VT2, VT3. Спрацює реле K1 та відключить навантаження. Для запобігання випадковим спрацьовуванням у схемі застосований гістерезис- коли реле відключить навантаження, воно замкне резистор R7, внаслідок чого напруга на вимірювальному ланцюгу стане ще більшою.

Живиться пристрій випрямляча на елементах VD7, VD8, C4, VD5, VD6. Реле можна використовувати будь-яку з групою контактів. При виготовленні зразка пробного використовувалося реле з напругою обмотки 12V від автомобільної сигналізації. Номінали R11, C3 підбираються таким чином, щоб забезпечити надійне спрацьовування реле.

					ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

Для регулювання пристрою знадобиться трансформатор з обмоткою 380V (можна використовувати трансформатор ТС-270 від старого телевізора) і ЛАТР. За допомогою Латра поступово збільшуємо напругу на вході і резистором R1 домагаємося спрацьовування реле при порозі в 240 В.

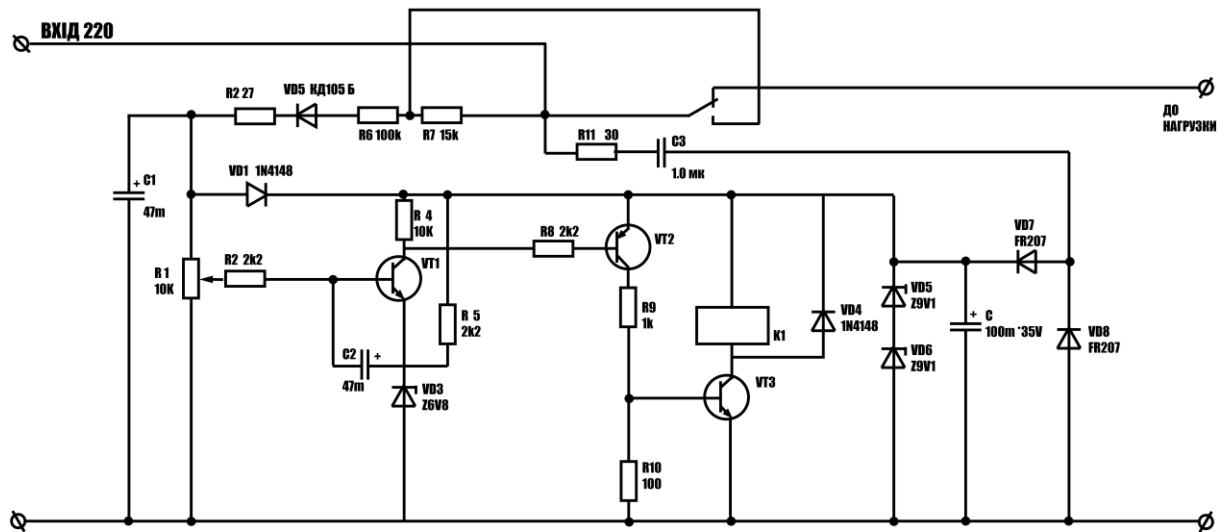


Рисунок 3 – Пристрій захисту від перенапруги

#### 1.4 Влаштування захисту приладів від нестабільної мережі

Пропонований пристрій відключає чутливу до змін напруги живлення апаратуру від мережі у разі його виходу за встановлені значення і знову підключає її після закінчення певного часового інтервалу після повернення напруги до норми. Особливістю пристроїв є застосування в ньому мікроконтролера, який постійно стежить за напругою мережі і виводить інформацію на трирозрядний індикатор .

Основа пристрою – мікроконтролер DD1. Мережеве напруження випрямляє діод VD1, і через резистивний дільник R2/R1 воно надходить на вхід (виведення 3 мікроконтролера DD1) 10-розрядного аналого-цифрового перетворювача, що входить до складу мікроконтролера. Конденсатори C1, C2 пригнічують перешкоди, що проникають із мережі, і згладжують випрямлену напругу.

У ході роботи програми мікроконтролер безперервно порівнює напругу

мережі із попередньо встановленими граничними мінімальними та максимальними значеннями.

Якщо воно в цих межах, на виведенні RA5 (висновок 2) мікроконтролера високий рівень транзистор VT1 відкритий і навантаження через контакти реле K1 підключена до мережі. У разі виходу напруги мережі за межі протягом п'яти послідовних вимірювань (загальна тривалість 100 мс ) на виході RA5 мікроконтролера DD1 встановиться низький рівень, транзистор VT1 закриється, реле K1 буде знеструмлено і відключить навантаження від мережі.

Нижню межу мережної напруги можна встановити в інтервалі 170...218 В, а верхню - в інтервалі 222...255 В. Після того як напруга повернеться в норму, реле знову підключить навантаження до мережі, але тільки через заздалегідь встановлений часовий інтервал тривалістю 1...30 с. У ході роботи програми мікроконтролер безперервно порівнює напругу мережі з попередньо

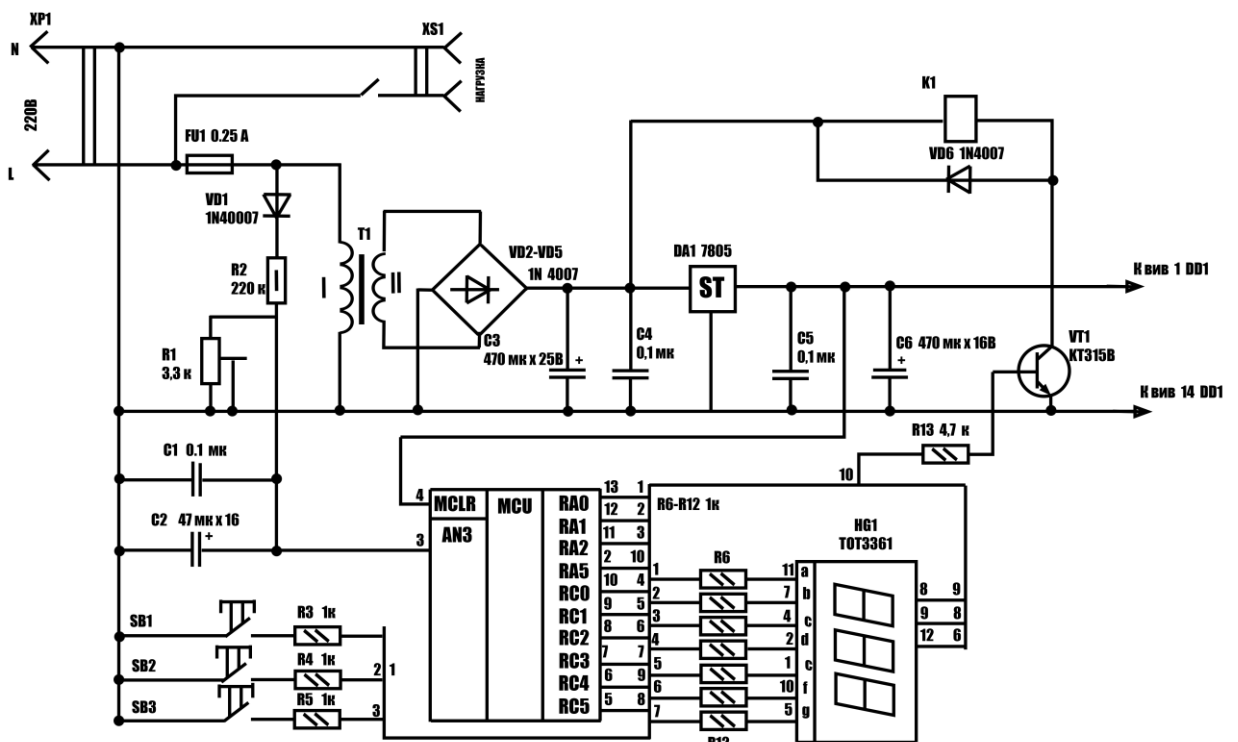


Рисунок 4 – Схема захисту приладів від нестабільної мережі

встановленими граничними мінімальними та максимальними значеннями. Якщо воно в цих межах, на виведенні RA5 (висновок 2) мікроконтролера високий рівень транзистор VT1 відкритий і навантаження через контакти реле K1 підключена до мережі.

У разі виходу напруги мережі за межі протягом п'яти послідовних вимірювань (загальна тривалість 100 мс ) на виході RA5 мікроконтролера DD1 встановиться низький рівень, транзистор VT1 закрито, реле K1 буде знеструмлено і відключить навантаження від мережі. Нижню межу мережної напруги можна встановити в інтервалі 170...218 В, а верхню - в інтервалі 222...255 В. Після того як напруга повернеться в норму, реле знову підключить навантаження до мережі, але тільки через заздалегідь встановлений часовий інтервал тривалістю 1...30 с.

На понижувальному трансформаторі T1, діодному мосту VD2-VD5 і конденсаторі C3 зібраний випрямляч, для стабілізації напруги живлення мікроконтролера застосований інтегральний стабілізатор напруги DA1. Стабілізована напруга використовується також як зразкове для аналого-цифрового перетворювача. Для виведення інформації взято трирозрядний світлодіодний індикатор HG1 із загальним катодом.

Оскільки кількість вільних ліній портів мікроконтролера обмежена, одну з них - RC2 (виведення 8 мікроконтролера DD1) - довелося використовувати як для управління елементом *f* у всіх розрядах, так і загальним катодом старшого розряду (висновок 12 HG1).

При відображенні інформації в молодших розрядах (висновки 8 і 9 індикатора HG1) на виході RC2 є високий рівень, якщо необхідно "засвітити" елемент *f*-, та Z-стан, якщо "погасити". Коли відображається інформація у старшому розряді, на виході RC2 є низький логічний рівень. Зрозуміло, що в цьому випадку елемент *f* у старшому розряді завжди "погашений", але для відображення цифр 1, 2 та 3 та додаткових символів *u*, *d* він не потрібен.

Установки верхньої та нижньої меж напруги, а також тривалості затримки підключення навантаження здійснюють кнопками SB1-SB3. При натисканні на

кнопку SB3 входять в режим меню, потім натисканням на кнопку SB 1 або SB2 роблять вибір установлюваних параметрів: " uhi " (верхня межа), " ulo " (нижня межа) та " dlt " (тривалість затримки).

При наступному натисканні на кнопку SB3 висвічується значення параметра, що змінюється, і кнопками SB1, SB2 збільшують або зменшують його. При тривалому натисканні на кнопки SB1 та SB2 зміна вибраного параметра у бік збільшення або зменшення відбувається швидше (близько шести разів на секунду). Якщо кнопки не натиснуті, після закінчення 5 з пристрій повертається в робочий режим, а установки зберігаються в незалежній пам'яті мікроконтролера. Під час знаходження в меню контроль напруги не проводиться і захист втрачає працездатність!

У робочому режимі на індикаторі постійно відображається поточне значення мережі. Як тільки воно виходить за встановлені межі, навантаження вимикається та індикатор починає блимати з частотою 4 Гц. Коли напруга повертається в норму, він блимає із частотою 2 Гц, індикуючи те, що ще не закінчився встановлений часовий інтервал затримки включення. Після закінчення індикатор перестане блимати і навантаження буде підключено до мережі. Для захисту від непередбачених збоїв програми в мікроконтролер включений сторожовий таймер.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Вим.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		20

## 2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРИЛАДУ

### 2.1 Розробка алгоритму функціонування пристрою

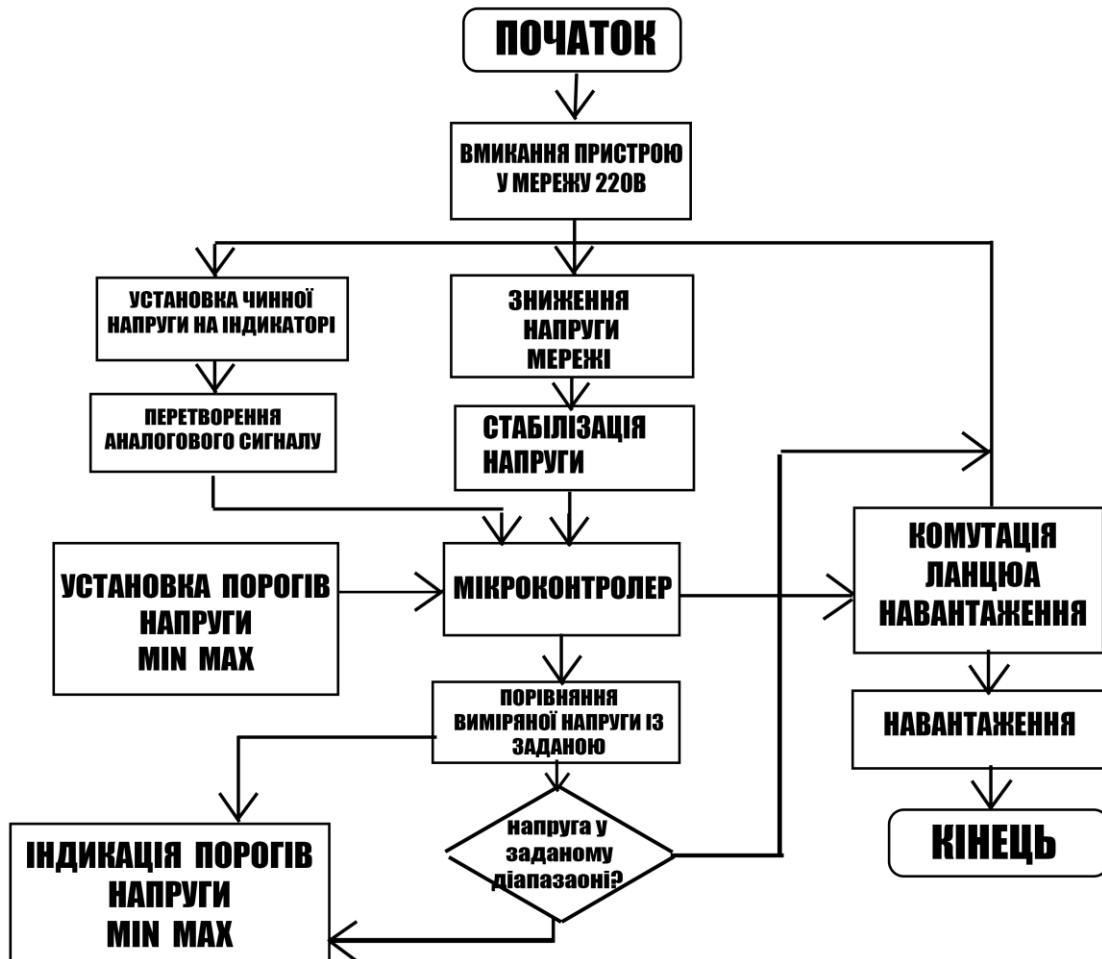


Рисунок 5 – Схема алгоритму пристрою

## 2.1 Розробка структурної схеми пристрою

розробка структурної схеми пристрою основні блоки структурно схеми ..

- блок живлення
- блок індикації
- ключі
- мікроконтролер
- блок установки режимів роботи
- навантаження

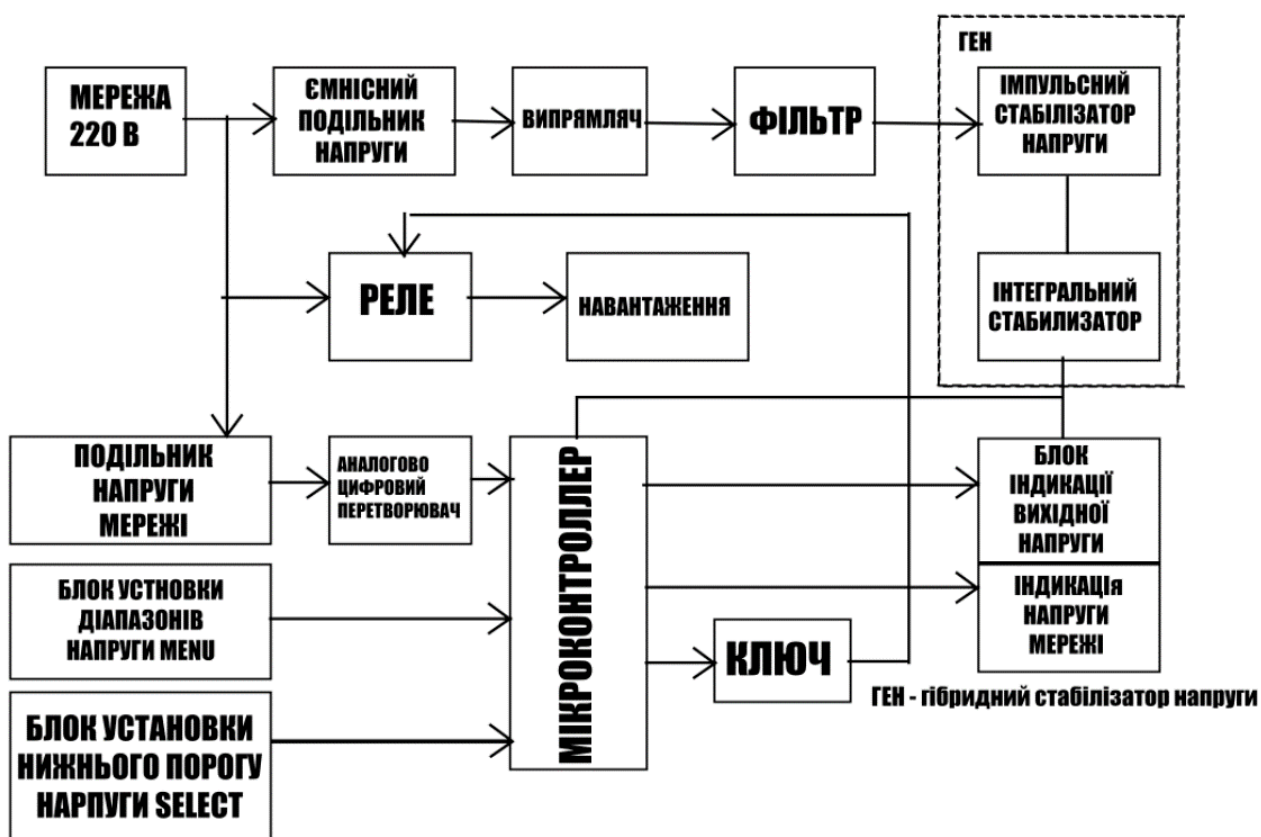


Рисунок 6 – Структурна схема пристрою

## 3 РОЗРОБКА ТА РОЗРАХУНОК ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПРИБОРУ

					ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23



### 3.1 Вибір елементної бази

Мікроконтролер основний елемент пристрою  
в якості мікроконтролера вибираємо мікроконтролер PIC16F876A  
Який має встроєний АЦП та наступні параметри  
Мікроконтролер PIC16F876A/SO в корпусі SO-28 - 8-бітний  
контролер відмінної якості та з максимальною тактовою частотою в  
20 MHz.

Вид монтажу: SMD/SMT

Ядро: PIC

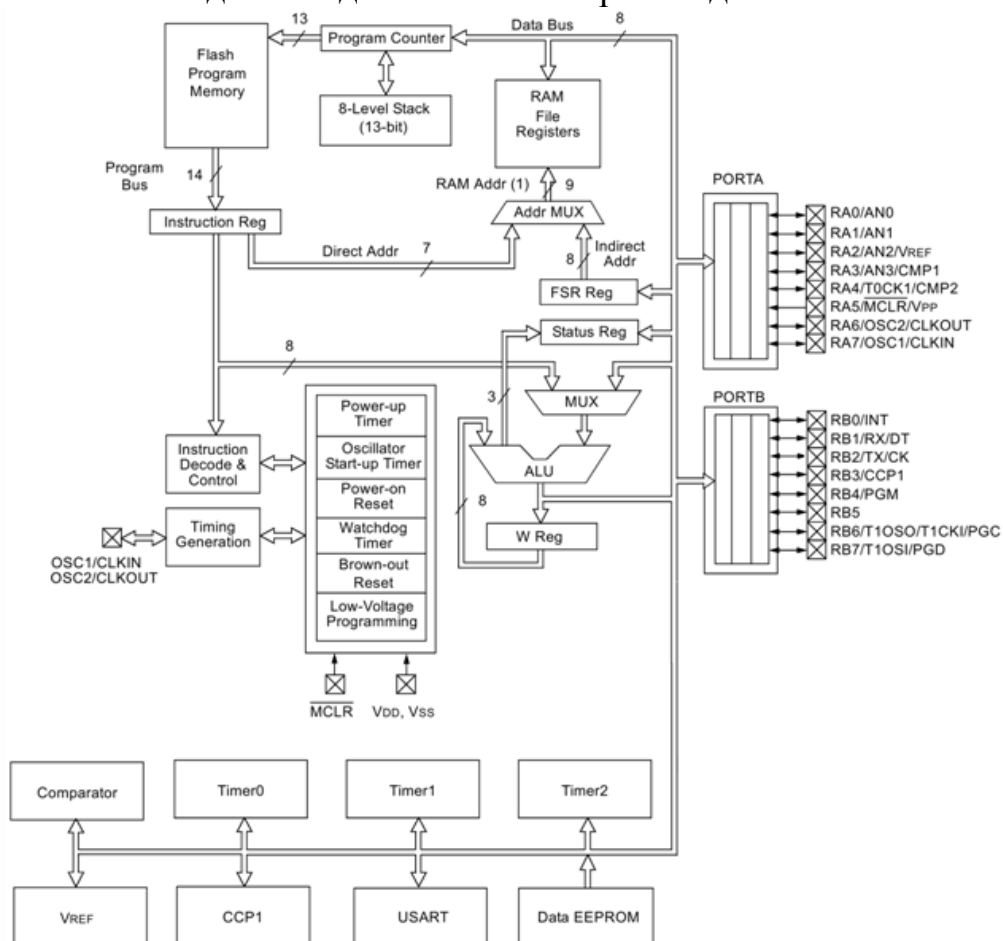
Розмір програмної пам'яті: 14 kB

Ширина шини даних: 8 bit

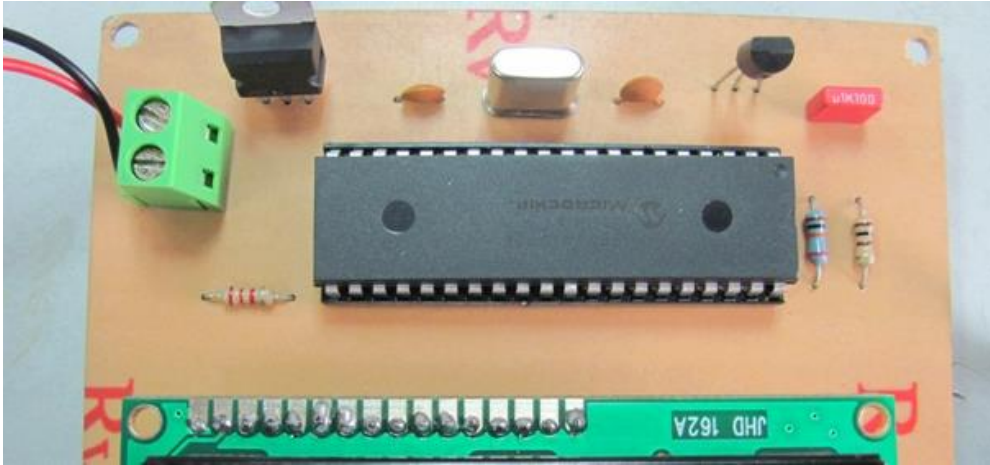
Дозвіл АЦП: 10 bit

Максимальна тактова частота: 20 МГц

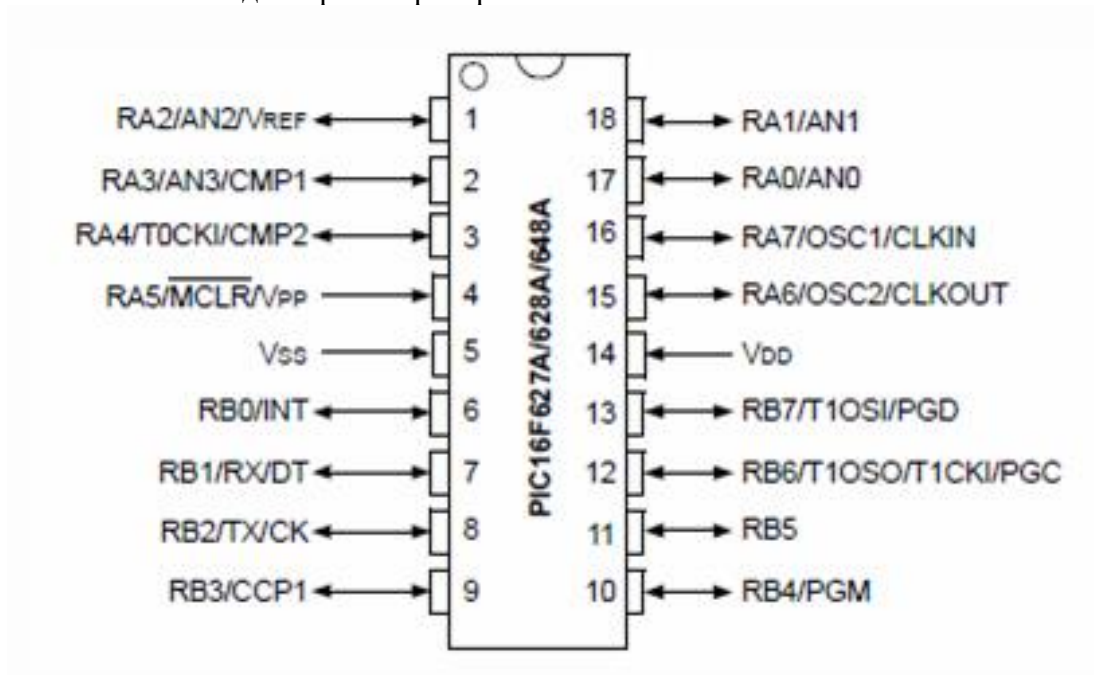
Кількість входів/виходів: 22 I/O Розмір ОЗУ даних: 368 B



Структурна схема мікроконтролера DD1 PIC16F876A



Зовнішній вигляд мікроконтролера DD1 PIC16F876A



Функціональна схема мікроконтролера PIC PIC16F876A

Блок індикації реалізований на міросхемі HG1 WH0802D-GGD-CT

Який виводить результати замірів на ЖКД

Стабілізатор напруги DA1 LNK304G

- LNK302 використовує спрощений контролер з автоматичним перезапуском для дуже низької вартості системи

- Робота на частоті 66 кГц з точним обмеженням струму – забезпечує недорогий стандартний індуктор 1 мГн для вихідного струму до 120 м А

- Міцні допуски та незначна зміна температури.

Напруга живлення мікроконтролера DD1 та PK1 HG1 стабілізовано інтегральним стабілізатором напруги DA2. Він, у свою чергу, живиться від знижувального імпульсного стабілізатора напруги DA1 Дросель L2 – накопичувальний.

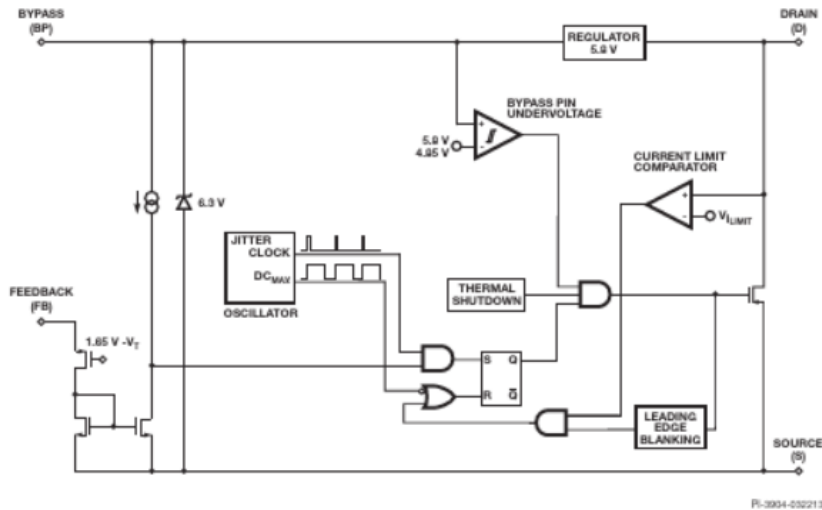
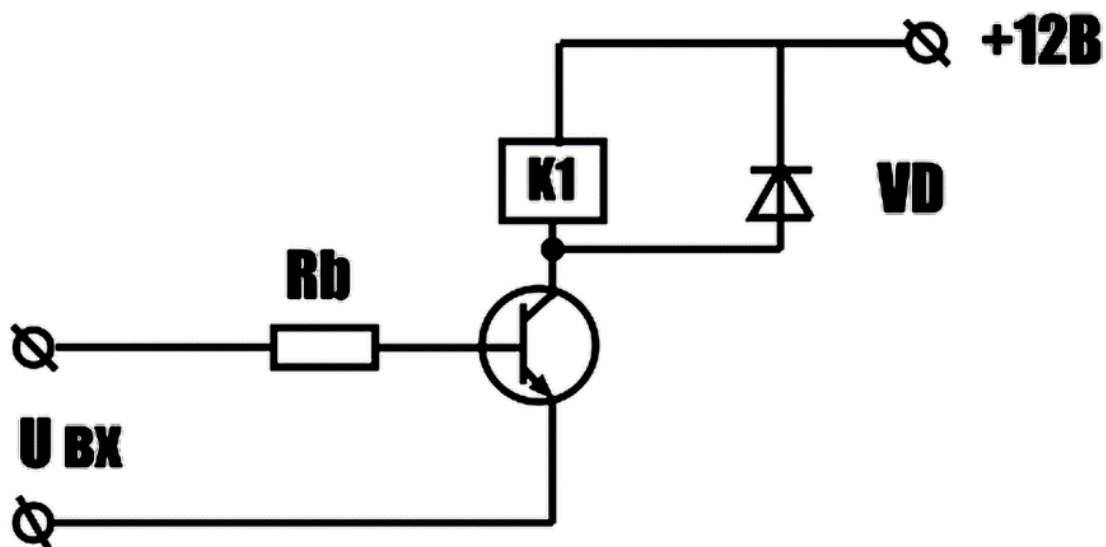


Схема стабілізатора напруги DA1 LNK304G

## 3.2 Розрахунок основних вузлів принципової схеми

### 3.2.1 Розрахунок ключа на транзисторі

Навантаженням у ланцюзі транзисторного ключа є електромагнітне реле.



Параметри елекромагнітного реле TIANBOTRA2L-12VDC-S-Z:

- напруга обмотки реле -12В;
- струм обмотки реле  $I_{обм} = 1,12A$ ;
- комутувальний струм – 5А.

Необхідні умови за розрахунками:

- струм колектора транзистора  $I_k > I_{реле}$ ;

- напруга живлення ключа -12В;
- напруга сигналу управління – 2,0В;

Для реалізації ключа вибираємо кремнієвий біполярний транзистор КТ815Б з параметрами :

- максимальна напруга колектор – емітер -40 В;
- максимально допустимий струм -1,5А;
- стабільний коефіцієнт передачі струму – 40;
- напруга на переказі база- емітер - 0,5В;
- максимальна розсіювана потужність -10 Вт;
- гранична частота коефіцієнта передачі 3МГц;
- напруга колектор емітер в режимі насичення 0,22В;

Струм у ланцюзі бази розрахуємо із формули  $I_k = I_b * \beta$

									Лист
									26
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ				

- де  $B$  коефіцієнт передачі струму.

$$I_k = I_{обм} = 0,12 \text{ А струм обмотки реле}$$

$$I_b = I_k / B = 0,12 / 40 = 0,003 \text{ А}$$

Опір у ланцюзі база-емітер:

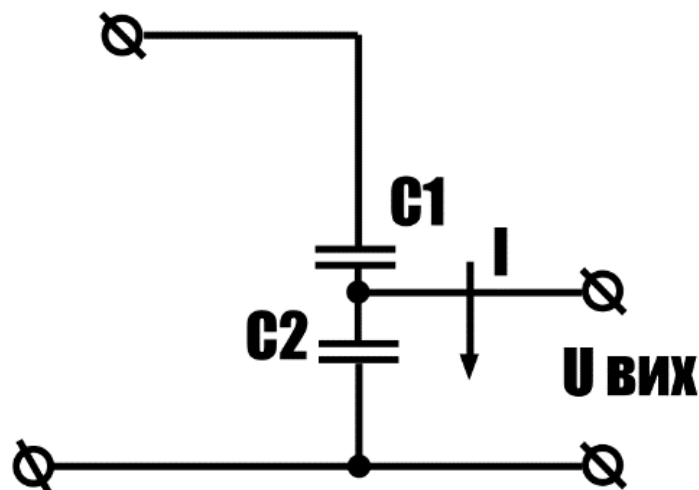
$$R_b = U_c - U_{be} / I_b = 2 - 0,5 / 0,003 = 50 \text{ Ом, приймаємо } R_b = 51 \text{ Ом.}$$

Потужність, яка розсіюється на транзисторі:

$$P_{p0} * V_t = U_{ке} * I_k = 0,22 * 0,12 = 0,026 \text{ Вт} = 26 \text{ мВт} = 26 \text{ мВт.}$$

Для шунтування обмотки реле виберемо діод IN40007 з параметрами:

- постійна зворотня напруга – 1000В;
- пряма напруга -1,1В;
- прямий постійний струм 1А.



У якості конденсаторів C1 C2 вибираємо конденсатори з номіналами:

$$C1 = C2 = 3.3 \text{ мкФ} 450 \text{ В.}$$

Реактивний опір конденсатора:

$$X_c = 1 / (2 * \pi * D * C) = 1 / (2 * 3.14 * 50 * 3,3 * 10^{-6}) = 10^6 / (314 * 3.3) = 3200 \text{ Ом.}$$

Загальний опір ланцюга з двох конденсаторів

$$\text{Сума } X_c = X_{c1} + X_{c2} = 3200 + 3200 = 6400 \text{ Ом.}$$

Струм у ланцюзі з конденсаторами:

$$I = U_{вк} / \sum X_c = I * X_{c2} = 0,035 * 3200 = 112 \text{ В.}$$

Основою запропонованого пристрою є мікроконтролер із вбудованим АЦП. Він постійно вимірює мережеву напругу, а у разі її виходу за заздалегідь встановлені граничні значення відключає навантаження від мережі. Результати вимірювання та інформація про режими роботи пристрою відображаються на РК-індикаторі. Пристрій призначений для захисту різної електрорадіоапаратури від коливань напруги живлення. Як виконавчий елемент застосовано електромагнітне реле, завдяки чому до пристрою можна підключати навантаження сумарною потужністю від декількох мВт до 3 кВт (230В, 16А).

Слід звернути увагу, що у пристрої використаний безтрансформаторний блок живлення, тому при його виготовленні та налагодженні необхідно суворе дотримання правил техніки безпеки.

Технічні характеристики :

- Напруга мережі, В.....40...400 ;
- інтервал установки нижнього порога відключення, В ... 170 ... 200 ;
- інтервал установки верхнього порогу відключення, . .240 ... 270 ;
- крок установки порогів відключення, В .....2 ;
- максимальний струм навантаження, А .....16 .

Основне завдання при виготовленні даного пристрою була розробка "широкодіапазонного" блоку живлення. Після численних експериментів було ухвалено рішення застосувати імпульсний стабілізатор напруги на мікросхемі LNK304. Але для цієї мікросхеми, згідно з паспортними даними, інтервал напруги живлення становить 85...265 В, що не відповідає вимогам, що пред'являються до пристрою.

Адже напруга в однофазній мережі при обриві нульового дроту може досягати 400 В. Тому для розширення інтервалу напруги живлення був застосований вхідний конденсаторний дільник напруги. У процесі експлуатації з'ясувалося, що блок живлення у цьому пристрої стійко запускається при нарузі

					ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

мережі від 40 В та надійно працює при напрузі до 400 Ст.

Схема пристрою показано на рис. 7 .

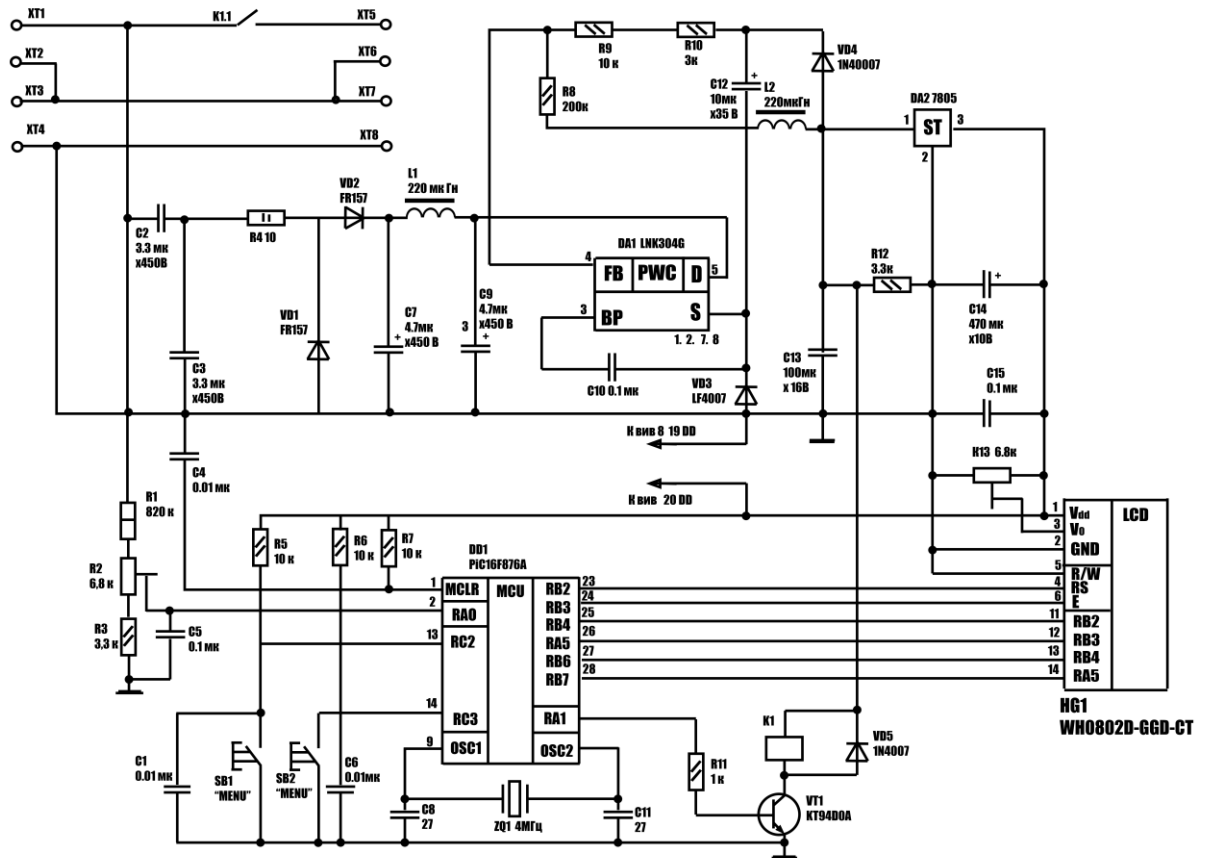


Рисунок 7 – Схема електрична принципова

Його основа – мікроконтролер PIC16F876A (DD1). Вибір на користь цього мікроконтролера був зроблений тому, що він має вбудований АЦП, що дозволяє просто реалізувати цифровий вольтметр. На відміну від переважної більшості вольтметрів змінного струму, де спочатку відбувається випрямлення змінної напруги, а потім його вимір тут на вхід АЦП мікроконтролера DD1 з дільника напруги R1R2R3 надходить змінна напруга. Мікроконтролер постійно проводить його вимірювання, а максимальний результат (амплітудне значення) виводить на РКІ HG1.

Тому для індикації напруги, що діє, відповідне йому змінне напруга встановлюють вхідним дільником по зразковому вольтметру. Перевірка показала, що такий вольтметр має гарну лінійність в інтервалі вхідної напруги 10...500 В. Одночасно мікроконтролер DD1 порівнює отримані результати із закладеними в

його пам'ять значеннями нижнього та верхнього порогів відключення. Якщо напруга мережі знаходиться в допустимому інтервалі - між нижнім і верхнім порогами, на лінії порту RA1 встановиться напруга високого рівня, транзистор VT1 відкриється і напруга живлення надійде на реле K1. Своїми контактами K1.1 воно підключить навантаження до мережі. При виході напруги мережі за допустимі межі лінії порту RA1 встановиться низький рівень, транзистор закриється і навантаження знеструмиться .

За замовчуванням (закладено в коді програми) в пам'ять мікроконтролера записано нижній поріг 200 В і верхній 240 В. Напруга живлення мікроконтролера DD1 і РКІ HG1 стабілізована інтегральним стабілізатором напруги DA2. Він, своєю чергою, живиться від понижуючого імпульсного стабілізатора напруги DA1. Дросель L2 - накопичувальний. На конденсаторах C2 і C3 зібраний ємнісний дільник напруги, про який згадувалося вище.

На діодах VD1, VD2 зібраний випрямляч напруги. LC-фільтр C7L1C9 згладжує пульсації випрямленої напруги та одночасно пригнічує перешкоди, що виникають під час роботи імпульсного стабілізатора. Для входу в режим встановлення нижнього та верхнього порогів необхідно натиснути кнопку SB1 "MENU" і утримувати її не менше двох секунд.

Після відпускання кнопки навантаження буде відключено від мережі та у верхньому рядку РКІ з'явиться повідомлення "U 200 В", а в нижній - "↓MIN↓". Натискаючи на кнопку SB2 "SELECT", встановлюють нижній поріг відключення, і для підтвердження введеного значення натискають на кнопку SB1 "MENU". Потім у верхньому рядку РКІ з'явиться повідомлення "U 240 В", а в нижньому - "↑MAX↑".

Натисканнями на кнопку SB2 "SELECT" встановлюють верхній поріг відключення і підтверджують це значення натисканням на кнопку SB1 "MENU". Після цього пристрій проконтролює мережеву напругу, і якщо воно знаходиться в дозволеному інтервалі, підключить навантаження до мережі. При виході за цей

										Лист
										30
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ					



інтервал пристрій відключить навантаження, про що на дисплеї у нижньому рядку буде виведено відповідну інформацію.

При перевищенні мережевою напругою верхнього порогу навантаження буде відключено від мережі і на РКІ з'явиться, наприклад, таке повідомлення: "U 280 В" (напруга в мережі в даний момент) - у верхньому рядку та "↑ЗАХИСТ↑" - у нижньому. Якщо мережна напруга стане меншою за нижній поріг, то будуть виведені повідомлення "U 180 В" (наприклад) і "↓ЗАХИСТ↓" . Для виключення установки користувачем "поза межних" значень мінімальний поріг програмно обмежений межами 170...200 В, а максимальний - 240...270 В. налаштування відновлюються.

На РКІ у верхньому рядку постійно індикується напруга в мережі, тобто верхній рядок використовується як цифровий вольтметр змінного струму. Всі елементи, крім РКІ та кнопок, монтують на друкованій платі з однобічно фольгованого склотекстоліту, креслення якої показано на рис. 2. Частина елементів призначена для поверхневого монтажу - це резистори P1-12 і конденсатори K10-17в типорозмірів 0805 або 1206, їх встановлюють з боку друкованих провідників, там розміщені діоди VD4, VD5 і мікросхема DA1 в корпусі SMD-8В. Інші постійні резистори — МЛТ, С2-23, підстроювальні — СПЗ-19, оксидні конденсатори — імпорнтні, С 2, С3 — також імпорнтні, призначені для роботи при змінній напрузі до 450 В. (2 рядки по 16 знайомих) на основі контролерів HD44780 або KS0066.

При виборі заміни зверніть особливу увагу на висновки живлення 1 та 2. Справа в тому, що різні виробники виводять плюс та мінус живлення на ці висновки по-різному. А переполусування може призвести до виходу індикатора з ладу. Діоди FR157 замінені на випрямні з допустимою зворотною напругою 1000 В і струмом до 1,5 А. Котушки індуктивності — VLU0608-221 KFE, реле — TIANBO TRA2L-12VDC-SZ, кнопки — будь-які пристрій не має гальванічної розв'язки із мережею. Струм, який споживається пристроєм при включеному реле, не перевищує 60 мА. Зовнішній вигляд зібраного пристрою показано (рис. 3)

					ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

## Висновки

Завдання при виготовленні даного пристрою була розробка "широкодіапазонного" блоку живлення. Пристрій призначений для захисту різної мережевої електрорадіоапаратури від коливань напруги живлення. Як виконавчий елемент застосовано електромагнітне реле, завдяки чому до пристрою можна підключати навантаження сумарною потужністю від декількох мВт до 3 кВт (230 , 16 А). Слід звернути увагу, що у пристрої використаний безтрансформаторний блок живлення, тому при його виготовленні та налагодженні необхідне суворе дотримання правил техніки безпеки. Для цієї мікросхеми, згідно з паспортними даними, інтервал напруги живлення становить 85...265 В, що не відповідає вимогам, що пред'являються до пристрою. Адже напруга в однофазній мережі при обриві нульового дроту може досягати 400 В. Тому для розширення інтервалу напруги живлення був застосований вхідний конденсаторний дільник напруги. Данний мікроконтролер був вибраний через вмонтований АЦП та невелику ціну

									Лист
									32
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ				

## ЛІТЕРАТУРА

1. Нечаєв І. Автомат захисту мережевої апаратури від "стрибків" напруги. - Радіо, 1996. № 10. с. 48.
2. Нечаєв І. Пристрій захисту радіоапаратури від перевищення напруги. - Радіо. 1997. № 6, с. 44.
3. Внуковський В. Пристрій захисту радіоапаратури від перевищення мережевої напруги (повертаючись до надрукованого). - Радіо, 1999. № 10, с. 39.
4. Зеленін А. Напівавтомат захисту радіоапаратури від "перепадів" напруги мережі. - Радіо, 1998. № 10, с. 73.
5. <ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/12/uzo.zip>.
6. Новгородцев А.І. Рубежанський І.В. /Захист апаратури в аварійних режимах роботи електромережі /тези /наукова технічна конференція СуМДУ 2022р.

					ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ	Лист
Вим.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание				
	<u>Диоды</u>						
VD1	KC133	1					
VD2-VD5	КД522	4					
VD6	КД248	1					
VD7	P6KE6.8	1					
VD8, VD9	КД522	2					
BL1	ФД263-01	1					
HL1	КИПД14Ф-К	1					
	<u>Конденсаторы</u>						
C1, C2	S5-6.3B-0,22мкФ±20%	2					
C3, C4	K10-23-16B-33пФ±20%	2					
C5, C7	SS-6,3B-0,22мкФ±20%	2					
C6, C8	SK-6,3B-0,1мкФ±20%	2					
C9	K77-1-60B-1мкФ±20%	1					
C10	SB-25B-100мкФ±20%	1					
C11	SX-16B-50мкФ	1					
	<u>Микросхемы</u>						
DD1	KP1533ТЛ2						
DD2	AT89S53-24PC						
HL	DV16110						
DD3	DS1307						
DA1	KP1171СП42						
DA2	KP1157ЕН501А						
			<b>ЕліТ 6.171.00.10.468.ПЗ</b>				
<b>Изм.</b>	<b>Лист</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>			
Разраб.	Рубежанський						
Провер.	Новгородцев А.И.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Утверд.	Опанасюк						
Пристрій захисту апаратури від аварійних режимів роботи мережі. Перелік елементів.					<b>Лит.</b>	<b>Лист</b>	<b>Листов</b>
						35	1
					<b>СумДУ ЕС-81</b>		