

УДК 621.314
DOI 10.47049/2226-1893-2021-2-105-119

**ВХІДНЕ КОЛО
ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ІНВЕРТОРНОГО ЗВАРЮВАЧА**

В.І. Цацко

к.ф.-м.н, старший викладач

кафедри «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики»

С.М. Дранчук

к.т.н., доцент

кафедри «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики»

В.М. Машін, Т.О. Гаур

старші викладачі

кафедри «Експлуатація суднового електрообладнання і засобів автоматики»

М.В. Вітюк

к.ф.-м.н., доцент, доцент

кафедри «Експлуатація суднового електрообладнання та засобів автоматики»

Одеський національний морський університет, Одеса, Україна

Анотація: Розглянуті особливості проведення процесів ручного дугового зварювання в судновій мережі обмеженої потужності. Розглянуті дефекти зварювання, які викликані неналежним встановленням електричних умов початку процесу. Запропонований алгоритм роботи та складена принципова схема вхідного кола зварювального інвертора. Проведений зрівняльний аналіз зварювального інвертора, що живиться від суднової мережі з використанням цієї схеми і тим, що живиться від акумулятора.

Ключові слова: ручне дугове зварювання, вхідне коло зварювального інвертора, алгоритм роботи, принципова схема, акумулятор.

УДК 621.314
DOI 10.47049/2226-1893-2021-2-105-119

**ВХОДНАЯ ЦЕПЬ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ
ИНВЕРТОРНОГО СВАРОЧНОГО АППАРАТА**

В.И. Цацко

к.ф.-м.н, старший преподаватель

кафедры «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

С.Н. Дранчук

к.т.н., доцент

кафедры «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

В.Н. Машин, Т.А. Гаур

старшие преподаватели

кафедры «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Н.В. Витюк

к. ф.-м. наук, доцент

кафедры «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Одесский национальный морской университет, Одесса, Украина

© Цацко В.І., Дранчук С.М., Машін В.М., Гаур Т.О., Вітюк М.В., 2021

Аннотация: Рассмотрены особенности проведения процессов ручной дуговой сварки в судовой сети ограниченной мощности. Рассмотрены дефекты сварки, вызванные ненадлежащим установлением электрических условий начала процесса. Предложен алгоритм работы и составлена принципиальная схема входной цепи сварочного инвертора. Проведен сравнительный анализ сварочного инвертора, который питается от судовой сети с использованием этой схемы и тем, что питается от аккумулятора.

Ключевые слова: ручная дуговая сварка, входная цепь сварочного инвертора, алгоритм работы, принципиальная схема, аккумулятор.

UDC 621.314

DOI 10.47049/2226-1893-2021-2-105-119

INVERTER WELDER INPUT CIRCUIT

V. Tsatsko

Ph.D, Senior Lecturer

Department «Exploitation of marine electric equipment and means of automation»

S. Dranchuk

Ph.D, Associate Professor

Department «Exploitation of marine electric equipment and means of automation»

V. Mashin, T. Gaur

Senior Lecturers

Department «Exploitation of marine electric equipment and means of automation»

N. Vityuk

Ph.D., associate professor

Department of «Operation of ship electrical equipment and automation equipment»

Odessa National Maritime University, Odessa, Ukraine

Abstract: The peculiarities of manual arc welding processes in a ship of limited capacity are considered. Welding defects that are caused by improper setting of electrical start conditions are considered. The algorithm of work is offered and the basic scheme of an input circle of a welding inverter is made. The comparative analysis of the welding inverter, powered by the ship network using this scheme and the one powered by the battery.

Keywords: manual arc welding, input circuit of welding inverter, algorithm of operation, schematic diagram, battery.

Актуальність теми. Сучасне судно, незалежно від його призначення (перевезення вантажів по морях і океанах або внутрішніми водними шляхами, вилов і переробка морепродуктів, видобуток вуглеводнів або інших корисних копалин, проведення науково-дослідних робіт) є складною інженерною спорудою, призначеною для автономного плавання, в тому числі, в екстремальних гідрометеорологічних умовах [1].

З метою забезпечення працездатності, надійності, економічності і безпеки судна в процесі експлуатації екіпаж судна і берегові служби повинні здійснювати його технічне обслуговування та ремонт.

Однією з найпоширеніших операцій, що здійснюється в процесі ремонту на судах в процесі автономного плавання є зварювання. При цьому інверторні зварювачі знайшли широке застосування на судні. Одним з недоліків зварювальних інверторів є їх чутливість до коливань суднової мережі. Тому задача зниження цієї чутливості є досить актуальною.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. В роботі [2] нами запропонована структурна схема вхідного кола джерела живлення, яка пропонує використання додаткової схеми активного навантаження для проведення зварювання при відтворених умовах. Однак там не була конкретизована принципова схема вхідного кола.

Мета статті. Метою даної статті є розробка алгоритму роботи вхідного кола джерела живлення зварювального інвертора і на його основі розробка принципової схеми устрою.

Виклад основного матеріалу. Електричний дуговий розряд, що широко застосовується для плавлення й зварювання металів, забезпечують електричні джерела живлення. До них пред'являються вимоги щодо здійснення надійного початкового та повторного загоряння дуги, її горіння та стабільності процесу зварювання, формування доброго зварювального шва.

Джерела живлення повинні сприяти найменшим втратам металу електродів, обумовлених розбризкуванням та угаром. Налаштування джерела на заданий режим роботи мусить бути легким та простим. Здатність джерела живлення сприяти цим вимогам характеризує його технологічні властивості, що є основним показником його якості.

В залежності від виду зварювання, металів, що зварюються, вимог до якості зварювального шва, умов виконання зварювальних робіт, конструкції виробу та умов його експлуатації застосовують різні джерела живлення які можна характеризувати за наступними ознаками [3]:

- за родом струму – змінного та постійного струму (до джерел змінного струму відносяться зварювальні трансформатори, а постійного струму – випрямлячі та перетворювачі);
- за видом зварювання – для ручного дугового зварювання, механізованого зварювання під флюсом та в захисних газах, зварювання неплавним електродом в інертних газах;
- за видом зовнішніх статичних характеристик – із круто падаючими (КПХ) та повільно падаючими (ППХ) характеристиками;
- за методами керування – керовані механічними, електромагнітними методами, за допомогою електронних схем.

При ручному зварюванні електродами, неплавними електродами у інертних газах (аргонодугове зварювання), а також під флюсом із регульованою швидкістю подачі дроту використовують джерела живлення із КПХ, а при зварюванні під флюсом при постійній швидкості подачі дроту – джерела живлення із ППХ. При ППХ джерело живлення є регулятором струму, а при КПХ – регулятором напруги.

Обираючи джерело живлення слід керуватися не тільки його призначенням, але й основними параметрами, головними із яких є номінальна сила зварювального струму при заданому режимі роботи, номінальна напруга, межі регулювання сили струму й робочої напруги, напруга холостого ходу, напруга мережі, потужність, маса, габарити.

Джерела живлення розраховуються за нагрівом на визначений режим роботи.

Для дугового зварювання розрізняють три режими роботи джерела живлення:

- тривалий;
- переривчастий;
- повторно-короткочасний.

Для ручного дугового зварювання використовується другий режим.

У цій роботі буде розглянутий процес ручного дугового зварювання, що найчастіше відбувається на суднах в процесі їх експлуатації.

Ручне дугове зварювання – це зварювання покритим металевим електродом.

Для утворення та підтримки електричної дуги до електрода та зварюваного виробу від джерела живлення підводиться зварювальний струм (змінний чи постійний).

Якщо позитивний полюс джерела живлення приєднаний до виробу, то говорять, що зварювання проводиться на прямій полярності, інакше – на зворотній.

Під дією дуги розплавляються металевий стержень електрода (електродний метал), його покриття та метал виробу (основний метал). Електродний метал у вигляді окремих крапель, що покриті шлаком, переходить до зварювальної ванни, де змішується із основним металом, а розплавлений шлак спливає до поверхні.

Розміри зварювальної ванни залежать від режимів, просторового положення зварювання, швидкості переміщення дуги по поверхні виробу, конструкції зварного з'єднання, форми та розміру розділки кромки. Зазвичай вони мають розміри: глибина до 6 мм, ширина 8-15 мм, довжина 15-30 мм. Довжина дуги – відстань від активної плями на поверхні зварювальної ванни до іншої активної плями на розплавленій поверхні електрода.

Внаслідок розплавлення покриття електрода навколо дуги та над зварювальною ванною створюється газова атмосфера, яка витісняє повітря із зони зварювання, що не дає змоги взаємодії повітря із розплавленим металом.

Шлак покриває краплі розплавленого електродного металу та поверхню зварювальної ванни, перешкоджає їх взаємодії із повітрям та очищує метал від домішок.

По мірі віддалення дуги метал зварювальної ванни кристалізується із утворенням шва, що з'єднує зварювані деталі. На поверхні шва утворюється шар затверділого шлаку.

Зазвичай загоряння дуги здійснюється або прямим відривом електрода після короткого замикання або ковзним рухом кінця електрода.

Ведення дуги проводиться таким чином, щоб забезпечити проплавлення зварюваних кромок та отримати належну якість наплавленого металу при доброму формуванні. Це досягається шляхом підтримки постійної довжини дуги та відповідного переміщення кінця електрода.

У процесі зварювання електрод рухається у трьох напрямках.

Перший рух – поступовий, спрямований по осі електрода, він підтримує постійну довжину дуги в залежності від швидкості плавлення електрода. Довжина дуги в залежності від умов зварювання та марки електрода лежить у межах 0,5-1,2 діаметру електрода. Надмірне зменшення довжини дуги погіршує формування шва та може привести до короткого замикання. Надмірне зростання довжини дуги приводить до зниження глибини провару, зростанню розбризкування електродного металу, погіршенню якості шва як за формою, так і за механічними властивостями, а при зварюванні електродами із покриттями основного виду – до утворення пор.

Другий рух – переміщення електрода вздовж осі валика для утворення шва. Швидкість цього руху залежить від сили струму, діаметра електрода, швидкості його плавлення, виду шва та інших факторів. За відсутністю поперечних рухів отримується нитковий шов шириною 1,5 діаметра електрода. Такі шви застосовують при зварюванні тонких листів, накладенні першого (кореневого) шару багат шарового шва, зварюванні способом обпирання та ін.

Третій рух – переміщення електрода поперек шва для отримання належної ширини шва та глибини проплавлення. Ширини швів зазвичай складають 1,5-5 діаметрів електрода.

Техніка виконання ручного дугового зварювання залежить від просторового положення зварювального шва. При зварюванні розрізняють нижнє (0-60^o), вертикальне (60-120^o) та стельове (120-180^o) положення.

При ручному зварюванні у нижньому положенні основна проблема складається у тому, щоб забезпечити повне проплавлення перетину без утворення пропалів.

При ручному зварюванні у вертикальному положенні стікання розплавленого металу оказує суттєвий вплив на формування шва та глибину проплавлення. Вертикальні шви зазвичай виконують на підйом. Зварювання на спуск можливе лише для тонкого металу при застосуванні спеціальних електродів.

При стельовому зварюванні розплавлений метал утримується від витікання тільки силою поверхневого натягу. Тому необхідно зменшувати розміри зварювальної ванни, виконувати зварювання періодичними короткими замиканнями, що надає змогу металу шва частково кристалізуватися. Застосовують також зменшені діаметри електродів, знижують силу зварювального струму, використовують електроди, що забезпечують отримання в'язкої зварювальної ванни.

До переваг ручного дугового зварювання відносять:

- можливість зварювання в будь-яких просторових положеннях;
- можливість зварювання в місцях із обмеженим доступом;
- зрівняльне швидкий перехід від одного зварюваного матеріалу до іншого;
- можливість зварювання різних сталей завдяки широкому вибору марок електродів;
- простота та транспортабельність зварювального обладнання.

За даними американського товариства інженерів-механіків (ASME) причини дефектів зварювання розподілені наступним чином [4]:

- 45 % – помилки вибору технології зварювання;
- 32 % – помилки зварника;
- 12 % – збої в роботі зварювального обладнання;
- 10 % – невідповідні зварювальні матеріали;
- 1 % – інше.

Основні дефекти, що виникають при ручному зварюванні:

- дефекти, що пов'язані із неякісним загорянням дуги (злипання електрода, надмірне зростання довжини дуги призводять до непроварів початку зварювання, зашлаковці, утворенню пор);
- надмірно випуклі валики при зварюванні кутових та стикових з'єднань (для запобігання цього недоліку треба підвищити поступовий рух електрода, при зварюванні вертикальних та стельових швів перейти на метод драбинки або дугою вперед; підвищити зварювальний струм для нижнього положення; зменшити струм для вертикальних та стельових швів);
- підрізи (при ранньому уході електрода з кромки; при дуже малій довжині дуги; при різкому уході від кромки);

- напливи (при надмірній затримці на кромці, або при великому струмі зварюванні);
- непроварення (зборка без зазору або із зазором, що менше рекомендованого);
- свищі (виникають при надмірному зварювальному струмі, також при відриві, що супроводжується подовженням дуги);
- усадкова раковина (при великих товщина металу, великому зазорі, надмірному струмі та надмірній величині зварювальної ванни);
- пори (виникають як завдяки неналежній підготовці виробів та електродів, поганих умов зварювання (вологість, протяги); так і завдяки магнітному дуттю).

З наведеного вище слідує, що для отримання якісного ручного зварювання крім високої кваліфікації зварювальника необхідні належні умови та джерела живлення, що забезпечують відтворюваність процесів.

Як вже говорилося вище, ідея зниження чутливості до коливань суднової мережі, зводиться до того, що підключення зварювача до мережі відбувається при визначених значеннях напруги, які задовольняють умовам створення стійкої електричної дуги.

Структурна схема системи, що дозволить знизити чутливість до коливань мережі, показана на рисунку 1.

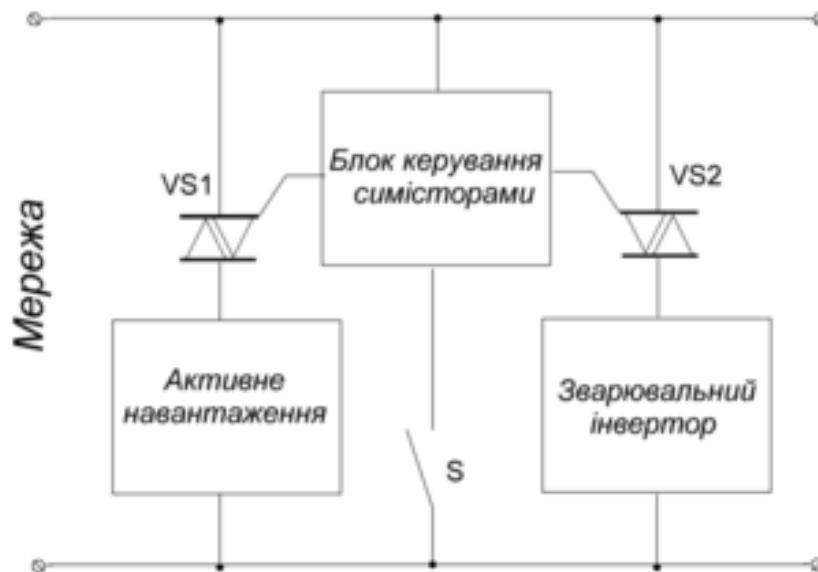


Рис. 1. Структурна схема системи

Схема працює наступним чином. При замиканні ключа S відкривається симістор $VS1$ і до мережі підключається активне навантаження. В мережі відбуваються перехідні процеси. Після того, як напруга в мережі встановиться у визначених межах, симістор $VS1$ відключає активне навантаження, а до мережі через відкритий симістор $VS2$ підключається зварювальний інвертор. Це дозволяє проводити початок процесу зварювання у відтворених умовах.

На цій основі побудований алгоритм роботи схеми, який представлений на рисунку 2.

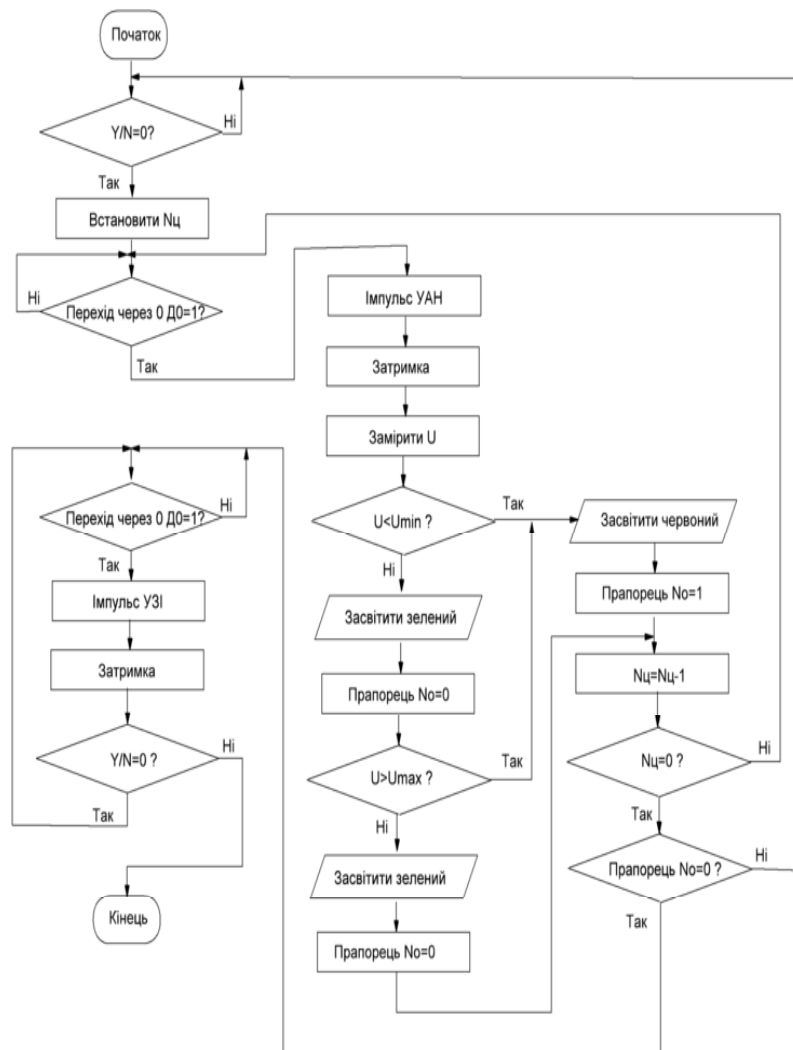


Рис. 2. Алгоритм роботи вхідного кола зварювального інвертора

Складена за цим алгоритмом принципова схема вхідного кола зварювального інвертора наведена на рисунку 3.

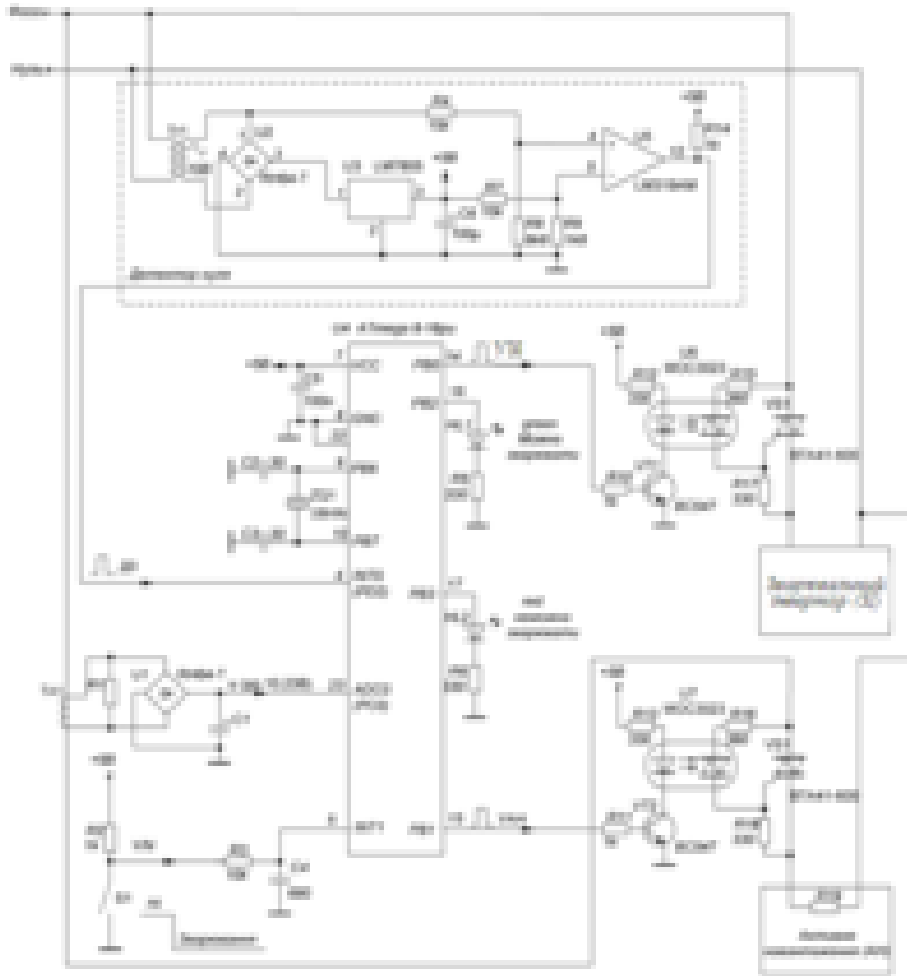


Рис. 3. Принципова схема вхідного кола зварювального інвертора

Схема працює наступним чином. При замиканні ключа **S1** на вхід зовнішнього переривання INT1 (вивід 5) контролера **U4** подається сигнал, який сформований ланцюжком **R3C4** для виключення тремтіння контакту. На лічильнику циклів контролера встановлюється визначена кількість циклів. Далі схема чекає приходу сигналу **D0** з вузла детектора переходу напруги мережі через нуль на вхід зовнішнього переривання INT0 (вивід 4). По приходу цього сигналу контролер виробляє

імпульс $УАН$, який подається на керуючий електрод симістора $VS2$ через оптоелектронне розв'язування, яке виконане на оптроні $U7$, і до мережі підключається активне навантаження. За допомогою трансформатора струму $TA1$ та мостового випрямляча $U1$ відбувається вимірювання напруги, яка подається на вхід АЦП контролера (вивід 23), де виконується 10-бітове вимірювання напруги. Якщо після проходу заданої кількості циклів напруга буде знаходитися у визначених межах контролер після приходу сигналу $Д0$, що визначає перехід мережі через нуль, виробляє імпульс $УІЗ$, який подається на керуючий електрод симістора $VS1$, через оптоелектронне розв'язування, яке виконане на оптроні $U8$, і до мережі замість активного навантаження підключається зварювальний інвертор (симістор $VS2$ при переході через нуль автоматично відключиться, оскільки імпульс включення на керуючому електроді відсутній).

Таким чином початок процесу зварювання відбувається в умовах відсутності перехідних процесів в мережі, що дозволяє підвищити якість виконання зварювальних робіт. Розглянемо деякі складові частини наведеної схеми.

Нечутливий до шумів детектор переходу через нуль

Для вірної комутації за допомогою твердотільних приладів, що працюють на змінному струмі навантаження необхідний імпульс, який сигналізує про початок переходу напруги через нуль. Але лінії електроживлення, як правило, мають багато шумів, і визначити момент переходу через нуль необхідно в умовах сильних перешкод.

Ми використали схему, що запропонована у роботі [5] (рисунок 4).

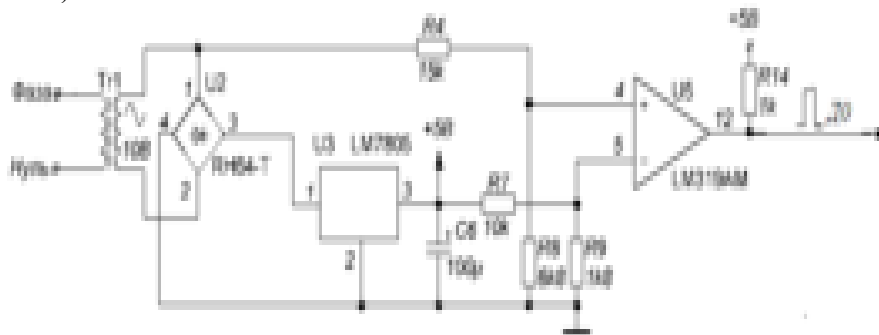


Рис. 4. Схема детектора нуля

Зауважимо принагідно, що дуже невелика навантажувальна здатність трансформатора сприяє підвищенню безпеки схеми. Вихід трансформатора підключений до звичайного випрямного мосту. Конденсатор 100 мкФ фільтрує випрямлену напругу. Лінійний стабілізатор LM7805 виробляє напругу +5 В, необхідну для живлення компаратора і установки

рівня вихідної напруги. Якщо буде потрібна ще і негативна напруга, можна скористатися ємнісним перетворювачем типу ADM660, або подібним.

Піднявши відносно рівня «землі» порогову напругу, що подається на негативний вхід компаратора, можна зробити схему детектора переходу через нуль, нечутливою до шумів.

На компаратор подається напруга з входу випрямного моста. Дільник напруги R4, R6 знижує пікову змінну напругу до рівня, що відповідає робочому діапазону компаратора U5. Підключити другий вхід компаратора просто до «землі» не можна, тому що шуми приведуть до великих помилок визначення нульового рівня.

Тому, на негативний вхід компаратора подається невелика напруга з дільника R7, R9, підбраного таким чином, щоб період вихідних імпульсів був постійним. При номіналах елементів, показаних на схемі, детектор працює бездоганно і показує досить задовільні результати.

Призначення виводів контролера ATmega 8-16ри

Для керування нами був використаний контролер ATmega 8-16ри.

З рисунку 5 видні призначення виводів контролера. Живлення + 5 В подається на 7 контакт, 8, 22 контакти служать для заземлення. Тактова частота встановлюється схемою на елементах **ZQ1, C2, C3**, які підключені до виводів 9, 10 (**PB6, PB7**) порту **B**. Порт **B** – це 8-бітний дво-направлений порт вводу / виводу з внутрішніми підтягаючими резисторами (вибирається для кожного біта).

Вихідні буфери порту **B** мають симетричні характеристики. У випадку вхідних даних, входи порту **B**, подаватимуть струм у разі коли активовані резистори підтягування. Виходи порту **B** можуть бути у трьох станах, коли стан скидання стає активним, навіть якщо контролер знаходиться у сплячому режимі. Залежно від параметрів режиму роботи контролера, **PB6** може використовуватися як вхід до осцилятора, а **PB7** може використовуватися як вихід.

Сигнал **D0** подається на вхід 4 (**PD2**) порту **D**. Цей порт має такі ж характеристики, що й порт **B**.

Виміряна напруга подається на вхід 23. У контролері аналоговий сигнал перетворюється в цифровий.

Сигнал **Y / N** подається на вхід 5 контролера і служить для встановлення переривання.

Виводи 14-15 (**PB0 – PB1**) призначені для передачі імпульсів управління симісторами **VS1, VS2**, які підключають та відключають від мережі зварювальний інвертор і активне навантаження.

Виводи 16-17 (**PB2 – PB3**) призначені для подачі сигналів на світлодіоди **HL1** (зелений) та **HL2** (червоний), які індують стан системи (чи готова вона для проведення зварювання).

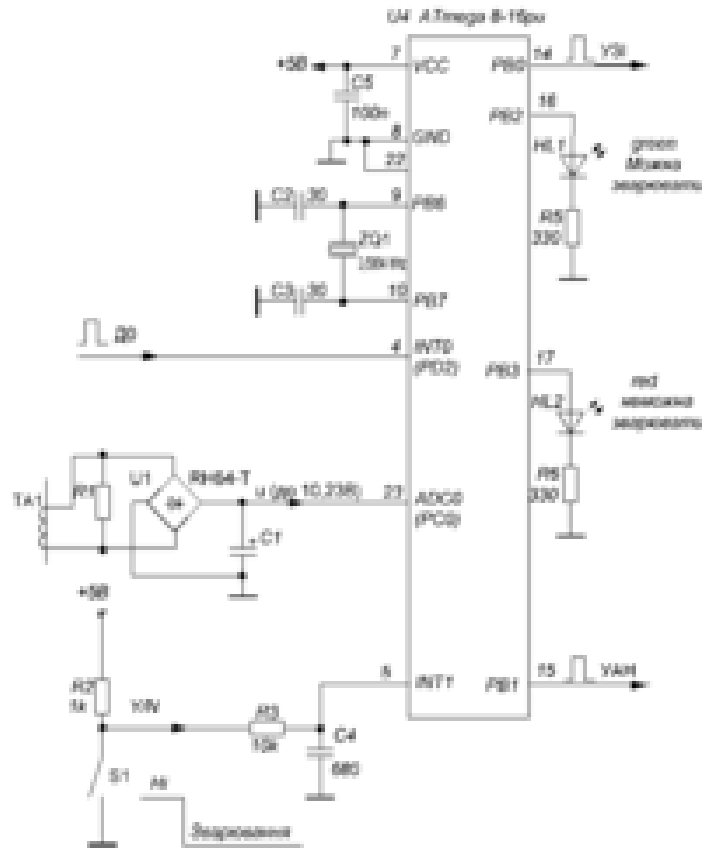


Рис. 5. Призначення виводів контролера ATmega 8-16ру

Зрівняльний аналіз ДЖ зварювачів в умовах мережі низької потужності

Можна зробити висновок, що в умовах мережі з постійною потужністю невелике зменшення ККД (за споживанням електричної енергії) та невелике підвищення вартості дозволяють значно покращити умови зварювання (тобто підвишити ККД усього процесу зварювання при використанні зварювального інвертора).

Нижче у таблиці наведений зрівняльний аналіз зварювального інвертора з наведеною схемою вхідного кола і без неї, а також з живленням від акумулятору, складену на основі даних [6; 7].

Значення коефіцієнтів K і ваги показників B не завжди носять об'єктивний характер, скоріше оціночний (за $K=1$ прийнятий найкращий показник з досліджуваних інверторів).

З даних таблиці слідує, що зварювальний інвертор з наведеною схемою є найбільш ефективним.

Таблиця

Зрівняльний аналіз зварювальних інверторів

Показник	Вага по-казника	Зварювальний інвертор		Зварювальний інвертор з додатковою схемою		Зварювач з акумулятором	
	В	К	К*В	К	К*В	К	К*В
Ціна	1,3	1	1,3	1,1	1,43	2,3	3
Продуктивність	2	1,6	3,2	1	2	2,2	4,4
Якість зварювання	6	1,5	9,0	1	6	1,1	6,6
Масогабаритні показники	1	1	1	1,05	1,05	1,6	1,6
ККД за споживанням електричної енергії	1	1	1	1,05	1,05	1,5	1,5
Чуйність до коливань напруги мережі	4	3	12	2	8	1	4
Експлуатаційні витрати	2	1	2	1,05	2,1	1,5	3
Надійність	3	1	3	1,2	3,6	1,4	4,2
	Всього	11,1	32,5	9,45	25,23	12,6	28,3

Висновки

1. Розроблений алгоритм вхідного кола зварювального інвертора.
2. На основі цього алгоритму складена принципова схема вхідного кола зварювального інвертора.
3. Зрівняльний аналіз зварювальних інверторів показав, що зварювальний інвертор з наведеною схемою є найбільш ефективним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кузьмин, А.А. Судостроение и судоремонт // Сб. научн. трудов С.-Петербур. гос. ун-та вод. коммуникаций. СПб.: Изд-во СПбГУВК. 2000. 189 с.
2. Дранчук, С.М., Машин, В.М., Мінжинер, С.С., Цацко, В.І. Зрівняльний аналіз джерел живлення для ручного зварювання. Мережа з постійною потужністю // Молодий вчений, № 10(74), жовтень 2019 р. С. 16-19.

3. Ручна дугова зварка. Технологія, характеристика і будова електричної дуги. Обладнання та матеріали: URL: <https://blox.com.ua/ruchna-duhova-zvarka-tekhnologhiia-kharakterystyka-i-budovaelektrychnoi-duhy-obladnannia-ta-materialy.html>. (Дата звернення 07.11.2019).
4. ASME Engineer's Data Book (Engineering Management) 2nd Edition by Clifford Matthews. ASME Press, April 2005. 362 p.
5. Детектор перехода через ноль, нечувствительный к шумам. URL: <https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=78000>. (Дата звернення 10.11.2019).
6. Сварочные аппараты. URL: http://www.dadada.com.ua/index.php?category_ID=369. -<http://vistek-weld.ru/katalog/svarochnoe-oborudovanie-1>.- (Дата звернення 08.11.2019).
7. Аккумуляторные сварочные аппараты. URL: <http://www.innoinstrument.com>. -<http://vistek-weld.ru/katalog/svarochnoe-oborudovanie-1>.- (Дата звернення 08.11.2019).

REFERENCES

1. Kuzmin, A.A. Sudostroenie i sudoremont: Sbornik nauchnykh trudov. [Shipbuilding and ship repair].S.-Peterburg. gos. un-t vod. kommunikatsiy. SPb: Izd-vo SPbGUVK 2000. – 189 s. (in Russian).
2. Dranchuk, S.M., Mashin, V.M., Minzhyn, S.S., Tsatsko, V.I. Zrivenyaly'nyy analiz dzherel zhyvlennya dlya ruchnogo zvaryvannya. Merezha z postyynoyu potuzhnistyuu. [Comparative analysis of power sources for manual welding. Network with constant power.]. Molodyy vchenyy, #10(74), zhovten' 2019 r. P. 16-19. (in Ukrainian).
3. Ruchna duhova zvarka. Tekhnolohiya, kharakterystyka i budova elektrychnoyi duhy. Obladnannya ta materialy. [Manual arc welding. Technology, characteristics and structure of electric arc. Equipment and materials] URL: <https://blox.com.ua/ruchna-duhova-zvarka-tekhnologhiia-kharakterystyka-i-budova-elektrychnoi-duhy-obladnannia-ta-materialy.html>. (accessed 07.11.2019). (in Ukrainian).
4. ASME Engineer's Data Book (Engineering Management) 2nd Edition by Clifford Matthews. ASME Press, April 2005. 362 p.
5. Детектор перехода через ноль, нечувствительный к шумам. [Noise transition detector, noise insensitive].URL: <https://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=78000>. (accessed 10.11.2019). (in Russian).

6. *Svarochnyie apparatyi. [Welding machines].URL: [http://www.dadada.com.ua /index.php ?category ID=369](http://www.dadada.com.ua/index.php?category_ID=369). (accessed 08.11.2019). (in Russian).*
7. *Akkumulyatornyie svarochnyie apparatyi. [7. Cordless welding machines]. URL: [http://www.innoinstrument. com](http://www.innoinstrument.com). (accessed 08.11.2019).*

Стаття надійшла 25.03.2021

Посилання на статтю: Цацко В.І., Дранчук С.М., Машін В.М., Гаур Т.О., Вітюк М.В. Вхідне коло джерела живлення інверторного зварювача // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць, 2021. № 2(65). С. 105-119. DOI 10.47049/ 2226-1893-2021-2-105-119.

Article received 25.03.2021

Reference a JournalArtic: Tsatsko V., Dranchuk S., Mashin, Gaur T., Vityuk N. Inverter welder inpt circuit // Herald of the Odessa national maritime university. 2021. 2(65). 105-119. DOI 10.47049/ 2226-1893-2021-2-105-119.