

SHP-10K

Високоєфективні трифазні джерела живлення потужністю 10 кВт

- Трифазний вхід з широким діапазоном живлення 340...530 В AC
- Номінали вихідних напруг: 55, 115, 230, 380 В DC
- Високий ККД до 97%
- Можливість вибору типу охолодження (водяне або вентилятори)
- Програмування вихідного струму та напруги
- CANBus протокол обміну даними (опціонально - PMBus/MODBus)
- Паралельне підключення до 4х одиниць – система потужністю до 40 кВт
- Захист від перенапруги, перевантаження, короткого замикання
- Вбудований DC-ОК, сигналізація перегріву, несправності вентилятора і втрати живлення на вході
- Гарантія 5 років

Компанія SEA — авторизований дистриб'ютор MEAN WELL на території України



SEA

ІННОВАЦІЇ ТА
ЕФЕКТИВНІСТЬ



Україна, 02094, м. Київ
вул. Краківська, 13-Б
тел./факс: +38 044 330-00-88
info@sea.com.ua, www.sea.com.ua



Багатофункціональне реле контролю напруги з LCD-дисплеєм

HRN-100

Багатофункціональне реле контролю напруги призначене для контролю мінімального (U_{min}) та максимального (U_{max}) рівнів напруги, частоти, асиметрії, послідовності та обриву фаз.



- 3-провідне або 4-провідне підключення
- контролює високу та низьку напругу, частоту, асиметрію, послідовність та обрив фаз у 3-фазній мережі та обрив N
- живлення від контрольованої напруги
- обидва контакти можна налаштувати індивідуально
- вимірює дійсне ефективне значення напруги змінного струму (True RMS)
- останні п'ять станів помилок зберігаються в історії, яку можна переглянути ретроспективно
- прозора кришка, що пломбується, для дисплея та елементів керування

Діапазон напруги живлення та вимірювання	$U_{LN} - 90 - 288 \text{ V}, (45-65 \text{ Hz})$ $U_{LL} - 155 - 500 \text{ V}, (45-65 \text{ Hz})$
Регульована асиметрія	Абсолютна: $5 - 99 \text{ V AC} /$ у відсотках: $2 - 50\%$
Точність вимірюваної напруги та частоти	$\pm 5\text{V}; 0,3 \text{ Hz}$
Кількість контактів	$2 \times \text{CO} (\text{AgSnO}_2)$
Номинальний струм	$5 \text{ A} / \text{AC1}$
Механічний/електричний ресурс	$1 \times 10^7 / 1 \times 10^5$
Температура роботи	$-10.. +60 \text{ }^\circ\text{C}$
Розміри	$90 \times 36 \times 66,5 \text{ mm}$
Регульована затримка $T_{(ON)}$	$0,5 - 999 \text{ s}$
Регульована затримка $T_{(OFF)}$	$0,1 - 999 \text{ s}$
Фіксована затримка	$<100 \text{ ms}$ (зникнення U, чергування фаз)



Для перегляду сторінки
продукту з детальною
інформацією скористайтесь
QR-кодом

ETI Україна

04128, м. Київ, вул. Ак. Туполева 19
тел. +38 (044) 494-21-80, 82
www.eti.ua

ETI

SWITCH TO
A SAFE FUTURE

International Electrotechnical Magazine

ЕЛЕКТРИК

Міжнародний Електротехнічний Журнал

Науково-популярний журнал
Видається з січня 2000 г.
№ 10/2023 (247) жовтень
Періодичність – 12 разів на рік
Зареєстрований Державною реєстраційною
службою України
Серія КВ № 02.12.2011г.
Зареєстрований Федеральною службою
з нагляду у сфері зв'язку, інформаційних технологій
та масових комунікацій
св-во РП №258 от 24.04.2012 г.

Засновник
ДП «Видавництво РадіоАматор»
Київ, «РадіоАматор»

Головний редактор
electric_@ukr.net

Редакційна колегія:
А.Ю. Саулов (голова)
А.Н. Кравченко, д.т.н., професор
Н.П. Власюк
А.Г. Зысюк
А.В. Кравченко
З.А. Салахов

Адреса редакції:
Київ, вул. Краківська, 13А

Для листів:
val@sea.com.ua
тел. 093 603-27-25
[http:// www.electrician.com.ua](http://www.electrician.com.ua)

Соц. мережі   

Видавник: ДП «Видавництво «РадіоАматор»
В.В. Моторний, директор, val@sea.com.ua
тел. / факс: 093 603-27-25

Реклама:
тел. 066 271-35-94, lat@sea.com.ua
095 517-30-62, rek@sea.com.ua

Передплата та реалізація:
тел. 093 603-27-25, svetlana@sea.com.ua

Адреса видавництва «РадіоАматор»
Київ, Краківська, 13А

Підписано до друку 26.10.2023 г.
Дата виходу у світ 31.10.2023 г.
Формат 60x84 / 8. Умов. друк. арк. 3,46
Обл. вид. арк. 4,62.
Підписні індекси:
ДП «Преса» (для України):
для приватних осіб 22901, 8045;
для організацій 8042, 8045.
Агенство «РОСПЕЧАТЬ»
(для Росії та країн СНГ): 22090
Загальний наклад по країнам СНГ та ЄС: 6500 прим.
Ціна договірна.

Надруковано з комп'ютерного набору
в типографії видавництва «Аврора-Принт»
м. Київ, вул. Причальна, 5. Тел.: (044) 550-92-44

Реферується ВІНІТИ.
Журнал «Електрик. Міжнародний
електротехнічний журнал», м. Київ.
Видавництво «РадіоАматор»,
Україна, м. Київ, вул. Краківська, 13А.

Повне або часткове передрукування матеріалів в інших
виданнях можливе лише за письмовою згодою ДП
«Видавництво РадіоАматор». За зміст реклами
и об'яв несе відповідальність рекламодавець.
Точка зору редакції журналу може не збігатися
з точкою зору авторів статей.

© Видавництво «РадіоАматор», 2023



Дорогі друзі!

Головною темою цього випуску нашого журналу це відновлювана енергетика.

У статті «Компактне відображення чудової ідеї майбутнього у парку All Electric Society» (автор Марен Гаст) описується майбутнє, в якому електрична енергія, вироблена з відновлюваних джерел, буде доступна в усьому світі як основний вид енергії в достатніх кількостях та за доступними цінами.

Звертаємо вашу увагу на статтю «Перетворювачі сонячної енергії. Незвичайні рішення» (автор Андрій Кашкаров) у який, на основі дослідження наших колег із Національного університету Австралії, розглядаються методи розміщення сонячних панелей на воді.

В даний час зі змістом усіх статей з номерів журналу «Електрик. Міжнародний електротехнічний журнал» за 2022 та 2023 роки можна безкоштовно ознайомитись на сайті журналу <http://www.electrician.com.ua>.

Для цього треба зайти в розділ «Новини» сайту, вибрати новину про вихід номера журналу «Електрик», що вас цікавить, і перейти за посиланням, яке міститься в конкретній новині. Також зі змістом номерів журналу можна ознайомитись в розділі «Архів» сайту.

Аналогічно можна ознайомитись зі змістом статей номерів журналу «Радіо Компоненти» та журналу «РадіоАматор. Міжнародний радіоаматорський журнал».



Нагадуємо вам, що продовжується передплата нашого журналу на 2023 р. Підписатися можна з будь-якого номера журналу. Нині «Електрик. Міжнародний електротехнічний журнал» – це одне з найдешевших і найдоступніших електротехнічних видань в Україні.

Будемо раді бачити вас серед наших передплатників.

Редколегія журналу «Електрик. Міжнародний електротехнічний журнал».



- 1 Від редакції
- 2 Зміст

Техніка та технології

- 4 Революція у виробництві яєць.
Система оптичного контролю
на основі штучного інтелекту
- 6 Ефективний PFC з постійною частотою
комутації та Квазі-CCM режимом
у всьому діапазоні навантажень
Сергій Іголкін
- 11 ТЕР 150UIR та ТЕР 200UIR – DC/DC
із над широким діапазоном
вхідних напруг стандарту «12:1»
Дмитро Левчук

- 12 Компактне відображення чудової ідеї
майбутнього у парку All Electric Society
Марен Гаст
- 16 Новий 10-гігабітний промисловий
комутатор IGS-6325-5X1T
від компанії PLANET
Едуард Шепель
- 21 Однопарний Ethernet –
просте підключення без вилок
- 24 Новий універсальний підхід
до захисту мереж змінного струму

Виробництво та ресурси

- 30 Біометричні інформаційні кіоски
Андрій Кашкаров



32 High End ДЖ MORNSUN на DIN-рейку
для промислової автоматизації
Семен Іванишин

36 Перетворювачі сонячної енергії.
Незвичайні рішення
Андрій Кашкаров



Інженерні рішення

38 Новий високовольтний SiC MOSFET
YJD212040NCxG1 для високочастотних
застосувань великої потужності
Ігор Семенов

40 Новий ІОН TPR50 для систем
з підвищеною точністю вимірювання
Анатолій Сергєєв

41 Візитниця



Дослідження показали, що оптичні інспекційні системи на основі штучного інтелекту можуть поліпшити сортування, підрахунок і контроль якості яєць, підвищуючи ефективність і знижуючи трудовитрати в процесі їх перевірки.

Революція у виробництві яєць. Система оптичного контролю на основі штучного інтелекту

(Матеріал надано ПРОКСИС™)

Виявляючи та відбраковуючи неякісні яйця до того, як вони потраплять до споживача, ці системи допомагають виявляти та видаляти яйця з тріщинами, знебарвленням та іншими дефектами, а також знижують ризик людської помилки та трудовитрати, оскільки автоматизація процесу перевірки дозволяє зменшити потребу в ручній праці. Система призначена для проведення високошвидкісних і високоточних перевірок, що дає змогу економити час і ресурси.

Системні вимоги

У птахівництві для того, щоб система забезпечувала точне і надійне сортування, підрахунок і оцінку якості яєць, необхідна наявність таких вимог:

- Система контролю. Високоякісна калібрована система контролю яєць, що дає змогу точно вимірювати вагу, розмір і форму яєць.
- Стандарти. Дотримання встановлених стандартів оцінки яєць, таких як рекомендації Міністерства сільського господарства США, для забезпечення стабільності результатів.
- Навчання. Для точного використання системи контролю яєць необхідні навчені та досвідчені оператори.

Опис системи

Замовнику пропонується авто-



матична система оптичного контролю на основі ШІ, яка значно підвищує ефективність і точність контролю яєць. Система оптичного контролю включає в себе камеру з інтерфейсом USB 3.0, лампи освітлення і платформу штучного інтелекту MIC-710AIX, побудовану на базі NVIDIA Jetson Xavier NX.

Система контролю потоку та перевірки яєць за допомогою ШІ:

- MIC-710AIX на базі NVIDIA Jetson Xavier NX для обчислень з використанням штучного інтелекту для виявлення та ідентифікації дефектів яєць у режимі реального часу.
- Високошвидкісна камера USB 3.0 з високою роздільною здатністю для отримання зображень підвищеної якості.

- Оптимальне освітлення поля зору (FOV).

Впровадження системи

Ручне сортування яєць – не ефективний процес у яєчній промисловості, що характеризується низькою продуктивністю та високими трудовитратами. Саме тому існує потреба в автоматизованих рішеннях для сортування, які дають змогу підвищити продуктивність і одночасно знизити витрати. Система оптичної інспекції ШІ – одне з таких рішень, здатне обробляти тисячі яєць на годину, що призводить до значного зниження витрат виробників (рис.1).

Поєднання промислових камер, спрямованого освітлення та інтерфейсу ШІ в системі MIC-710AIX забезпечує надійне технічне рішення

System Diagram

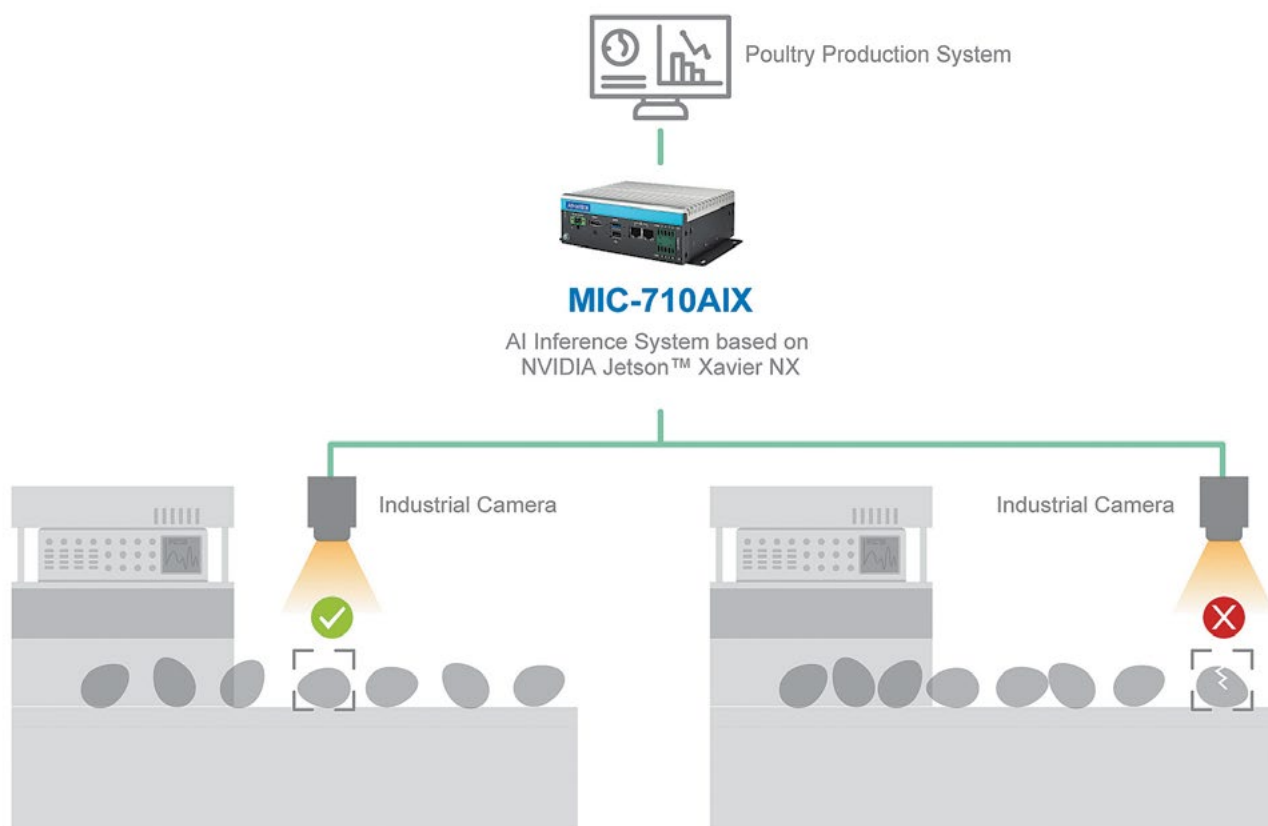


Рис. 1

для яєчної промисловості і дає змогу досягти найкращих результатів у виробництві, переробці та реалізації яєць.

- Гігієна. Суворе дотримання санітарно-гігієнічних норм необхідне для запобігання забрудненню яєць і збереження їхньої якості.
- Управління даними. Точне ведення обліку і системи управління даними для відстеження та аналізу результатів сортування.
- Здатність відстежувати (простежуваність). Система відстеження дає змогу простежити історію та якість кожного яйця від ферми до ринку.

Чому рішення Advantech

Використання системи оптичного контролю на основі штучного інтелекту для виробників яєць має низку переваг.

По-перше, система аналізує зображення яєць і виявляє тріщини, знебарвлення та інші дефекти, тим самим підвищуючи якість столових яєць завдяки виявленню та відбракуванню неякісних яєць до того, як вони потрапляють до споживача.

По-друге, процес контролю автоматизований, що знижує потребу в ручній праці та мінімізує ймовірність людської помилки, що призводить до зниження трудовитрат і підвищення ефективності.

По-третьє, система забезпечує високу швидкість і точність перевірки яєць, скорочуючи час і ресурси, необхідні для її проведення.

Оптична інспекційна система на базі MIC-710AIX, що базується на штучному інтелекті, дає змогу поліпшити сортування, підрахунок і контроль якості яєць, а також знизити

трудовитрати та підвищити ефективність процесів перевірки яєць. Це забезпечує репутацію бренду і високі стандарти якості продукції.

ПРОКСИС™
04073, Київ,
вул. Сирецька, 5
+380 (67) 327-5977
+380 (50) 317-5977
+380 (44) 467-5977
+380 (44) 599-5977
sales@proxis.ua

™
ПРОКСИС

Дросель-реактор – поки що головний елемент силової електроніки. Усі інші елементи лише обслуговують його потреби. Під час використання ШІМ у силовій електроніці у кожному такті існує одне і тільки одне найкраще значення заповнення ШІМ і завдання алгоритму/схеми встигнути знайти це значення до початку такту ШІМ максимально простим і надійним способом.

Ефективний PFC з постійною частотою комутації та Квазі-CCM режимом у всьому діапазоні навантажень

Сергій Іголкін, компанія QUANT, Житомир – Львів

Коректор коефіцієнта потужності (PFC) – один з найскладніших у проектуванні модулів, що застосовуються в силовій електроніці. Про призначення PFC, типові проблеми є багато статей, ми не будемо тут перераховувати все заново, заради економії місця. Але деякі базові проблеми доведеться описати. Нагадаємо, що метою під час проектування PFC є отримання вхідного струму від мережі, пропорційного миттєвій вхідній напрузі в кожен момент часу, та стабільної постійної вихідної напруги на вихідній накопичувальній ємності. Ідеальним вважається такий PFC, у якому форма струму ідеально відповідає формі вхідної напруги, і збігається з нею за фазою.

Зауважу, що при живленні від виділеної довгої лінії це не завжди так – ідеальним для максимального передавання потужності довгою лінією з високим імпедансом був би струм, що співпадає за фазою із вхідною напругою, але більш наближений за формою до прямокутної, це дає змогу отримати більшу потужність від «слабкої» лінії [1], див. **рис.1**, блакитні лінії.

Проблеми під час проектування

У цій же статті [1], як і в багатьох інших на тему PFC, позначено головну проблему, пов'язану з отриманням миттєвого значення середнього струму. Якщо коротко – струм у дроселі PFC змінюється з тактовою частотою (розмах від мінімального до максимального значення називають

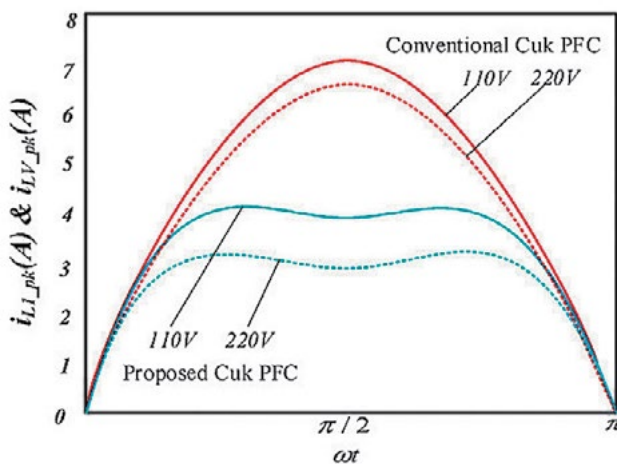


Рис.1

«рампа»), і для більшої точності керування дуже часто використовують вимірювання за максимальним, піковим значенням. На **рис.2** показано цю проблему графічно (середній струм показано пунктиром), пояснимо її якомога стисло. Друга проблема – необхідність швидкого датчика струму без джиттера, якщо потрібна гальванічна розв'язка – це стає серйозною проблемою, бо датчики Холла від Аллегро буде складно застосувати – джиттер до 4 мкс.

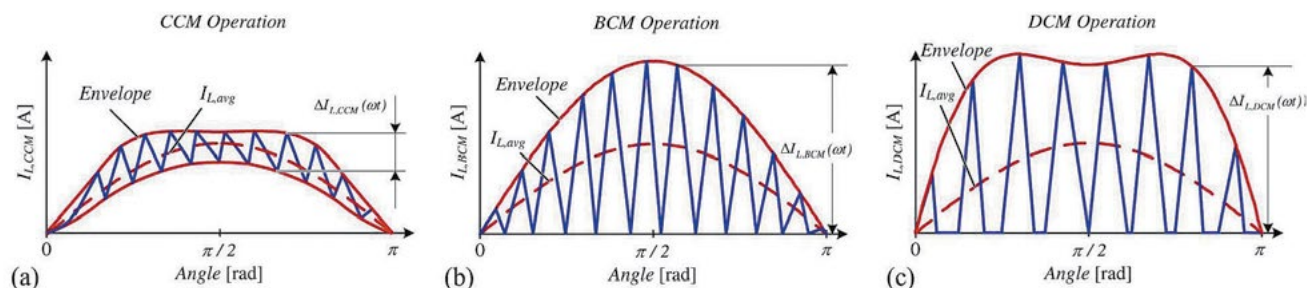


Рис.2

Аналіз проблем

Дросель-реактор може працювати в трьох режимах, які визначаються за тим, як змінюється струм у ньому під час роботи: DCM, BCM, CCM. Проблема визначення середнього струму по-різному себе проявляє в різних режимах. Також вона залежить від режиму роботи PWM – з постійною або змінною частотою комутації працює пристрій. Отже:

1. *Режим BCM (boundary current mode)* – наступний цикл починається відразу, коли струм дроселя спаде до нуля. У режимі зі змінною частотою комутації амплітудне значення струму ідеально відповідає середньому значенню, $I_p=2 \cdot I_m$. Мало того, середній струм ще й пропорційний вхідній напрузі, тож PFC зі змінною частотою комутації в критичному режимі – найпростіші у виконанні і дають гарну відповідність форми вхідного струму формі вхідної напруги.

Однак за малих струмів навантаження частота комутації сильно зростає, тому таке рішення застосовується рідко через динамічні втрати і перешкоди. А за фіксованої частоти комутації є тільки один середній струм споживання, за якого забезпечується цей режим, у широкому діапазоні струмів навантаження неминучий вихід у режими DCM (малі струми) або CCM (великі струми), якщо частота комутації фіксована. Заради точності можна сказати, що в принципі можна побудувати PFC повністю в режимі DCM, але це годиться лише для малих потужностей через складнощі фільтрації та збільшені втрати комутації (занадто велика рампа), але для малих потужностей зазвичай не потрібен PFC (до 200Вт).

2. *Режим CCM (continuous current mode)* – до наступного циклу струм у дроселі ще не досяг нуля. Це означає, що до кінця наступного циклу струм зростає ще більше, наприклад, якщо до кінця попереднього «залишок» струму був 1 А, то до кінця наступного, якщо нічого не зміниться, буде вже 2 А, струм нібито накопичується, що і створює нібито «внутрішній інтегратор струму», та є причиною появи другого полюсу на передавальній характеристиці системи з ООС, ускладнюючи регулювання струму з високою швидкістю й точністю. Рампа в цьому режимі залежить від співвідношення вхідної та вихідної напруги PFC, і досягає максимального значення, коли $U_{out}=2 \cdot U_{in}$. Якщо регулювання ведеться за амплітудними значеннями рампи то з'являються характерні спотворення форми струму, які, до речі, можна бачити на **рис.1** (нижні криві). Якщо потрібна точна відповідність форми струму формі вхідної напруги то слід орієнтуватися за середнім струмом у цьому режимі.

3. *Режим DCM (discontinuous current mode)* – струм не тільки досягає нуля до початку наступного такту, а й певний час (більше ніж нуль, див. режим BCM) перебуває на нульовому значенні. Цей режим найгірший для того, щоб орієнтуватися на амплітудне значення струму, щоб отримати середнє значення. Необхідна або спеціальна корекція (наприклад, використовуючи програмні рішення), або отримання значення середнього струму, наприклад, використовуючи інтегратор зі скиданням у кожному такті (цей метод, до речі, зручний для мікропроцесорних PFC і, в принципі, розв'язує цю проблему і в режимі CCM аналогічно, також придатний і для режиму BCM).

інверторні
стабілізатори напруги

quant.in.ua

упереджувальний
захист



Вирішення проблем. Основні підходи

Крім інтегратора зі скиданням у кожному такті (це іноді ще називається одноцикловим керуванням), є й інші способи швидко, без великих затримок отримати значення середнього струму, про що буде сказано нижче.

Тепер згадаймо, що основну частину часу, як правило, PFC обслуговує навантаження, і, отже, можна очікувати, що видає потужність ближче до тієї, на яку розрахований, і це буде відповідати режиму CCM, найімовірніше. В епіграфі до статті сказано, що для кожного моменту часу роботи PWM-пристрою є тільки одне значення PWM, потрібне нам, оптимальне. Так ось, для режимів BCM і CCM це значення можна обчислити за дуже простою формулою:

$$D = 1 - U_{in}/U_{out} \quad (1)$$

де:

D – коефіцієнт заповнення, що відповідає ввімкненому ключу накачування струму в дросель-реактор;

U_{in} – миттєве значення вхідної напруги;

U_{out} – вихідна напруга PFC.

В ідеалі, це дає нам режим BCM, якщо ми трохи інакше його визначимо (а саме визначимо більш повно, ніж це зазвичай прийнято). Отже – ми називатимемо режимом BCM такий режим, у якому на початку циклу і наприкінці циклу значення струму в дроселі **одне й те саме, може і нуль**. Нагадаю що зазвичай зустрічається визначення, що це режим, у якому на початку циклу і наприкінці його значення струму **дорівнює нулю**. Але це не дуже точно з точки зору фізики роботи дроселя-реактора (на відміну від цього визначення, режим DCM це коли струм досягає нуля і **деякий час дорівнює нулю**)

Якщо нам потрібні великі струми, і, відповідно, режим CCM, то у випадку для ідеальних компонентів будь-яке, найменше відхилення від цього значення D у більший бік

(більший час відкритого ключа накачування) спричинить наростання струму з тим більшою швидкістю, чим більше це відхилення. Таким чином, для отримання всього діапазону струмів від відповідних режиму BCM до максимальних для даної реалізації, вже в режимі CCM, значення заповнення D буде незначно відрізнятися від обчисленого за формулою (1).

Якщо наша схема буде підтримувати обчислене за формулою (1) значення D, вимірюючи вхідну і вихідну напругу, то для отримання потрібних значень струму в усьому діапазоні BCM – CCM необхідно буде лише трохи компенсувати відхилення. Якщо реалізувати цей момент практично, то форма струму за синусоїдальною вхідною напруги вже нагадуватиме спотворений синус, оскільки обчислювали ми відношення напруг, струм у формулі участі не брав, і за умови змінної вхідної напруги динаміка зміни струму не дасть автоматично точної відповідності форми, звісно....

Опис роботи експериментальної схеми PFC

А тепер час уже переходити до схеми, яка вирішує всі згадані вище проблеми. Дивимось **рис.3**. У верхній частині схеми, зліва направо все як завжди: джерело змінної напруги 230В (sin), випрямний міст VD1, фільтрова ємність C1, дросель-реактор L1, ключ накачування дроселя-реактора S2, з умовно показаним боді-діодом, і діод скидання струму дроселя-реактора в навантаження VD2, накопичувальна ємність C4, і умовне навантаження 20 Ом R_load на виході OUT.

Тепер про управління. Вищезгадана формула (1) реалізована дуже просто. Резистори R1 та R2 утворюють дільник вхідної напруги, а через резистор R3, під'єднаний до стоку ключа S2 (можна сказати, що і до дроселя-реактора L1, що краще для розуміння), заряджається ємність C2 32нФ, яку кожні 32 мкс скидає тактовий генератор Pulse.

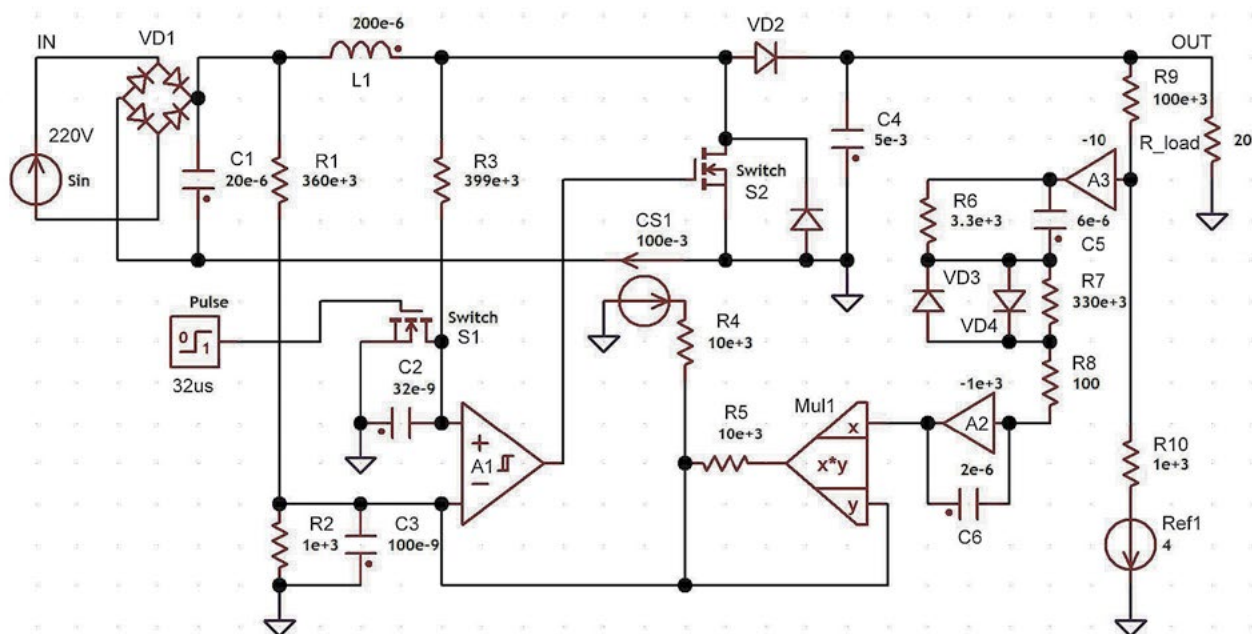


Рис.3