

РАДІОАМАТОР

Міжнародний радіолюбительський журнал

<http://electrician.com.ua>

№ 1-2(351) січень-лютий 2023

LC29H – дводіапазонний, високоточний GNSS модуль з підтримкою технологій RTK та DR

Перевірка точності показань цифрової шкали трансіверів фірми YAESU

TMR 12WI: ультракомпактні 12-ватні DC/DC перетворювачі у корпусі SIP-8

Хімічні джерела струму на основі літію у практиці радіоаматора

Апробований спосіб подвійної зарядки акумуляторів Ni-MH

Спотворення що не вимірюються за допомогою стандартних методів тестування (THD, IMD та ін.)

57 із 75-ти! Що б це означало?

Причини температурного перегріву електронних компонентів та шляхи інженерних рішень

Широкопasmовий активний щуп для осцилографа

Видавництво **Радіоаматор**



Нове покоління інверторів з чистою синусоїдою



Серії NTS/NTU 250-3200 Вт

- Витримують пікові навантаження до 200%
- Коефіцієнт гармонійних спотворень (THD) < 3%
- Споживання енергії в режимі холостого ходу < 1.5 Вт
- Інтелектуальний контроль роботи вентиляторів (NTS-450~3200 / NTU-1200~3200)
- Вбудована функція UPS (NTU-1200 ~ 3200)
- До 37% менші габарити у порівнянні з минулими поколіннями TS/TN
- 3 роки гарантії

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



КОМПАНІЯ SEA – КОНТРАКТНИЙ ВИРОБНИК ЕЛЕКТРОНІКИ



SMD та DIP монтаж згідно промислових стандартів IPC/JEDEC



Надаємо замовникам повний комплекс послуг – від розробки друкованих плат до випуску готових виробів



Виготовлення зразків, серійне виробництво, збірка

Основні переваги співпраці з нами:

- Невисока вартість виробництва серійних партій
- Виготовлення дослідних і малосерійних виробів
- Короткий термін виготовлення замовлень
- Система менеджменту якості сертифікована відповідно вимог стандарту ISO9001:2015
- Коректування конструкторської та технологічної документації за результатами досліджень
- Гарантія якості виготовленої продукції



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

10-ГІГАБІТНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ КОМУТАТОР IGS-6325-5X1T



PLANET
Networking & Communication

- Ethernet-комутатор третього рівня з подвійними портами 10 Гбіт/с в міцному металевому корпусі з можливістю обробки великих обсягів даних.
- Подвійні інтерфейси 10GBASE-T та 10GBASE-X SFP для програм з різноманітною пропускну здатністю.
- Технологія резервного кільця та швидке самовідновлення для критично важливих мережевих застосунків.
- Підвищення ефективності мережі через налаштування статичної маршрутизації VLAN IPv4/IPv6 третього рівня, параметрів RIP або OSPF.
- Дозволяє працювати з високошвидкісною групою з кількома портами, а також підтримує аварійне перемикання.
- Мережеве рішення кібербезпеки для мінімізації ризиків.
- Modbus TCP/IP для легкого мережевого підключення до систем SCADA, HMI та інших для віддаленої автоматизації виробництва.
- Fault Alarm.
- Функція сповіщення (розрив мережевого з'єднання чи відповідь на перезавантаження).
- Цифровий вхід та цифровий вихід для зовнішньої сигналізації.
- Подвійний стек IPv6/IPv4.
- Оснащений консольним, веб-інтерфейсом та інтерфейсом керування SNMP.
- Потужна мережна безпека.
- Відмінний контроль трафіку.
- Підтримка інтелектуального механізму діагностики SFP-DDM.
- DHCP Snooping, IP Source Guard та Dynamic ARP Inspection для розширеного захисту IP-мережі.



NEW!



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

Видається з січня 1993 р.

№ 1-2 (351)

Січень - лютий 2023

Щомісячний науково-популярний журнал

Свідectво про реєстрацію:

Україна – KB №18826-7626P від 04.04.2012р.

Росія та СНГ – РП №268 від 25.09.2012р.

Редакційна колегія:

В.Г. Бондаренко
М.П. Власюк
А.А. Перевертайло, UT4UM
Э.А. Салахов
А.Ю. Саулов (голова)
Е.Т. Скорик

Адреса редакції:

Київ, вул. Краківська, 13А

Для листів:

а/с 93, 03191, Київ-191, Україна
тел. (044) 291-00-29
ra@sea.com.ua
http://electrician.com.ua

Видавник:

ДП «Видавництво «РадіоАматор»

В.В. Моторний, директор,
тел.: 093 603-27-25, ra@sea.com.ua
Верстка та дизайн СПД Фурца К.В.
Літиска та реалізація,
тел.: 093 603-27-25, svetlana@sea.com.ua
Відділ реклами:
тел. 066 271-35-94, lat@sea.com.ua
тел. 095 517-30-62,
моб. (093) 603-27-25

Підписано до друку: 27.01.2023 г.

Дата виходу номера: 31.01.2023 г.

Формат 60x84/8. Умовн. друк. арк. 7,54

Обл. вид. арк. 9,35.

Підписний індекс у

ДП «Пресса» – 74435, 01567

Загальний наклад по країнам СНГ та ЕС –

8000 прим.

Ціна договірна

Надруковано з комп'ютерного макета

в друкарні «Аврора Принт»

м. Київ, вул. Причальна, 5,

тел. (044) 550-92-44

Реферується ВИНІТИ:

Журнал «Радіоаматор», Київ.

Видавництво «Радіоаматор»,

Україна, м. Київ, вул. Краківська, 13А

При передруку посилання на «Радіоаматор»

обов'язкове. За зміст реклами

та оголошень відповідальність несе

рекламодавець. Точка зору редакції може

не збігатися з точкою зору авторів статей.

Новинна інформація взята з відкритих

Інтернет джерел

ЗМІСТ

2. LC29H – дводіапазонний, високоточний GNSS модуль з підтримкою технологій RTK та DR Едуард Шепель
4. Перевірка точності показань цифрової шкали трансіверів фірми YAESU Леонід Вербицький
7. TMR 12W1: ультракомпактні 12-ватні DC/DC перетворювачі у корпусі SIP-8 Дмитро Левчук
8. Хімічні джерела струму на основі літію у практиці радіоаматора Сергій Йолкін
12. Апробований спосіб подвійної зарядки акумуляторів Ni-MH Андрій Кашкаров
14. Спотворення що не вимірюються за допомогою стандартних методів тестування (THD, IMD та ін.) Олександр Петров
19. 57 із 75-ти! Що б це означало?
20. Причини температурного перегріву електронних компонентів та шляхи інженерних рішень Андрій Кашкаров
24. Широкосмуговий активний щуп для осцилографа Олександр Спиридонов
25. Здається неможливим – люстра Чижевського з одним голчастим електродом Володимир Мельник
26. Візитні картки
28. Технічна література

Дорогі друзі!

У цьому номері нашого журналу публікується стаття «Перевірка точності показань цифрової шкали трансіверів фірми YAESU» (автор Леонід Вербицький). У статті описується, як перевірити точність роботи цифрової шкали та відкалібрувати її.

Звертаємо вашу увагу на статтю «Спотворення що не вимірюються за допомогою стандартних методів тестування (THD, IMD та ін.)» (автор Олександр Петров). У статті розглядаються нестандартні методи визначення якості роботи УМЗЧ.

В даний час зі змістом статей номерів журналу «Радіоаматор. Міжнародний електротехнічний журнал» за 2022 р. можна ознайомитись на сайті журналу «Електрик. Міжнародний електротехнічний журнал» <http://www.electrician.com.ua>.

Для цього треба зайти в розділ «Новини» сайту, вибрати новину про вихід номера журналу «Радіоаматор», що цікавить Вас, і перейти за посиланням, яке міститься в конкретній новині.

Аналогічно можна ознайомитись зі змістом номерів журналу «Радіокомпоненти».

Зі змістом номерів журналу «Електрик. Міжнародний електротехнічний журнал» можна ознайомитись як у розділі «Новини», так і в розділі «Архів» сайту.

Редколегія журналу «Радіоаматор» розраховує, що найбільше захоплені наші читачі знайдуть час не тільки для створення нових цікавих і корисних у побуті саморобок, але й повідомлять нам про те, які питання їх особливо цікавлять, а редколегія журналу намагатиметься оперативно підготувати статті з цієї тематики до друку.

Будемо раді будь-яким відгукам та пропозиціям. Вітається конструктивна критика. Приймаються будь-які пропозиції щодо покращення нашого журналу. Надсилайте їх до редакції за адресою: а/с 93, Київ-191, 03191, Україна, або на електронну адресу: ra@sea.com.ua.

Редколегія журналу «Радіоаматор».



LC29H – дводіапазонний, високоточний GNSS модуль з підтримкою технологій RTK та DR

Едуард Шепель, м. Київ

Компанія *Quectel Wireless Solutions* відома у всьому світі своїми унікальними розробками та виробництвом модулів стільникового зв'язку та GNSS-модулів для систем супутникової навігації з широким асортиментом продукції, що охоплюють найпередовіші бездротові технології 5G, LTE/LTE-A, NB-IoT/LTE-UMTS/HSPA(+), GSM/GPRS та GNSS. *Quectel* є провідним світовим новатором у галузі технологій IoT (Інтернет речей). Продукти компанії широко застосовуються в таких областях, як: IoT та M2M, POS-системи, телеметрія та транспорт, управління та облік енергоносіїв, технології розумний будинок та місто, безпека, промисловість, охорона здоров'я, сільське господарство, моніторинг навколишнього середовища, і т.д. На сьогоднішній день вже понад 100 мільйонів пристроїв мають щонайменше один модуль *Quectel* у середині.

Компанія *Quectel Wireless Solutions* оголосила про свій новий, дводіапазонний, високоточний модуль GNSS – LC29H. Він побудований на платформі чипсета AG3335, виробництва *Airoha*. Модуль здатний працю-



вати з системами глобального позиціонування GPS, GLONASS, Galileo, QZSS та BDS. Модуль LC29H доступний у декількох варіантах, деякі з яких (наприклад LC29H-BA) підтримують функції Real Time Kinematic (RTK) та Dead Record (DR). Серія модулів LC29H пропонує високопродуктивні та енергоефективні рішення для задоволення ринкових потреб високоточного позиціонування на сантиметровому та дециметровому рівнях. Ці модулі ідеально підходять для вирішення завдань високоточного позиціонування у таких сферах як: безпілотні літальні апарати, точне землеробство, керування роботами та транспортом у сфері доставки, а також у багатьох інших промислових та автономних галузях.

«Високоточне позиціонування з точністю до сантиметрового рівня стає все більш життєво важливим для багатьох нових додатків IoT. Робототехніка, БПЛА та промислові програми, які потребують точної навігації, диктують нові вимоги ринку, і ми дуже раді запустити наше новітнє покоління високоточних модулів позиціонування GNSS», – сказав Патрік Цянь (Patrick Qian), генеральний директор *Quectel*. «Нашою метою є надання найкращих у своєму класі рішень, простих у використанні та доступних для кожного нашого клієнта, ми вважаємо, що ринок IoT готовий до масового впровадження модулів позиціонування на сантиметровому рівні».

Модуль LC29H одночасно має змогу приймати і обробляти сигнали від усіх сузір'їв (GPS, Glonass, Beidou, Galileo та QZSS), що в поєднанні з підтримкою Satellite Based Augmentation System (SBAS) максимізує доступність супутникового сигналу. Модуль підтримує дводіапазонний прийом сигналу L1 і L5, тим самим гарантуючи підвищення швидкості та точності позиціонування. Дводіапазонний прийом сигналу забезпечує надійні показники позиціонування та значно пом'якшує негативний ефект роботи від паразитних

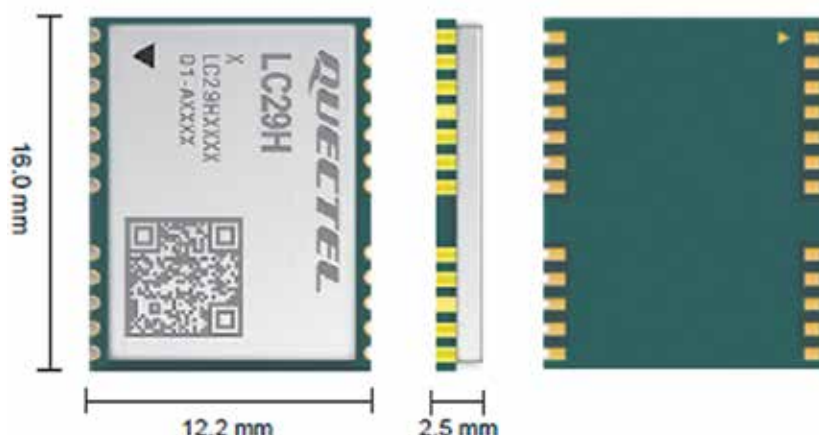


Рис. 1



Рис.2

накладених та відбитих хвиль супутникового сигналу, що актуально у важких умовах роботи, наприклад, у великих містах з багатоповерховими забудовами (рис. 1).

**RTK та DR
для високоточного
позиціонування GNSS**

У версії модуля LC29H, що містить 6-осьові інерційні датчики IMU (3-осьовий акселерометр та 3-осьовий гіроскоп), поєднується позиціонування RTK та технологія DR, що дозволяє забезпечити безперервне точне позиціонування та відображення траєкторії руху, коли супутниковий сигнал частково або повністю перекритий, наприклад, підземні паркінги, тунелі, міські забудови або ліси. При повторному прийомі супутникового сигналу модуль LC29H об'єднує дані інерційних датчиків з сигналами GNSS, а інтегрована навігація може забезпечити точність розташування дециметрового рівня. Для того щоб поліпшити продуктивність при використанні модуля з пасивною антеною,

LC29H має вбудований підсилювач (LNA) і внутрішній SAW фільтр, що забезпечує високу чутливість приймача.

У модулях LC29H використовується 12-нм процес виробництва, що забезпечує дводіапазонному чипу приймача високу енергоефективність, тим самим дозволяючи забезпечити наднизьке споживання енергії в режимах пошуку та фіксації положення GNSS. Це робить модуль ідеальним рішенням для енергонезалежних пристроїв та пристроїв з використанням акумуляторів, включаючи портативні пристрої, треки для транспортних засобів та інше. Модуль має стандартний форм-фактор LCC з розмірами 12.2x16x2.5 мм, що дозволяє легку інтеграцію у нові розробки та полегшує міграцію застарілих пристроїв до новітніх високоточних технологій GNSS.

Модулі серії LC29H чудово підходять для широкого спектру застосувань GNSS (рис. 2), у тому числі, де конче необхідна підтримка технології RTK чи DR. Модулі доступні у чотирьох

варіантах виконання, кожен з яких спрямований на різні сценарії застосування. Якщо у вас є проекти пов'язані з навігацією, то рекомендуємо взяти на замітку, можливо, саме модуль LC29H стане ідеальним рішенням для реалізації ваших технічних задач.

Компанія SEA є офіційним дистриб'ютором продукції Quetel Wireless Solutions – провідного в світі виробника бездротових модулів.

Компанія SEA з 1990 року займається оптовою торгівлею на ринку України електронними компонентами для промислових підприємств. В області бездротових технологій ми пропонуємо модеми, модулі зв'язку та аксесуари від провідних світових виробників. Щоб купити продукцію Quetel і для отримання додаткової інформації та запиту даташитів, будь ласка, зв'яжіться з відділом бездротових компонентів Компанії SEA, за телефоном: +38 (044) 330-00-88, +38 (067) 352-98-56 або надішліть запит на e-mail: quetel@sea.com.ua





Перевірка точності показань цифрової шкали трансіверів фірми YAESU

Леонід Вербицький, м. Балаклія



У статті описується, як перевірити точність роботи цифрової шкали та відкалібрувати її.

Розглянемо з прикладу трансівера YAESU моделі FT-950 [1].

Зовнішній вигляд трансівера показаний на фото.

За відсутності дорогих вимірювальних проділів, що потребують розкриття трансівера та окремих блоків, цю операцію можна виконати наступним чином.

Перевірку виконуємо на прогрітому трансівері. У моєму екземплярі трансівера при прогріві частота йде на 1-2 Гц.

Звукову карту комп'ютера необхідно попередньо відкалібрувати. Зручно калібрувати за допомогою програми MixW за еталонними сигналами часу та частоти радіостанції RWM Москва. Картинки калібрування показані на **рис. 1** та **рис. 2**.

За допомогою програми MixW у режимі RTTY/PKT USB перевіряємо точність показань цифрової шкали трансівера.

Використовуємо еталонні сигнали часу та частоти радіостанції RWM Москва 4996.000 кГц, 9996.000кГц, 14996.000 кГц.

Встановлюємо частоти трансівера на 1 кГц нижче за 4995.000 кГц, 9995.000 кГц, 14995.000 кГц.

За допомогою програми MixW або JTDX на водоспаді бачимо сигнал «ручок» низької частоти.

Що стосується точної установки частоти опорного генератора, цифрова шкала FT 950 не дає точної установки краще 10 Гц.

У програмах MixW, JTDX або інших, зчитування відбувається через CAT, відображає показ частоти з трансівера з точністю до 1 Гц.

Отримана картинка програми MixW з видом водоспаду показана на **рис. 3**.

На частоті 14996.000 буде доріжка тону. Її треба дочекатися. Вона чергується з іншими тонами.

Курсор встановлюємо на цю доріжку та зчитуємо звукову частоту 1068 Гц у правому нижньому куті робочого вікна MixW.

У разі розбіжності відкриваємо інженерне меню C08 (025-230) та вводимо іншу цифру.

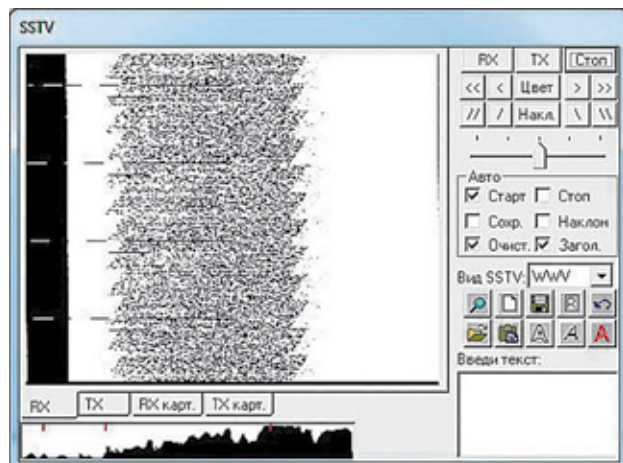


Рис. 1

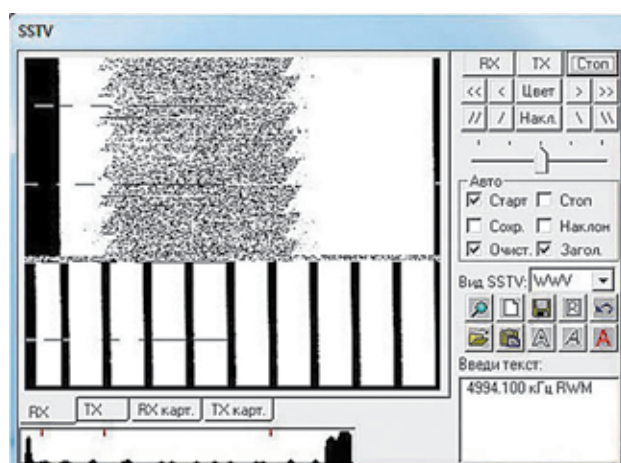


Рис. 2

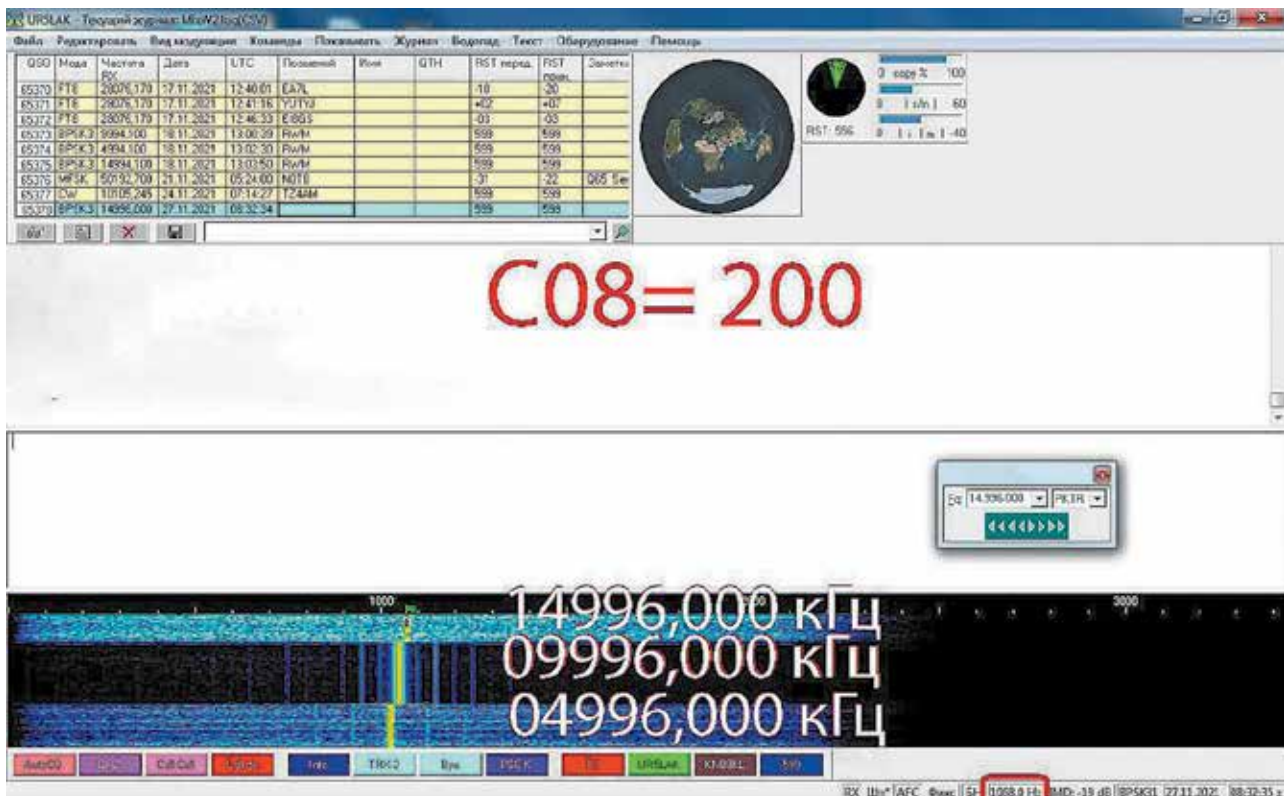


Рис.3

Вхід до інженерного меню

Утримуючи кнопки діапазонів 1.8, 3.5 та 7.0, увімкніть живлення [2].

Обов'язково запишіть всі пункти меню на папір!

Увага! Натиснувши та утримуючи кнопку CLEAR більше 2 секунд, ви встановите параметри ВСІХ пунктів меню за замовчуванням. Значення меню користувача також будуть встановлені за замовчуванням.

Для збереження змінених параметрів натиснути та утримувати кнопку MENU більше 2 секунд.

Пункт C08 інженерного меню можна міняти від 025 до 230.

Заводські установки значення параметра пункту C08 інженерного меню наведено у **табл. 1**.

Отримана вимірjana розбіжність шкали трансівера FT-950 з фактичною частотою наведено в **табл.2**.

Якщо не вдалося виконати коригування частоти опорного генератора за допомогою напруги керування установки значення параметра безпосередньо пункту C08 інженерного меню, то потрібно втручання в схему трансівера.

Судячи зі схеми трансівера FT-950 Local Unit наведеної на **рис.4**, як опорний генератор використовується генератор X4001. Він працює на частоті 34.5 МГц, відбувається її подвоєння для роботи трансівера.

Розташування деталей на друкованій платі показано на **рис.5**.

Таблиця 1

Номер параметра	Позначення параметра	Значення параметра	Призначення параметра
C08	FRQ	170	Корекція опорного генератора

Таблиця 2

Вимірювання частоти на різних діапазонах. C08	4995.000	Не співпадіння Гц	9995.000	Не співпадіння Гц	14995.000	Не співпадіння Гц
230	1020	20	1032	32	1049	49
200	1023	23	1046	46	1068	68
100	1045	45	1091	91	1135	135
50	1057	57	1113	113	1168	168
25	1065	65	1123	123	1183	183



Всередину генератора X4001 не залізти. Цей генератор керується напругою. На контакт 21 роз'єм J4001 подається керуюча напруга, і вона змінюється в невеликих межах зміною пункту C08 інженерного меню.

Існує джерело опорної напруги Q4028 USP 2933 BT 3.3 V для генератора X4001. На нього подається 5 V від контакту 27 роз'єму J4001.

Першим перевіряється джерело опорної напруги. Вхід / вихід. Має бути 5 V / 3.3 V.

Вимірюються межі зміни керуючої напруги. Якщо у нормі, то підбором дільника R4094, R4095 можна скоригувати частоту. Якщо зменшувати R4095 або R4096, частота піде в один бік, а якщо R4094, то навпаки.

Способи керування опорним генератором

Потрібно змінювати R4094, R4095, і R4096 (10 кОм) напайкою паралельно йому резистора від 100 кОм і менше. Коли випаювати наявні резистори, то потрібно знати, що вони приклеєні до плати і дуже дрібні.

Зменшення R4096 шляхом припаювання паралельного резистора підвищує коефіцієнт посилення Q4031, який дорівнює зараз $R4091/R4096 = 1.5/10 = 0.15$. Якщо припаяти зверху ще 10 кОм, коефіцієнт посилення буде 0.3.

Тільки треба заздалегідь виставити пункт C08 інженерного меню в середнє положення, скажімо 128. Виставляти частоту підбором дільника грубо, а потім точніше налаштувати через меню C08.

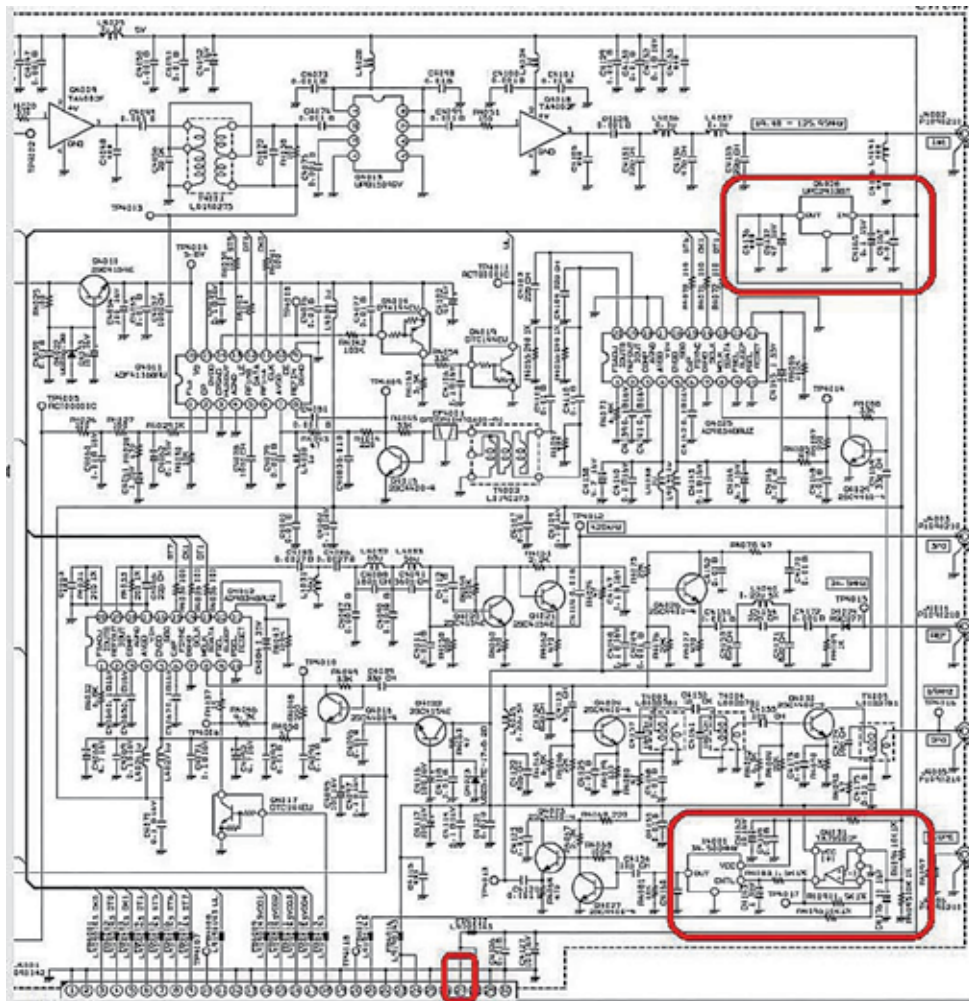


Рис.4

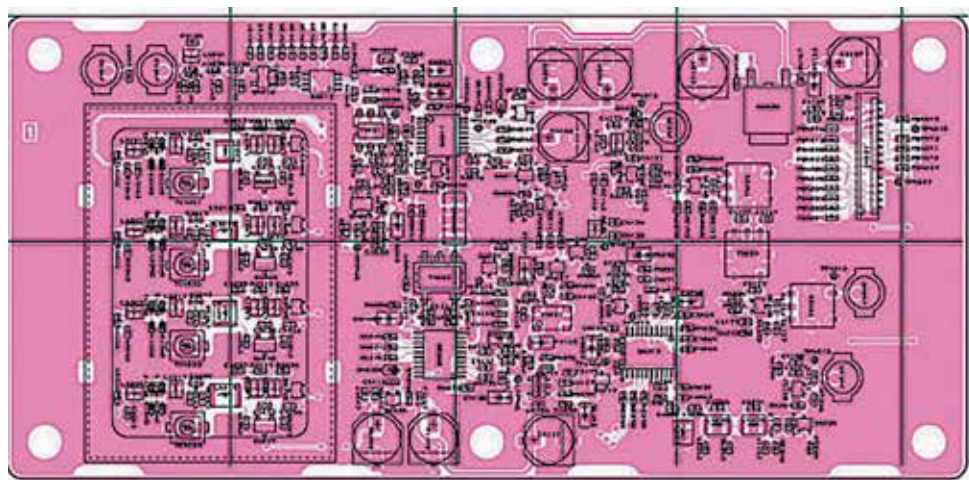


Рис.5

Раніше під час роботи радіозв'язок із відображенням радіохвиль від Місяця (EME) на частоті 50190.000 кГц не збігалося на 200 Гц. Доводиться трансвер встановлювати на 50190200 кГц, що відповідало частоті 50190000 кГц.

Тепер вийшло все гаразд.

Література:

1. FT -950 Посібник Користувача.
2. Yaesu FT -950 hidden menu.

TMR 12WI –

ультракомпактні 12-ватні DC/DC перетворювачі у корпусі SIP-8

Дмитро Левчук, м. Київ

Швейцарська компанія Traco Electronic AG є одним з найбільших виробників модульних джерел живлення та відома на світовому ринку своїм широким асортиментом продукції під зареєстрованою торговою маркою TRACO POWER. Джерела живлення TRACO POWER відрізняються високою надійністю та оптимальним співвідношенням ціна/якість. Місія Traco Electronic AG полягає в тому, щоб забезпечити клієнтів оптимальним рішенням з електроживлення, за заданими технічними параметрами, за високої якості та відносно невисокої вартості.

Серія TMR 12WI – це нове сімейство ізольованих DC/DC-перетворювачів TRACO POWER потужністю 12 Вт із регульованим виходом та широкими діапазонами вхідної напруги стандарту «4:1». Новинка має дуже високу щільність потужності – 4.73 Вт/см² в ультракомпактному металевому корпусі SIP-8, що займає лише 2.0 см² (0.3 квадратних дюйма) площі на платі.

TMR 12WI мають чудовий ККД до 90%, а також широкий діапазон робочих температур від -40°C до +65°C без зниження номінальних характеристик в умовах вільної конвекції. Також вони мають



вбудовані функції дистанційного ввімкнення/вимкнення, безперервний захист від короткого замикання та напругу ізоляції вхід/вихід 1600 В постійного струму. Дуже компактні розміри цих перетворювачів роблять їх ідеальним рішенням для багатьох критичних в розмірах додатків у комунікаційному обладнанні, приладобудуванні та промисловій електроніці (рис. 1).

Основні характеристики та переваги:

- Ультракомпактний перетворювач потужністю 12 Вт в металевому корпусі SIP-8.
- Надвисока щільність потужності 4.73 Вт/см².
- Широкий діапазон вхідної напруги «4:1».

- Ізоляція вхід/вихід 1600 В постійного струму.
- Висока ефективність до 90%.
- Діапазон робочих температур від -40°C до +85°C.
- Повністю регульовані виходи.
- Дистанційне ввімкнення/вимкнення.
- Безперервний захист від короткого замикання.
- 3 роки гарантії.

За додатковою інформацією, а також з питань придбання продукції TRACO POWER звертайтеся до офіційного дистриб'ютора Traco Electronic AG на території України - Компанії СЕА, тел.: (044) 330-00-88 чи e-mail: info@sea.com.ua


Series	Rated Power	Package Style	Output voltage	Size
 TMR 12WI	12 Watt	SIP-8 (metal)	3.3,5.1, 12, 15, 24, ±5, ±12, ±15 VDC	22 × 9.6 × 12 mm

Рис. 1



Хімічні джерела струму на основі літію у практиці радіоаматора

Сергій Йолкін, м. Житомир

У статті розповідається про особливості літій-іонних акумуляторів і наводиться простий зарядний пристрій для них.

Перші експерименти зі створення літєвих батарей (саме – батарей, як одноразових електрохімічних джерел струму) розпочалися ще 1912 року, але тільки на початку 1970-х років вони вперше з'явилися у побутових пристроях. Відомо, що літій (Li) – це найлегший з усіх металів, який має найбільший електрохімічний потенціал, та забезпечує найбільшу щільність енергії. Акумулятори (АК), що використовують металеві електроди з Li здатні забезпечити і високу напругу, і велику ємність.

При заряді великим током, температура елемента швидко наближається до точки плавлення Li і виникає бурхлива реакція з запаленням газів, що виділяються. Через властиву Li нестійкість, дослідники змінили напрямок пошуків у бік неметалевих Li АК на основі іонів літію.

Через деякий час в результаті аналізу проведених експериментів, з'ясувалося, що деякий програв в щільності енергії і вживання певних конструктивних запобіжних заходів при заряді і розряді, можна отримати цілком безпечні Li-ion АК.

Щільність енергії Li-ion АК зазвичай вдвічі перевищує щільність стандартних NiCd АК, а в перспективі із застосуванням нових активних матеріалів передбачається збільшити її ще й досягти триразової переваги над NiCd АК.



Основні переваги Li-ion АК

Висока щільність енергії, і як наслідок велика ємність при тих же габаритах в порівнянні з АК на основі нікелю. Низький саморозряд. Висока напруга одиничного елемента (3.6 В проти 1.2 В у NiCd і NiMH АК), що спрощує конструкцію, і найчастіше АК складається тільки з одного елемента.

Очевидно, що в такому випадку для забезпечення потрібної потужності, АК необхідно віддати вищий струм. І це вимагає від АК забезпечення низького внутрішнього опору.

Так званий ефект пам'яті у Li-ion АК відсутній, і тому періодичні цикли заряду / розряду для відновлення ємності проводити не потрібно.

Недоліки

Більш висока вартість, наприклад, порівняно з NiCd АК, в тому числі тому, що Li-ion АК потрібна вбудована схема захисту (що веде до додаткового підвищення його вартості), яка обмежує максимальну напругу на елементі АК під час заряду, і оберігає елемент від занадто низького зниження напруги

у процесі розряду. Крім того система захисту повинна обмежувати максимальні струми заряду і розряду і контролювати температуру елемента.

Користувачеві пристроїв слід знати, що Li-ion АК схильний до старіння, навіть якщо він не використовується, а просто лежить на полиці. Реально невелике зменшення ємності АК помітне вже після одного року після виготовлення (!) незалежно від того, знаходився акумулятор у використанні чи ні. Втім, і в інших електрохімічних системах АК мають вікові зміни з погіршенням своїх параметрів. У літературі зустрічаються рекомендації, що з уповільнення швидкості процесу старіння слід зберігати заряджений до 40 % від номінальної ємності АК у прохолодному місці окремо від телефону.

Словом, всім хороши Li-ion АК, але є деякі проблеми у забезпеченні безпеки експлуатації та висока вартість. Спроби вирішення цих проблем і призвели до появи літій - полімерних (Li-pol) АК. Основна їхня відмінність від Li-ion закладена в самій назві, і полягає в типі



електроліту, що використовується. Це сухий твердий полімерний електроліт, схожий на пластикову плівку і що електричний струм не проводить, але допускає обмін іонами (електрично зарядженими атомами або групами атомів).

Полімерний електроліт фактично замінює традиційний пористий сепаратор, просочений електролітом, який використовується в літій-іонних батареях АК. Така конструкція спрощує процес виготовлення, безпечніша і дозволяє виробляти «тонкі» акумулятори довільної форми. До того ж відсутня небезпека займання, оскільки немає рідкого чи гелеподібного електроліту.

Але поки, на жаль, сухі Li-pol АК мають недостатню електропровідність при кімнатній температурі. Внутрішній опір їх дуже високий і не може забезпечити величину струму, необхідну для сучасних пристроїв зв'язку й електроживлення жорстких дисків переносних комп'ютерів. У той же час, при нагріванні до 60°C і більше їх провідність збільшується до прийняттого рівня, проте для масового використання це не годиться.

Для того щоб підвищити електропровідність невеликих Li-pol АК, в них додають деяку кількість гелеподібного електроліту. Більшість Li-pol АК, які сьогодні використовуються для мобільних телефонів, фактично є гібридами згаданих різновидів, оскільки містять гелеподібний електроліт.

У чому різниця між Li-ion та Li-pol АК із добавкою гелеподібного електроліту?

Хоча характеристики та ефективність обох систем дуже схожі, унікальність Li-pol АК в тому, що в ньому все ж таки використовується твердий електроліт, що замінює пористий сепаратор. Гелевий електроліт додається тільки для

збільшення іонної електропровідності. Всі сучасні телефони, смартфони та КПК забезпечені АК на літєвій основі. Такі АК мають велику ємність і термін служби, але вимагають дуже жорсткого дотримання певних правил експлуатації.

Основне правило – заряд і розряд АК контролюються вбудованим в АК контролером. АК завжди повинен бути в стані, при якому його напруга не перевищує 4.2 В і не опускається нижче 2.7 В.

Потрібно намагатися не розряджати АК до мінімального значення напруги і, тим більше, до стану, коли пристрій сам вимикається, а якщо так трапилося, то потрібно провести заряд акумулятора якнайшвидше. Не треба боятися частих підзарядок АК, у тому числі й часткових, коли повного заряду не досягається – акумулятору це не шкодить.

Місткість АК залежить від температури. АК, заряджений при кімнатній температурі до 100%, трохи нагрітий, стане зарядженим, скажімо, до 105%, а це для нього дуже і дуже несприятливо. Такі ситуації зустрічаються і при експлуатації АК, яка тривалий час перебуває підключеним до зарядного пристрою (ЗП). Під час роботи температура ЗП і разом з ним АК підвищується, адже заряд вже повний!

Якщо Вам необхідно користуватися пристроєм під час заряджання, спочатку від'єднайте пристрій від ЗП, попрацюйте на ньому, а коли він вийде на нормальний температурний режим, підключайте до ЗП.

Режими заряду літєвих АК

Для прикладу можна навести алгоритм режиму заряду, який є стандартним у компанії Sony. Цей режим вимагає тривалого часу заряду, складного контролера, але забезпечує найповніший заряд АК.

На першому етапі зарядки, що триває приблизно 1 годину, АК заряджається струмом постійної величини до досягнення напруги 4.2 В на АК. Після цього починається другий етап, що триває також близько години, під час якого контролер, підтримуючи напругу на АК рівно 4.2 В, поступово зменшує зарядний струм.

При зменшенні зарядного струму до 0.2 від ємності АК починається третій етап зарядки, протягом якого зарядний струм продовжує зменшуватися, а напруга на клеммах АК зберігається на рівні 4.2 В. Третій етап, на відміну від перших двох, має строго певну тривалість в 1 годину. Після закінчення третього етапу контролер повністю відключає акумулятор від ЗП. Ступінь зарядженості АК наприкінці першого етапу дорівнює 70%, наприкінці другого – 90%, наприкінці третього – 100%.

Багато компаній, прагнучи здешевлення своїх пристроїв, використовують спрощені режими заряду АК, використовуючи лише перший етап зарядки. Тобто АК заряджається лише до 70% своєї реальної ємності. Визначити, що у вашому пристрої саме такий спрощений контролер неважко – для повноцінної зарядки розрядженого АК потрібно приблизно 3 години, не менше.

Простий зарядний пристрій Li-ion акумуляторів зі світлодіодною індикацією

У «культурний шар» радіоаматора з тих чи інших причин потрапляє дедалі більше нових і вживаних Li-ion АК, що мають непогану енергоемність та високі масогабаритні показники, і які можна ще досить довго та успішно використовувати. Але ці АК також необхідно заряджати, причому зовсім не обов'язково для цього купувати готове ЗУ в магазині!



Схема зарядних пристроїв для Li-ion акумуляторів наведена на **рис.1**. У схемі використані два операційні підсилювачі (ОУ), один з яких використовується як компаратор, до виходу якого підключений ключ на транзисторі VT1, а другий як мультивібратор у пристрої динамічної індикації процесу заряду АК.

Компаратор на ОУ DA1 порівнює значення опорної напруги на виведенні 2 ОУ і значення напруги на виведенні 3 ОУ. Поки значення напруга на виведенні 3 ОУ DA1 буде менше значення напруги на виведенні 2, то на виході ОУ (виведення 1) буде низький логічний рівень, в результаті чого VD2 світлодіод не буде світитися. При цьому катод світлодіода VD1 буде приєднаний до мінусу джерела живлення через низький вихідний опір ОУ DA1, і блиматиме з частотою мультивібратора, що дорівнює декількома Гц, що індикувати процес заряду АК.

При перевищенні контрольованим напругою значення опорної напруги всього кілька мілівольт, рівень на виході ОУ (виведення 1) стрибкоподібно змінюється на протилежний, світлодіод VD1 згасне, а світлодіод VD2 засвітиться постійно, що означатиме закінчення заряду АК.

Резистор R10, який включений в зарядний ланцюг АК, є датчиком струму (зворотного

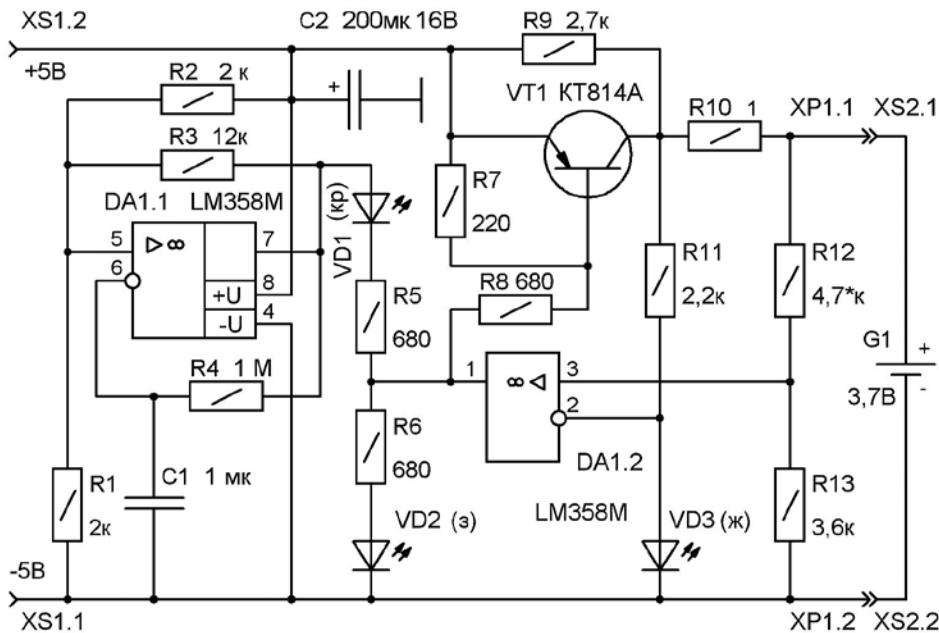


Рис.1

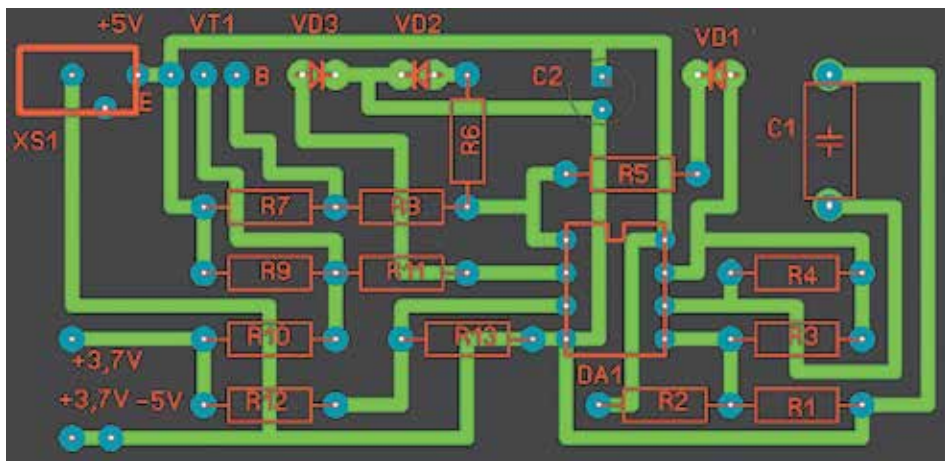


Рис.2

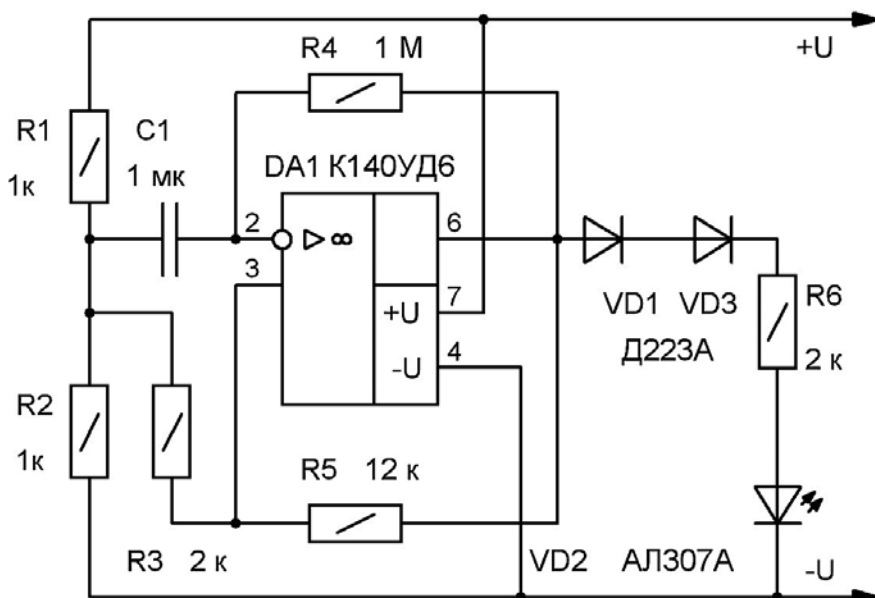


Рис.3

зв'язку) і визначає значення струму заряду при постійній напрузі живлення.

При використанні джерела живлення з вихідною напругою 5 В і номіналом резистора R10 1 Ом, струм заряду АК дорівнює 300 мА.

Налаштування

Для калібрування вольтметра використовуюваного при налагодженні ЗУ зручно використовувати АК після циклу розряду поза телефоном і заряду в стільниковому телефоні, приєднаному до штатного ЗУ протягом 4-5 годин. Оскільки АК, як джерело зразкової напруги буде калібрований процесором стільникового телефону до напруги 4.2 В.

Замість резистора R12 тимчасово встановлюють ланцюжок, що складається з постійного резистора з опором близько 4.3 кОм і змінного резистора 680 Ом (бажано багатооборотного), рухомий контакт якого потрібно встановити в стан мінімального опору. Далі до виходу ЗП підключають у правильній полярності «зразковий» АК і, збільшуючи сумарне значення ланцюжка резисторів, домагаються відключення ЗП від АК. Після цього ланцюжок резисторів замінюється постійним резистором потрібного номіналу.

Після підбору R12 його припаюють до плати, а потім приєднують «зразковий» АК. Якщо резистор правильно підібраний, світлодіод VD2 повинен засвітитися. Якщо цього не відбувається, операцію припа-

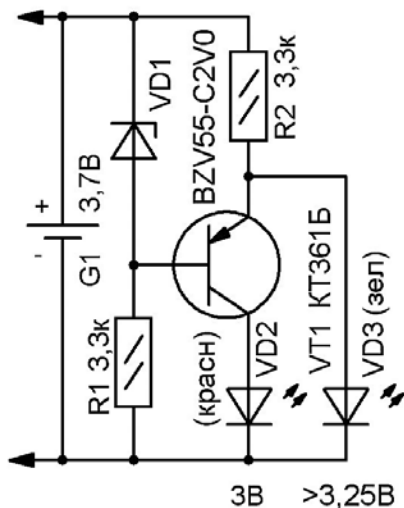


Рис.4

сування проводять повторно, і більш ретельно.

Конструкція та деталі

Живлення ЗУ передбачено від будь-якого джерела для заряджання стільникового телефону, що забезпечує згадані параметри без доробок. Компоненти пристрою встановлені на друкованій платі, яка показана на **рис.2**.

Враховуючи ймовірну малу періодичність використання ЗУ, а також різні габарити АК, що підключаються, конструкція з'єднувача ЗП і АК змінювалася по ситуації. Тому фіксація пристроїв між собою може бути будь-якою.

У ЗП можна використовувати практично будь-які ОУ, що допускають роботу від напруги 5 В і більше причому і не обов'язково спарені, і не обов'язково такі що допускають роботу в однополярному режимі. Резистори та конденсатори – відповідно до схеми. Світлодіоди будь-які, бажано

різних кольорів, як зазначено на **рис.1**.

Рекомендації:

1. При використанні ОУ, що були у вживанні, перед встановленням у плату ЗУ їх бажано перевірити на працездатність будь-яким відповідним способом. Наприклад, за допомогою генераторного пробника, зібраного навесним способом за **рис.3**.

2. Бувають випадки, коли у вживаного АК виходить з ладу штатний контролер, який зазвичай як подузол, розташований з боку торця АК. У такому разі плату контролю та АК потрібно акуратно роз'єднати з корпусом АК, і, не порушуючи з'єднань, спробувати зарядити АК, минаючи вузол штатного контролера.

Якщо це вийде, далі перевіряють, чи струм заряду проходить через плату контролера. Якщо струм проходить, з'єднання вузла штатного контролера і корпусу АК надійно відновлюють, і взаємно фіксують будь-яким доступним способом, а АК встановлюється на заряд в ЗП. Якщо плата штатного контролера АК несправна, її від'єднують від АК і видаляють, після чого заряджають АК безпосередньо від описаного ЗП.

Щоб не допустити перерозряду такого АК у пристрої, куди він буде встановлений, бажано встановити додатково хоча б найпростіший індикатор стану АК, наприклад, виконаний за схемою, наведеною на **рис.4**.

Схема індикатора гранично проста, та її параметри визначається переважно фізичними властивостями конкретних екземплярів використаних радіокомпонентів.

Замість малопоширеного стабістора VD1 (**рис.4**) можна використовувати вітчизняні компоненти 7ГЕ3АС (1.9-2.3В), КС119 (1.7-2В) або зібрати транзисторний аналог за схемою, наведеною на **рис.5**.

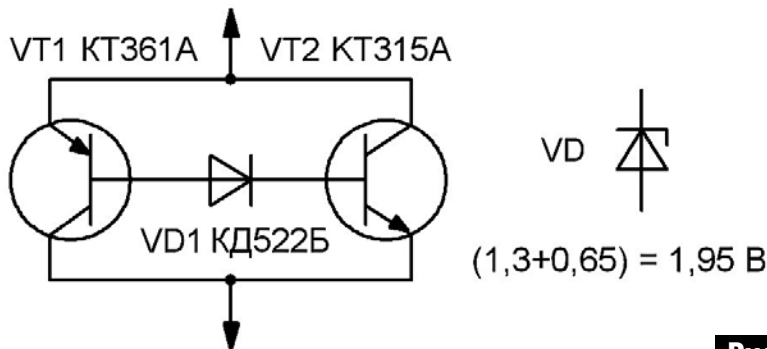


Рис.5



Апробований спосіб подвійної зарядки акумуляторів Ni-MH

Андрій Кашкаров

У статті пропонується простий спосіб відновлення ємності акумуляторних батарей.

Акумулятори особливо Ni-MH (нікель-метал-гідридні) мають виражений «ефект пам'яті». Їх часто застосовують у вигляді джерел, що перезаряджаються, для домашнього інструменту, ліхтарів, електронних пристроїв невеликої потужності або як аналог батарейок типорозміру AA (HR6) і AAA (HR03). Про практичну користь «подвійної» зарядки нікель-метал-гідридних акумуляторів, які трохи втратили ємність під час експлуатації, розповідається в статті.

Коли на практиці використання падіння енергоємності Ni-MH акумуляторів стає очевидним, їх зазвичай замінюють. Але до заміни або у разі її нерентабельності і коли енергоємність втрачена не критично, можна користуватися тими ж акумуляторами, застосувавши перевірений автором метод подвійної зарядки. Що це означає?

Наприклад, режим зарядання акумуляторів Ni-MH енергоємністю 1200 мА·год рекомендований таким: зарядний 100 мА протягом 15 годин. Ці рекомендації вказані зазвичай на корпусі акумулятора. Як правило, всі сучасні електронні зарядні пристрої мають вбудований контролер заряду і світлодіодний індикатор режиму.

На **фото** показано зарядний пристрій (ЗА) «Космос» (ліворуч) та Navigator NCH-415 (праворуч).



ЗП «Космос максимум» зручне тим, що має перемикач для зарядання Ni-MH та Ni-Cd акумуляторів. Відповідно в режимі ЗП для Ni-Cd акумуляторів струм зарядки складе 210 мА, і 75 мА для зарядки Ni-MH акумуляторів до напруги на клеммах акумулятора 1.4 В.

В іншому випадку, в ЗП Navigator моделі NCH-415 зарядка здійснюється струмом 150...190 мА (AA) і 75...100 мА для типорозміру AAA. Коли струм зарядження стає незначним, індикатори режиму зарядження відключаються, струм в електричному ланцюзі (через акумулятори) припиняється, акумулятори вважаються зарядженими, і пристрій відключають від мережі 230 В/50 Гц. Саморозряд заряджених акумуляторів та їх розряд через елементи ЗП майже немає, оскільки у ЗУ передбачено діодний захист від цього. Таке «ЗП, що автоматично відключилося» можна вимкнути з електричної ме-

режі як в наступну годину після закінчення зарядки, так і через добу.

Для обчислення часу зарядження нікель-метал-гідридного акумулятора або батареї з декількох елементів доречно слідувати формулі: час зарядки (год) = [Ємність акумулятора (мА·г) / Сила струму зарядного пристрою (мА)] + 10%. Наприклад, є акумулятор AA з номінальною напругою 1.2 В енергоємністю 2000 мА·г. Струм заряду в електронному ЗП становить 500 мА. Ділимо ємність акумулятора на струм заряду та отримуємо $2000/500 = 4 + 10\% = 4.4$ години.

Це означає, що при зарядному струмі 500 мА акумулятор, що розглядається, буде заряджатися до повної ємності приблизно 4 години та 25 хвилин. Але тут є нюанси, пов'язані з тим, що в сучасних електронних пристроях вбудована «схема» автоматичного контролю зарядки: зарядка відключається після досягнення аку-

мулятором заданої напруги, тобто при падінні зарядного струму до мінімальної величини, на поріг спрацьовування якої налаштована схема контролю ЗП. Як правило, у простих та недорогих ЗП, як представлених на **фото**, немає можливості ззовні регулювати цей поріг. Для цього необхідно відкрити корпус ЗП і за допомогою зовнішніх акумуляторів зробити налаштування порога відключення зарядки в пристрої.

При зарядці елементів АА і ААА на авторському прикладі встановлено, що ЗП «автоматично» відключає зарядку при досягненні зарядного струму певного значення (він буде різним у акумуляторів різної фактичної енергоємності) – ось чому немає універсального засобу для зарядки акумуляторів. Тому метод «подвійний» зарядки, що рекомендується автором, має право на існування і в авторському варіанті приносить користь. Спочатку треба зарядити акумулятори штатним способом до закінчення зарядки (автоматичного відключення ЗП), потім відключити ЗП від мережі 230 В на пару хвилин, і знову включити його на наступний цикл зарядки акумуляторів. Встановлено практикою, що після цього акумулятори Ni-Mh набирають найбільш повну ємність і більш збалансовано – це важливо, коли одночасно заряджається кілька акумуляторів. Також можна (за потреби та бажання) провести третій цикл зарядки.

Помічено, що з кожним новим циклом час зарядження скорочується. Але акумулятор набирає найповнішу доступну ємність.

Заряд акумуляторів рекомендованим способом (за допомогою ЗП, представлених на **фото** та аналогіч-

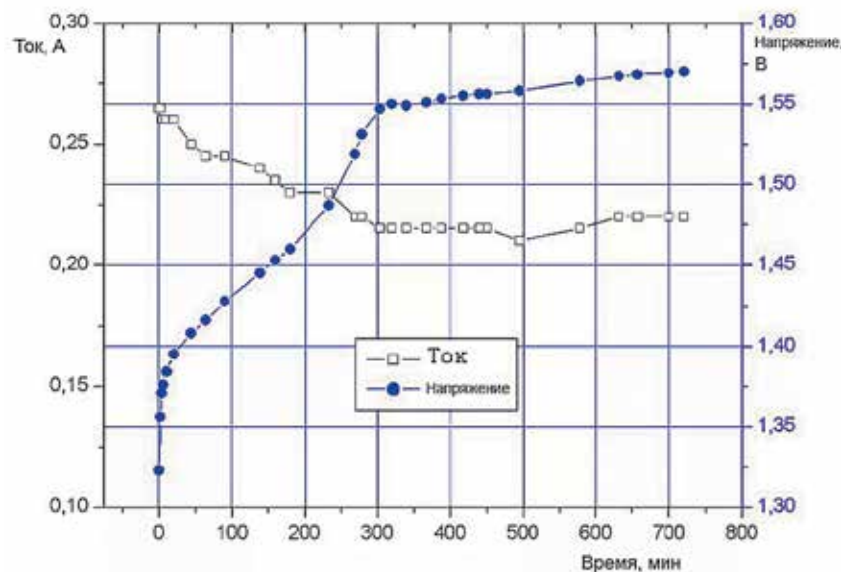


Рис. 1

них) здійснюють, маючи на увазі і такий нюанс: включають в мережу 230 В ЗП з встановленими в осередках (підключеними) акумуляторами, але не навпаки – установкою (включенням) акумуляторів у осередках після подачі живлення (від мережі 230 В) на ЗП. У другому, некоректному випадку ЗП з представлених просто не включається.

На **рис. 1** представлений графік залежності зарядного струму, напруги та часу зарядки для акумулятора Ni-MH, що заряджається за допомогою ЗУ «Космос». Цей графік показує важливість тривалої безперервної зарядки типу акумуляторів, що розглядається. Але в такому разі контроль зарядного струму повинен здійснювати «оператором» вручну (що незручно) або за допомогою «інтелектуального» електронного ЗУ з якісним контролем зарядного струму та «програмою» відновлення зарядки (без відключення акумуляторів, що заряджені в першому циклі) – на другий цикл і нового контролю зарядного струму. Таким чином, є хороші альтернативні рішення щодо ситуації, але в «бю-

джетному» варіанті, коли нічого іншого під рукою немає, цілком підходить представлений у статті спосіб «подвійного» зарядження акумуляторів – за допомогою вимикання, а потім повторного включення ЗП в освітлювальну мережу.

Заряд Ni-MH акумулятора при його консервації бажано підтримувати в діапазоні від 40% до 80% енергоємності. Приблизно 2% від енергоємності акумулятор втрачає за рік. Для акумуляторів формату АА та ААА є зарядні пристрої з функцією розряду. Перед тим, як зарядити акумулятор, його розряджають до рівня 2...5% ємності, що сприяє більш тривалій працездатності з високою енергоємністю. Параметр тривалості експлуатації Ni-MH акумуляторів також залежить і від струму розрядження (струму, що протікає в навантаженні) і від струму заряду, від зовнішніх температурних умов і, в цілому, особливостей зберігання. Так, при 100% заряді або при зберіганні в умовах відносно високої температури акумулятор втрачає енергоємність порівняно швидше.



Спотворення що не вимірюються за допомогою стандартних методів тестування (THD, IMD та ін.)

Олександр Петров

У статті розглядаються нестандартні методи визначення якості роботи УМЗЧ.

Як підослідний підсилювач візьмемо типову схему Дугласа Селфа [1], **рис.1**. Проведемо обов'язкові тести: діаграма Бодє (**рис.2**) та графік петльового посилення (**рис.3**).

До виходу підсилювача підключено режекторний фільтр Бесселя 4-го порядку на частоту 10 кГц для вимірювання спотворень. Пригнічення сигналу частотою 10 кГц близько 120 дБ. При цьому сигнал частотою 20 кГц (2-я гармоніка) і вище проходять з ослабленням у 2 рази (-6 дБ). Для відновлення рівня на виході фільтра включений ідеальний підсилювач X6 з $K_u = 2$.

З діаграми Бодє видно, що посилення дорівнює 26 дБ (20 разів). Час затримки проходження



сигналу (tPD – time Propagation Delay) на частоті 10 кГц дорівнює 264 нс.

З графіка петльового посилення видно, що частота першого полюса дорівнює 10 Гц. Зсув фази петльового посилення переважно звукового діапазону становить 90 градусів, що сприяє ефективному придушенню вищих гармонік і комутаційних спотворень. На найвищій частоті звукового діапазону (20 кГц) глибина петльового посилення дорівнює 30 дБ.

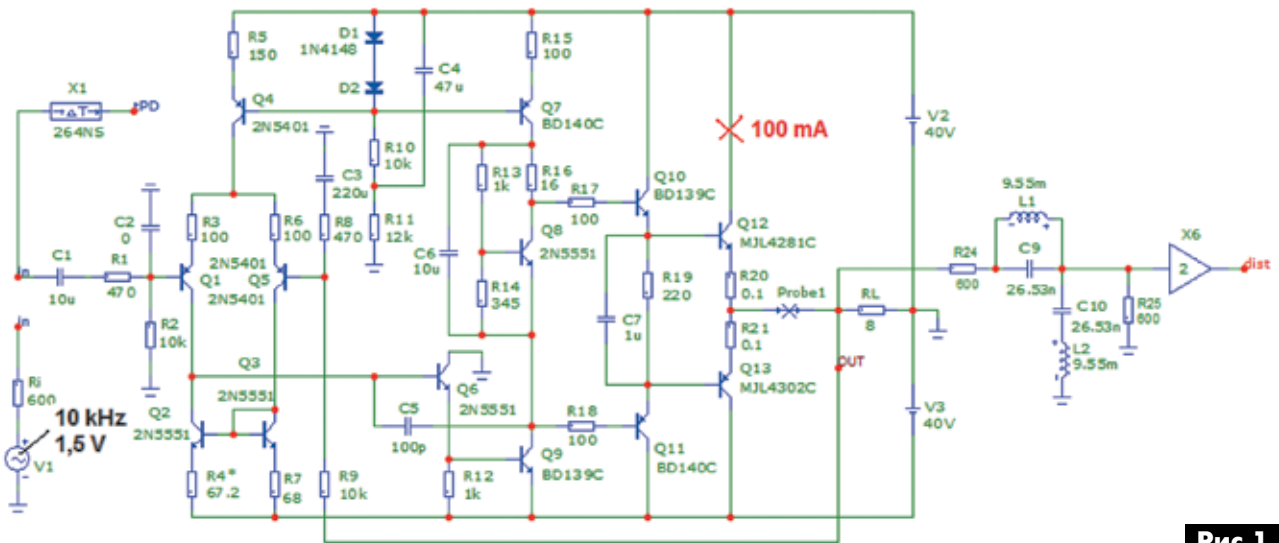


Рис.1

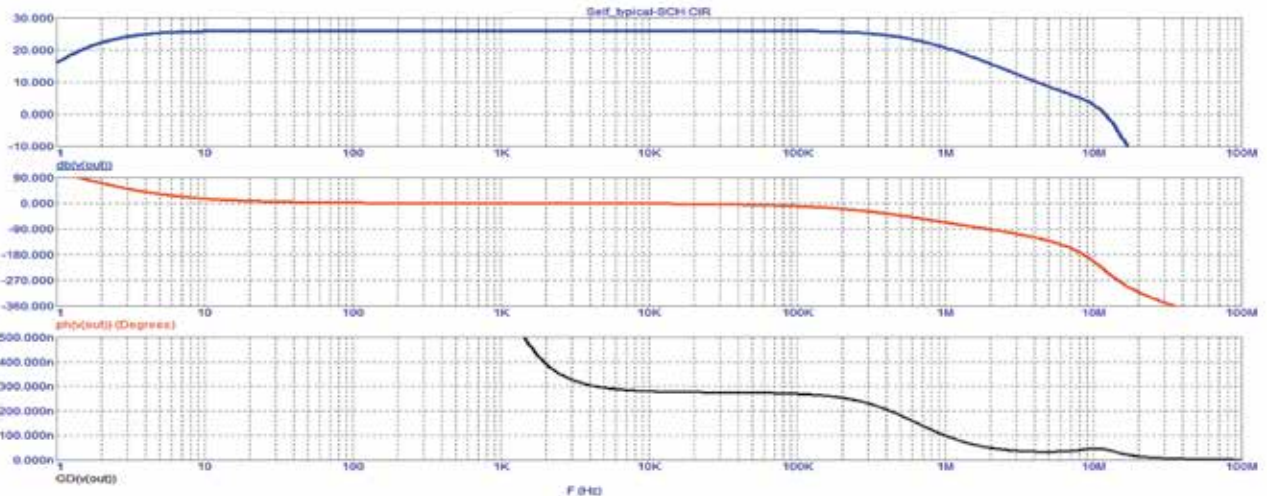


Рис.2



Рис.3

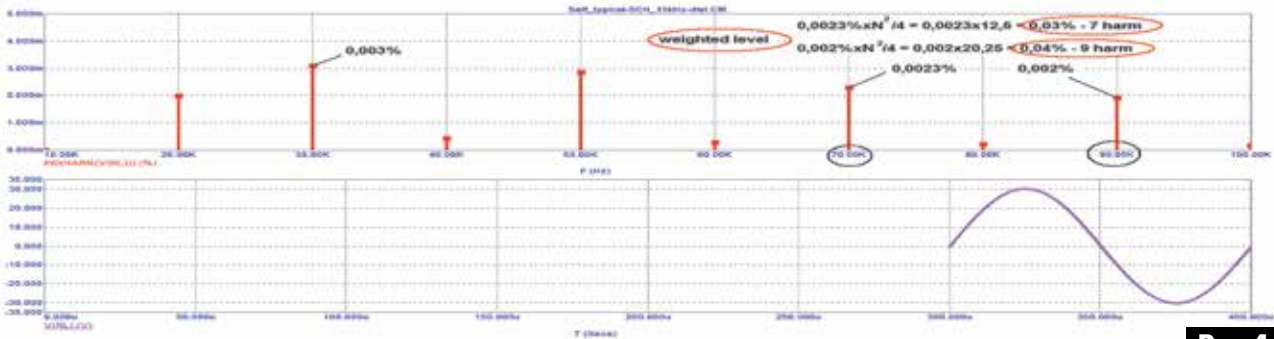


Рис.4

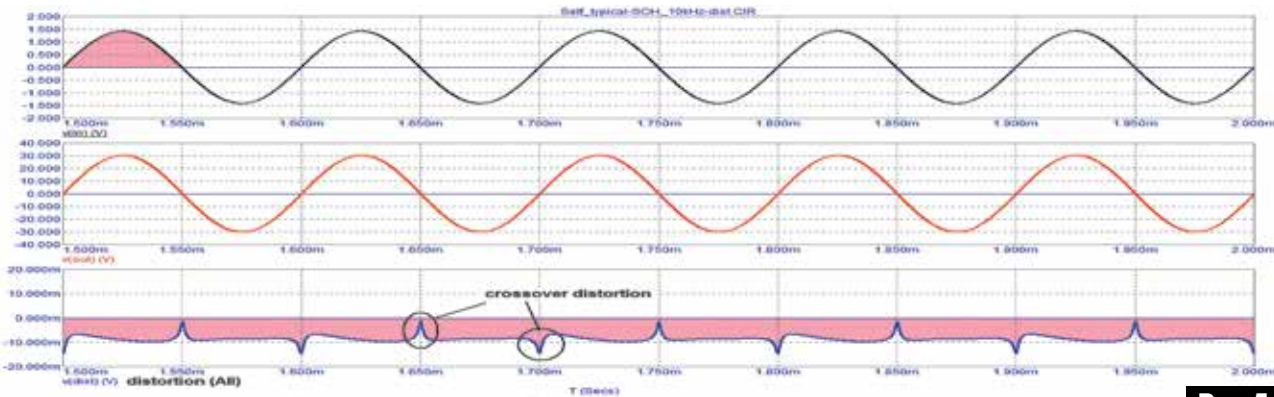


Рис.5

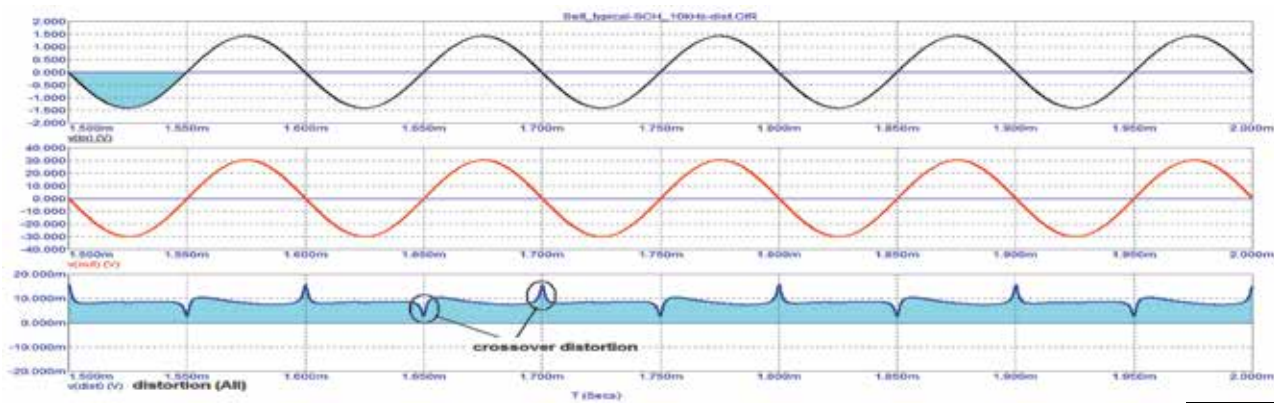


Рис.6

Виміряємо спектр вихідного сигналу на частоті 10 кГц, **рис.4**. Зі спектру видно, що в спектрі переважають непарні гармоніки з повільним спадом. На графіці наведені виважені рівні гармонік 7-ї та 9-ї.

Подивимися, що дасть дослідження спотворень з допомогою режекторного фільтра, **рис.5** і

рис.6. При першому тесті з'ясувалося, що в продуктах спотворень з'являється постійна складова сумісна з амплітудою комутаційних спотворень. Тому тестовий сигнал було проінвертовано і повторно проведено тест. Постійна складова у продуктах спотворень також змінила знак на протилежний.



На початку 1980-х років розробка транзисторних підсилювачів зайшла в глухий кут. Параметри підсилювачів, що вимірюються стандартними методами, все покращувалися, а якість звуку при цьому часто навіть погіршувалась. Розробники потребували тесту, який корелював би з якістю звуку. І такий тест запропонував Давид Хафлер [2] під назвою SWDT «straight-wire» differential test (диференціальний тест «прямого проводу»).

Тест Хафлера полягає у порівнянні вихідної напруги з промасштабованим вхідним. По суті, тест Хафлер не що інше як вимір векторних похибок за Іржі Достал [3]. За «нуль-тест» Хафлер запропонував рівень -70 дБ для середніх частот (ослаблення сигналу в 3000 разів або до 0.03%) та 60 дБ (ослаблення сигналу в 1000 разів або до 0.1%) для вищих частот звукового діапазону.

В одній із відповідей на запитання за статтю [2] про застосування тесту SWDT Хафлер пише: «Це не нова ідея. Однак у минулому підсилювачі виглядали дуже погано у цьому тесті, який виявив усі недоліки. XL-280 може бути першим підсилювачем, що пропонує хороший нульовий сигнал із SWDT».

Ідея справді не нова, але розробникам аудіо-підсилювачів хочеться бачити продукти спотворень, а не векторні похибки. Але для цього треба

проводити тест з урахуванням затримки проходження сигналу, тобто компенсаційним методом.

І хоча тест Хафлера не вимірює нелінійні спотворення, а лише векторні похибки, проте він більш інформативний ніж будь-який інший тест.

Проведемо тест SWDT та вимірємо спотворення компенсаційним методом на частоті 10 кГц. Для правильного застосування компенсаційного методу необхідно точно виміряти коефіцієнт підсилення підсилювача, так і ГВЗ на частоті тестування. Найменші неточності дадуть додаткові похибки вимірів.

Як тестовий сигнал використовуємо бурст пропущений через ФНЧ із частотою зрізу 100 кГц (як у тесті DIM-100). Результати тесту наведено на **рис.7** та **рис.8**.

Тест компенсаційним методом підтвердив результати вимірювань отримані за допомогою режекторного фільтра: рівні спотворень, та ж амплітуда «болтанки» сигналу. Крім спотворень в режимі тест за допомогою бурста виявляє додаткові спотворення на початку і кінці бурста. На спотворення першого періоду (FCD – First cycle distortion) багаторазово звертав увагу Грем Майнард (Graham Maynard).

Синусоїдну напругу можна представити вектором постійної амплітуди, що обертається з

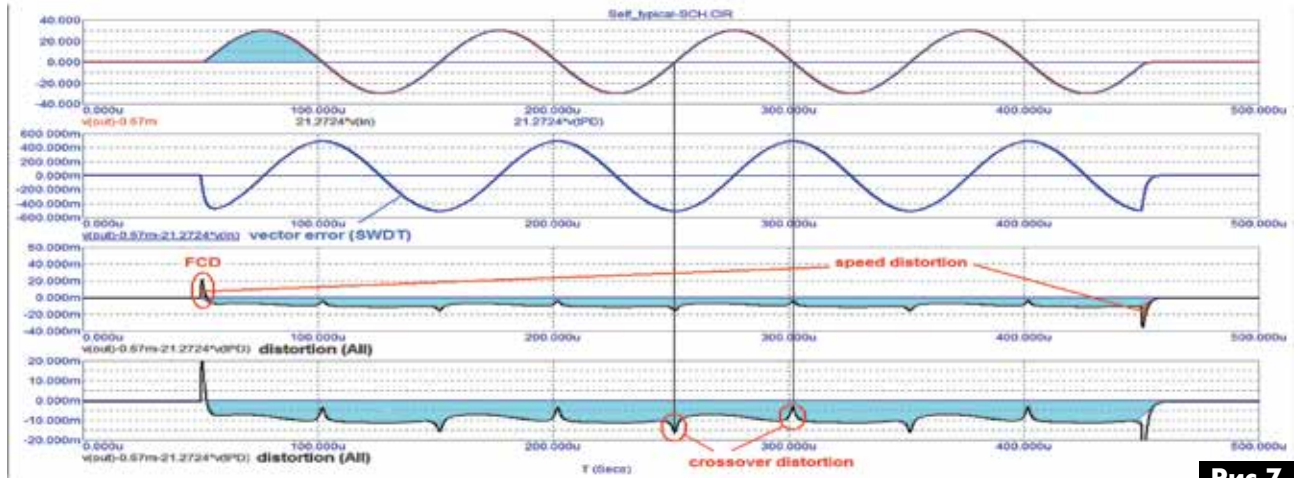


Рис.7

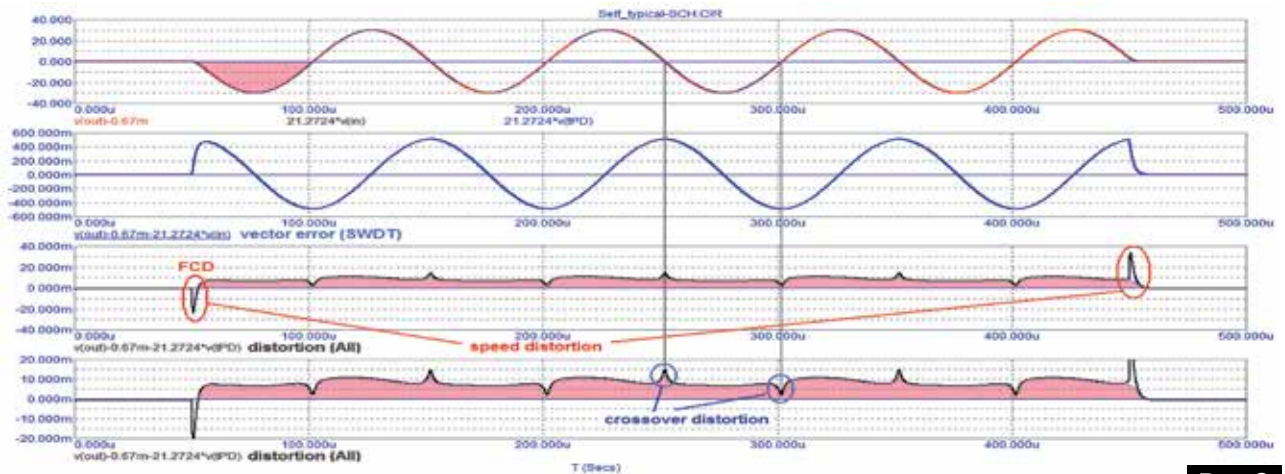


Рис.8

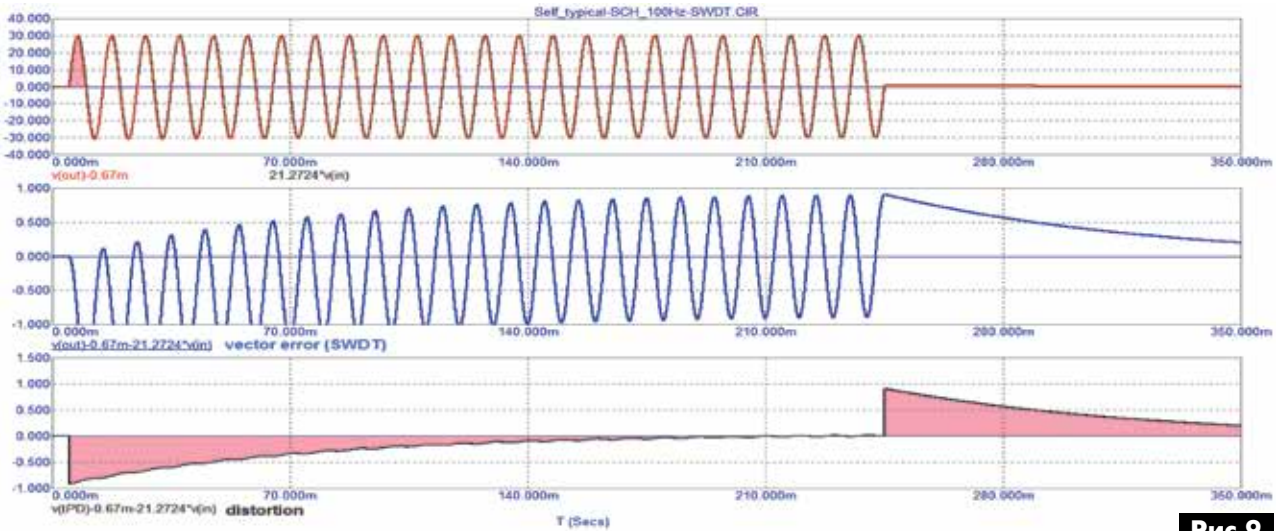


Рис.9

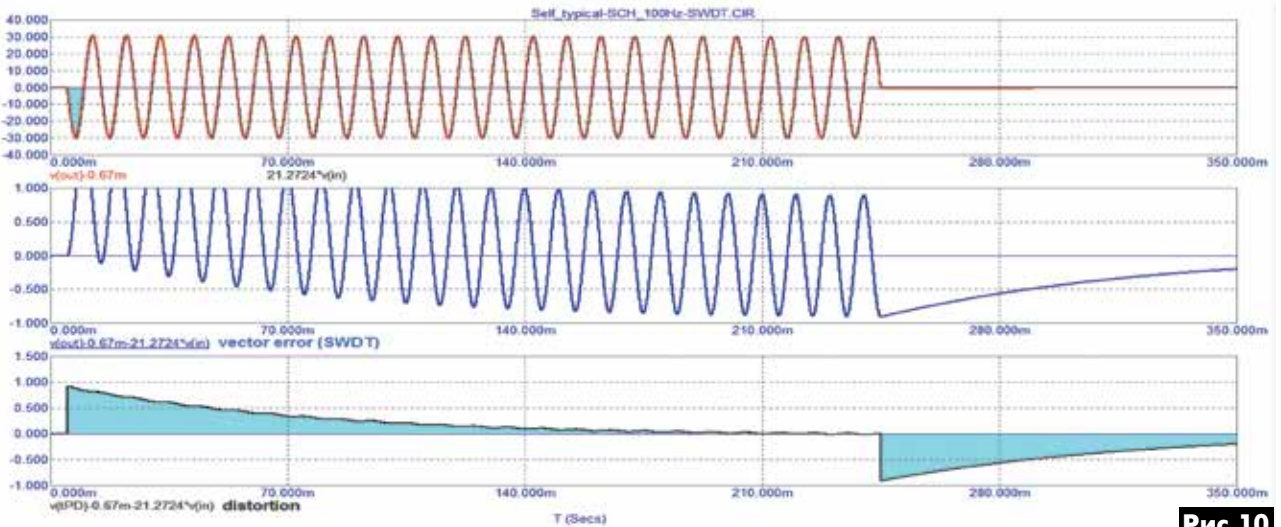


Рис.10

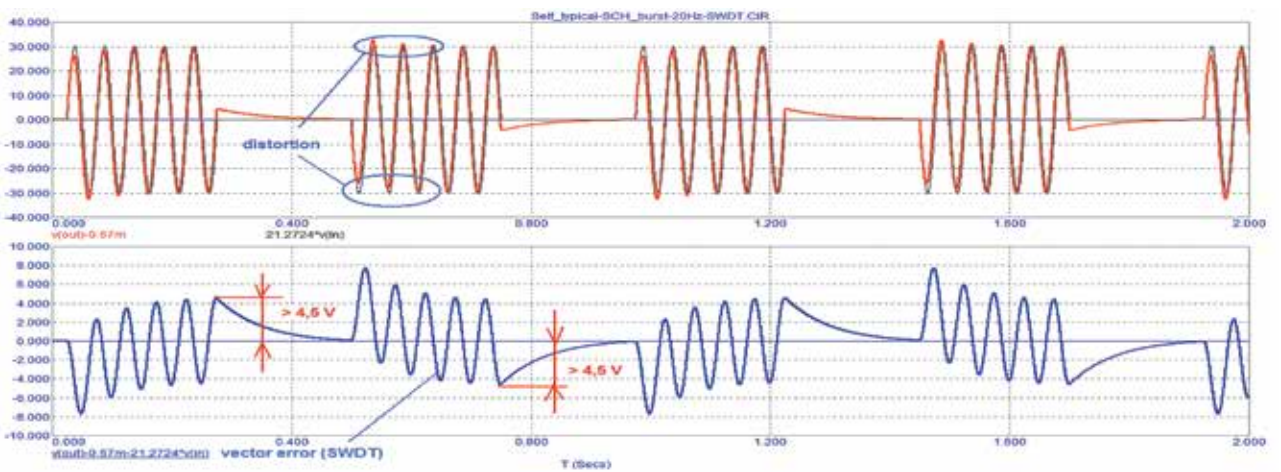


Рис.11

постійною кутовою швидкістю. При цьому в режимі, що встановився, швидкісні спотворення, пов'язані з затримкою проходження сигналу, не виникають. Швидкісні спотворення виникають при зміні dV/dt , що відрізняється від характерної для синусоїдальної напруги. Ці моменти наступають при зміні амплітуди вектора (у плюс або мінус, а також раптова поява або спад до нуля) або

зміні кутової швидкості його обертання. Ці зміни якраз і мають місце на початку та в кінці бурста.

Додатково проведемо тест Хафлера на частоті 100 Гц, **рис.9**. Полярність першого періоду була змінена і був проведений повторний тест, **рис. 10**.

На частоті 100 Гц ми бачимо залежність полярності постійної напруги, що виникає, на час передіхних процесів від полярності першого періоду.

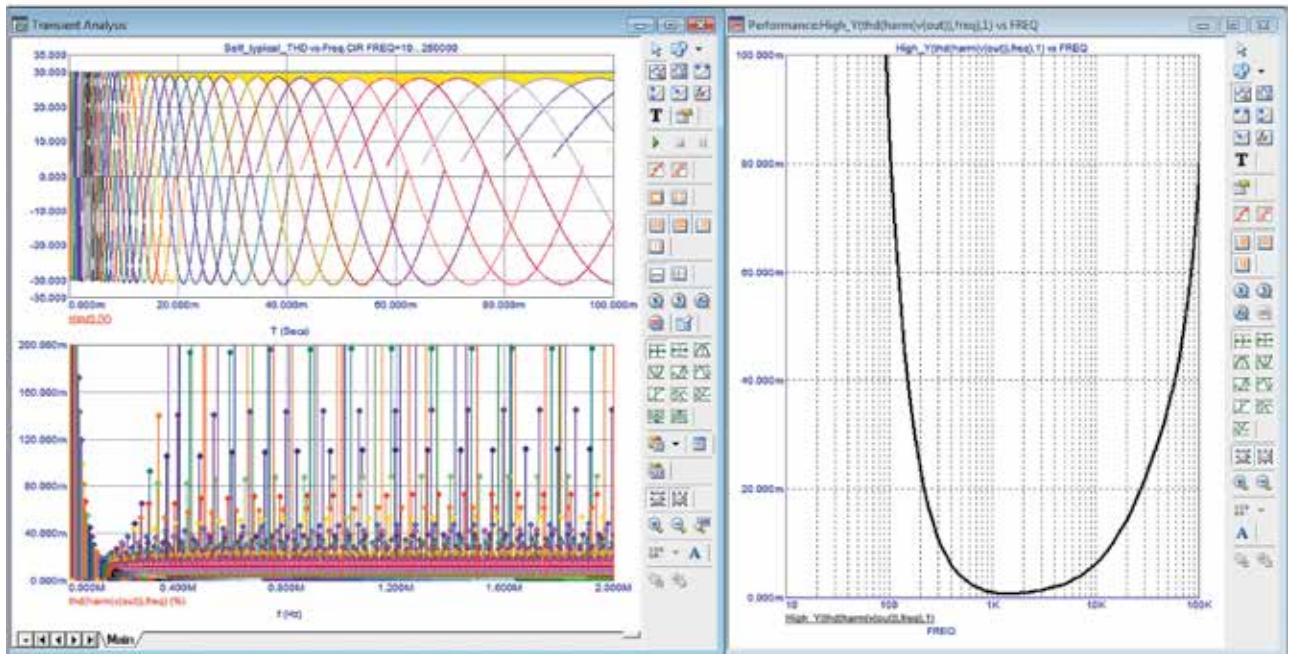


Рис. 12

Вихід на режим, що встановився, займає більше 20 періодів або не менше $20 \times 10 \text{ мс} = 200 \text{ мс}$.

Перехідні процеси пов'язані з конденсаторами, як у вході, і у колі ООС, і навіть з ГВЗ і характером його поведінки, як і звукової смуги, так і поза смугою. Чим менше ГВЗ – тим менша і тривалість перехідних процесів.

Щоб остаточно розібратися в процесах, що відбуваються в області НЧ, проведемо тест за допомогою бурстів частотою 20 Гц із змінною полярністю першого напівперіоду, **рис. 11**.

Як видно з тесту, перехідний процес займає як мінімум 5 періодів або $5 \cdot 50 \text{ мс} = 250 \text{ мс}$.

Можна припустити, що аналогічні процеси відбуватимуться і в реальних музичних сигналах.

Часто можна почути, що перехідні процеси – це лінійні спотворення. Той, хто так заявляє, повинен знати, що до лінійних спотворень відноситься зміна амплітуди сигналу та його фази без додаткових гармонійних складових. Але це може відбуватися лише у встановленому режимі, тобто. після закінчення перехідних процесів.

Зростання спотворень у області НЧ підтверджує і тест залежність Кг (чи THD) від частоти, **рис. 12**.

У лівій частині **рис. 12** зверху показані фрагменти тестових сигналів. Видно як у міру зниження частоти сигналі з'являється зміщення. Перша тестова частота 250 кГц, наступна 10% нижче, тобто 225 кГц і так далі до частоти 10 Гц. На нижньому графіці зліва показаний спектр тестованих сигналів. На **рис. 12** справа показано графік залежності Кг від частоти. З графіка видно, що мінімальні спотворення підсилювач має на середніх частотах. Нижче 1 кГц і вище 2 кГц починається зростання спотворень.

Висновки:

1. До кінця 1950-х років вже були відомі практично всі методи тестування, що застосовуються по сьогоднішній день, вони перераховані і докладно описані в [4].

2. На жаль, основний тест, на який до сьогодні роблять ставку розробники аудіопідсилювачів, це тест на загальний коефіцієнт гармонічних спотворень Кг (у зарубіжній літературі THD). Вимірювання проводяться у режимі що встановився, і переважна частина реальних спотворень залишається поза увагою розробника.

3. Тест запропонований Хафлер виявився занадто жорстким і не знайшов розуміння серед розробників, так як була потрібна смуга пропускання підсилювача не менше 20 МГц, що важко реалізувати. Підсилювач XL-280 розроблений самим Хафлер проходить тест тільки на синусоїдальних сигналах в режимі, що еквівалентно вимірюванню Кг. На складніших сигналах типу трикутний, меандр чи бурст він тест не проходить.

4. На прикладі класичної схеми за допомогою нетрадиційного підходу до тестування показано серйозні недоліки, які не виявляються стандартними тестами та не відображені у книгах автора теста.

Література:

1. Дуглас Селф, Проектування підсилювачів потужності звукової частоти, Москва, 2009.
2. DA Hafler, Listing Test для Amplifier Distortion, Hi-Fi News and Review, November 1986, pp.25-29.
3. І.Достал, Операційні підсилювачі, Москва, «Мир», 1982.
4. В.В.Раковський, Вимірювання в апаратурі запису звуку фільмів, «Мистецтво», Москва, 1962.

57 із 75-ти! Що б це означало?

Більшості читачів винесені в заголовок числа 57 і 75, швидше за все, нічого не скажуть. Лише деякі, ті, хто близько знайомий з відомим українським радіоаматором-короткохвильовиком, балаклійцем Леонідом Івановичем Вербицьким, можливо, здогадаються, яку інформацію несуть ці «симетричні» числа. Без перебільшення можна сказати, що в них відбито життя Леоніда Івановича – 1 вересня 2022 року йому виповнилося 75 років, і 57 років він присвятив радіоаматорству.

Нескладна арифметична дія дозволяє визначити, що захоплення радіо прийшло до юного Льоні у 18-річному віці. Для когось 18 років, як співається в пісні, – це «солодка знемога, черемхи колір», тобто любов до протилежної статі, а Леонід закохався в радіо (радіо – іменник середнього роду), і це почуття живе в ньому до цих пір. Захоплення радіо не завадило створенню сім'ї. Сім'я стала опорою і Валентина Петрівна, дружина нашого героя, не тільки поділяє почуття чоловіка, але разом із Леонідом Івановичем виховала сина, який продовжує захоплення батька (на **фото** Леонід Іванович разом із сином – співавтором усіх статей до журналів).

Після школи був Харківський електротехнікум зв'язку та Політехнічний інститут, що дозволили стати не лише радіоаматором, а й професіоналом. Про те, що Леонід Іванович справжній «профі» свідчить хронологія його досягнень:

- Леонід Вербицький – майстер спорту України з радіозв'язку. Свого часу він зробив вагомий внесок у досягнення високих результатів у міжнародних змаганнях, заочних та очних змаганнях з радіозв'язку на першість України. Неодноразово судив очні змагання з радіозв'язку України, районні змагання з швидкісної телеграфії будучи суддею першої категорії.

- Першим серед радіоаматорів рідного міста Балаклія вийшов в ефір на КВ та УКВ діапазонах. 1965 року під особистим позивним провів перший радіозв'язок на саморобній апаратурі з радіоаматором з Казахстану на діапазоні 28 МГц.

- На 144 МГц перший радіозв'язок було проведено зі знаменитим радіоаматором із міста Ізюма Леонідом Рудь RB5LCE. Другим із Балаклії почав проводити радіозв'язки Віктор Севостьянов RB5LIG, з яким Леонід Вербицький протягом кількох років брав участь у змаганнях на УКВ «Польовий день». Після чого радіозв'язком на УКВ захопилися інші радіоаматори.



- Першим у Харківській області почав проводити радіозв'язки на УКВ через відбиття від метеорних слідів. Перший MS радіозв'язок проведений за всіма правилами вдався UB5LAK (у той час був такий позивний) 21 жовтня 1979

з відомим ультракороткохвильовиком з Німеччини DM2BYE.

- Одним із перших в області почав застосовувати на УКВ SSB. Активно працював через радіоаматорські супутники RS-1, RS-2, OSKAR-7 та OSKAR-8.

- Одним із перших в області освоїв цифрові види зв'язку, застосовуючи для цього саморобний комп'ютер ZX-Spectrum. То був крок уперед. В ефірі, переважно на 20-ти метровому діапазоні на частоті 14.230 МГц, велася активна робота в режимі SSTV. Проводились SSTV змагання. Позивний UB5LAK активно звучав в ефірі SSTV. Останнім часом проводить радіозв'язки із відображенням сигналів від Місяця.

- Кількість підтверджених країн та територій світу за списком диплому DXCC наближається до 300. Усі континенти від Європи до Америки, від Атлантики до Тихого океану.

- Власник багатьох радіоаматорських дипломів. Престижних дипломів 10 Band UDXA, UDXCC 50 mHz, UDXCC Challenge, WAO, WASU за списком дипломної програми DXCC.

- У 2012 р. вийшла перша книга Вербицького Л. І. «Настільна книга радіоаматора-короткохвильовика». Потім були інші книги. Є членом авторсько-редакційної колегії видавництва «Наука та Техніка»

- Власник сертифікату «Ветеран-радіоаматор Харківщини».

Здавалося б, у 75 почуття притуплюються, але це загальне правило на Леоніда Івановича не поширюється. Незважаючи на здоров'я, що похитнулося, Л.І. Вербицький сповнений планів і хочеться вірити, що Господь дозволить йому ці плани реалізувати.

Побажаємо ж Леоніду Івановичу удачі!





Причини температурного перегріву електронних компонентів та шляхи інженерних рішень

Андрій Кашкаров

Помилки в конструкторських та інженерних розрахунках можуть стати причиною температурного перегріву РЕА, що призводить до ненадійності та відмови пристроїв. Тому розробники рекомендують розробляти корпус пристрою із запасом вільної площі та габаритами, щоб збільшити тепловий потік та зменшити тепловий опір. У статті розглядаються фактори впливу «внутрішньої» та зовнішньої температури на надійність РЕА та способи зменшення перегріву електронних компонентів.

Незалежно від причин перегріву, основним і головним наслідком перегріву електронного компонента є його пошкодження. Пошкодження, відмови у роботі електронних елементів, як правило, потенційний та прямий наслідок температурного перегріву. Сучасні пристрої з мікропроцесорами схильні до перегріву у зв'язку з тим, що фізичні розміри компонентів та корпусів стали меншими. Це стосується як дискретних елементів, так і інтегрованих схем, і особливо справедливо, якщо компонент за своїми розрахунковими характеристиками не витримує надмірного нагрівання корпусу. Перегрів може бути результатом прямих та непрямих, а також внутрішніх та зовнішніх впливів на електронні компоненти. Це зумовлено різними чинниками.

Вплив температури на матеріали

Залежність опору від довжини (L) та площі (S) поперечного перерізу провідника, а також матеріалу провідника вперше визначив Георг Ом. У міжнародній системі одиниць питомий опір ρ виражається формулою: $\rho = R \cdot S / L$. За цією ж формулою

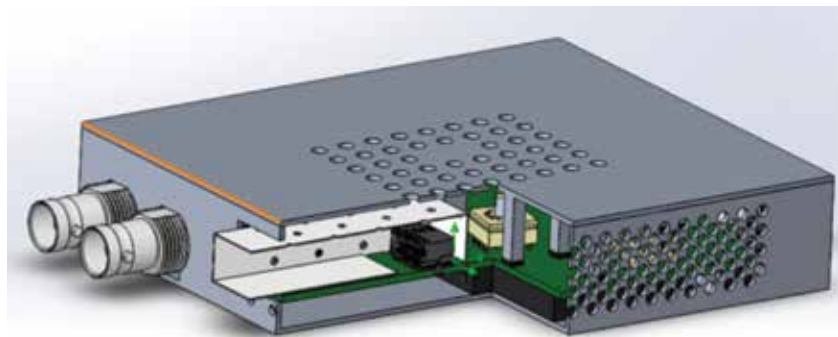


Рис. 1

визначається зв'язок між електричним опором провідника R та його питомим опором ρ . Розмір електропровідності визначається здатністю тіла (середовища) проводити електричний струм. У одиницях виміру силенс (См) вона обернена електричного опору: $g=1/R$. Під впливом електромагнітного поля та властивих йому явищ, що виникають при проходженні змінного струму у провідниках, значення також має частота змінного струму та електромагнітних коливань.

У звичайних умовах з урахуванням електричного опору 1 м дроту (Ом), перетином 1 мм², при температурі +20°C срібло має питомий опір 0.015, мідь – 0.0175, золото – 0.023. Так питомий опір зливка чистого золота вдвічі нижчий, ніж у позолоченого зливка вольфраму. Зрозуміло, застосування срібних провідників збільшує собівартість конструкції, але й підвищує надійність пристрою. Чим менше питомий опір – то менше нагрівання ділянки. При мізерно мінімальних значеннях струму в мікропроцесорній техніці це не так критично, як у силових модулях управління потужним навантаженням.

Особливості рішень з тепловідведення та термостабілізації

Електронний пристрій типowo складається з корпусу та

внутрішніх компонентів, що виділяють тепло у робочому режимі експлуатації. Тут є прихований конфлікт – розробники прагнуть зменшити корпус (так дешевше і відповідає тенденції в мікроелектроніці), а компактний корпус у принципі ускладнює відведення тепла. Простий спосіб відведення тепла – метод повітряного охолодження за рахунок тепловідводів та особливо вентиляторів.

Однак, за умовно малої вартості метод не позбавлений недоліків, таких як високий тепловий опір, низька температура навколишнього середовища, можливе збільшення рівня шуму (при використанні примусової вентиляції). Крім того, не завжди можливо задіяти примусове чи природне конвекційне охолодження. Для конструкцій з високим ступенем захисту від пилу та вологи, для необслуговуваних, нерозбірних корпусів або тих, що встановлюються у важкодоступних місцях.

Тому для охолодження компонентів РЕА створюють конструкції, коли алюмінієвий корпус пристрою є фактором, що тепловідводить. Додаткова перфорація, у тому числі у донній частині корпусу, покращує ефект тепловідведення (рис. 1).

Щоб збільшити природну конвекцію повітря, додані отвори на бічних і верхніх гра-

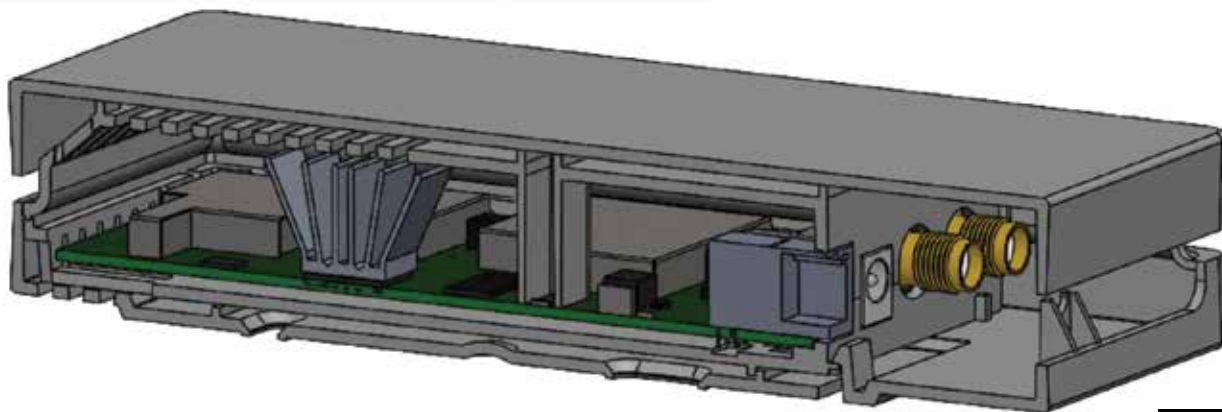


Рис.2

нях корпусу. Причому розподіл повітряних потоків при горизонтальному та вертикальному положенні корпусу виявився різним.

Як варіант у пристроях із природною конвекцією при охолодженні доречно розглянути конструкції з подвійним корпусом. Конструкція корпусу складається з двох частин: внутрішня частина з об'ємною перфорацією по всьому контуру для вільного потоку повітря, що охолоджує; та декоративний зовнішній корпус з перфорацією лише на задній стінці. Один із можливих варіантів проілюстрований на **рис.2**.

Зазор між внутрішнім та зовнішнім декоративним корпусом забезпечує безперешкодну конвекцію. Охолодження за рахунок теплопровідності ґрунтується на фіксованому контакті всієї поверхні – метал з металом. Так тепло від компонентів, що нагріваються за рахунок теплопровідності передається на зовнішні поверхні тепловідвідних кожухів.

Щоб впоратися з проблемою відведення тепла та додатково захистити друковану плату від перешкод доречно використовувати на одній із плат складовий екран, який виконує одразу два призначення – відведення теплових потоків та захист від електромагнітних перешкод. Такий екран з'єднується із «загальним» дротом обладнання або заземлюючим контуром.

Тенденція до мінімізації габаритів РЕА

Передумови такого підходу відомі: споживчий попит на пристрої меншого розміру стає вище. Тому розробники РЕА прагнуть конструювати корпус з урахуванням теплопро-

відних матеріалів, перфорації стінок та забезпечення примусового охолодження, додаючи обов'язкову модель автоматичного температурного балансу для тепловідведення потоків поза корпусом. Помітна та виправдана тенденція до поси-

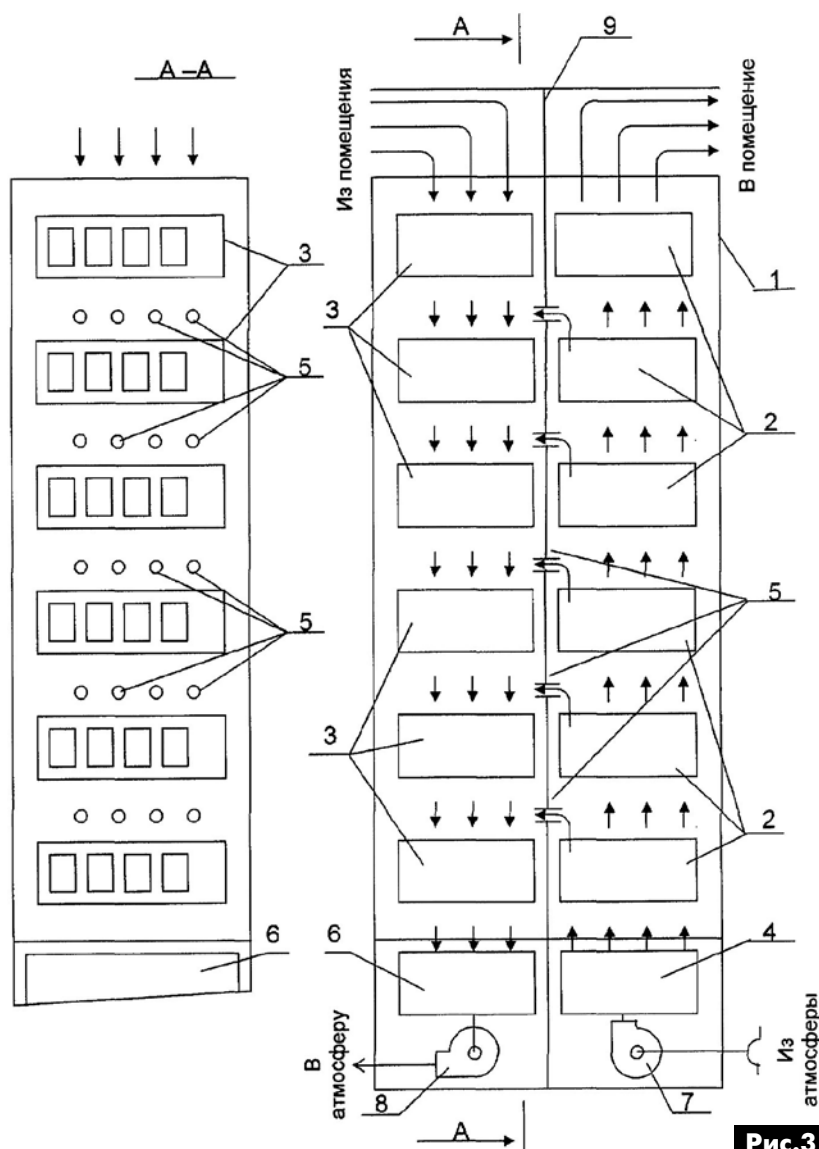


Рис.3



лення та конкретизації вимог виробника – встановлювати електронні пристрої з високою інтеграцією компонентів, до яких висуваються вимоги підвищеної надійності у режимі безперебійної (цілодобової) роботи в особливих умовах. Мова йде про спеціальні відкриті та закриті шафи з примусовою вентиляцією.

У цьому сенсі як привід удосконалення інженерної думки можна розглядати запатентовану конструкцію шафи для РЕА. На **рис.3** представлено схематичне зображення шафи з нумерованими посиланнями на її наповнення.

Нумеровані посилання мають таке значення. Шафа містить корпус 1, розділений на стійки, в яких розміщується апаратура малої потужності 2 і апаратура 3 великої потужності. Припливний вентилятор 7 через випарник 4 холодильної машини з'єднаний з входом стійки з апаратурою 2, а вихід стійки з апаратурою через 3 конденсатор 6

холодильної машини з'єднаний з витяжним вентилятором 8. Сійки з апаратурою 2 і апаратурою 3 спілкуються між собою за допомогою отворів.

На **рис.4** представлений вид сучасної шафи для забезпечення нормального температурного режиму РЕА.

Понад 100 друкованих плат розміщено «касетним» форматом. В основі якісного термічного моделювання правильний вибір констрування корпусу різних модифікацій РЕА. У задній частині шафи перенаправлено потік повітря через область плат.

Технічний результат полягає у підвищенні ефективності термостабілізації РЕА. У нижній частині закритого корпусу шафи розташовані плати виконані у вигляді єдиного висувного блоку теплообмінника та з наскрізними каналами з вентиляторами. Висувний блок має розташований над ним радіатор, виконаний з високотеплопровідного металу як одне ціле з наскрізними каналами для вентиляторів.

Між висувним блоком і нижньою основою корпусу є порожнина, через яку наскрізні канали повідомляються з вентиляторами і розташованими вздовж стінок корпусу каналами для охолоджуючого середовища.

Якщо розглядати таке сучасне технічне рішення, то стінки наскрізних каналів охолоджуються холодними спаями приєднаних до них термоелектричних модулів і відбирають тепло у повітря, що проходить через канали. Тепло від «гарячих» спайів термомодулів відводиться за допомогою холодоагенту, що протікає через змійовик, що примикає до них, з впускним і впускним патрубками.

Інженерні рішення – способи зменшення перегріву електронних компонентів

Як у шафах з високою концентрацією РЕА, так і в окремому випадку нерідко постає дилема у шляхах вирішення конструкторської задачі: поліпшення теплообміну при допустимому збільшенні розмірів обладнання (що непопулярне через розглянуті вище тенденції мінімізації габаритів обладнання для його конкурентоспроможності) або застосування спеціальних рішень для охолодження. У другому випадку доречно (за аналогією) звернути увагу на системи охолодження, що застосовуються в кулерах-диспенсерах (охолоджувачах води), кулерах-електровентиляторах, вентиляторах для мікропроцесорного обладнання, у тому числі комп'ютерної техніки. На **рис.5** представлений варіант локального охолоджувача розміром 40x40 мм – термоелектричний перетворювач елемент Пельтьє TEC1-12706.

Різновидів локальних термоперетворювачів багато, вони зручні для монтажу за допомогою термопасти закріплюються до поверхні, що охолоджується, легко керовані від джерела постійного струму напругою

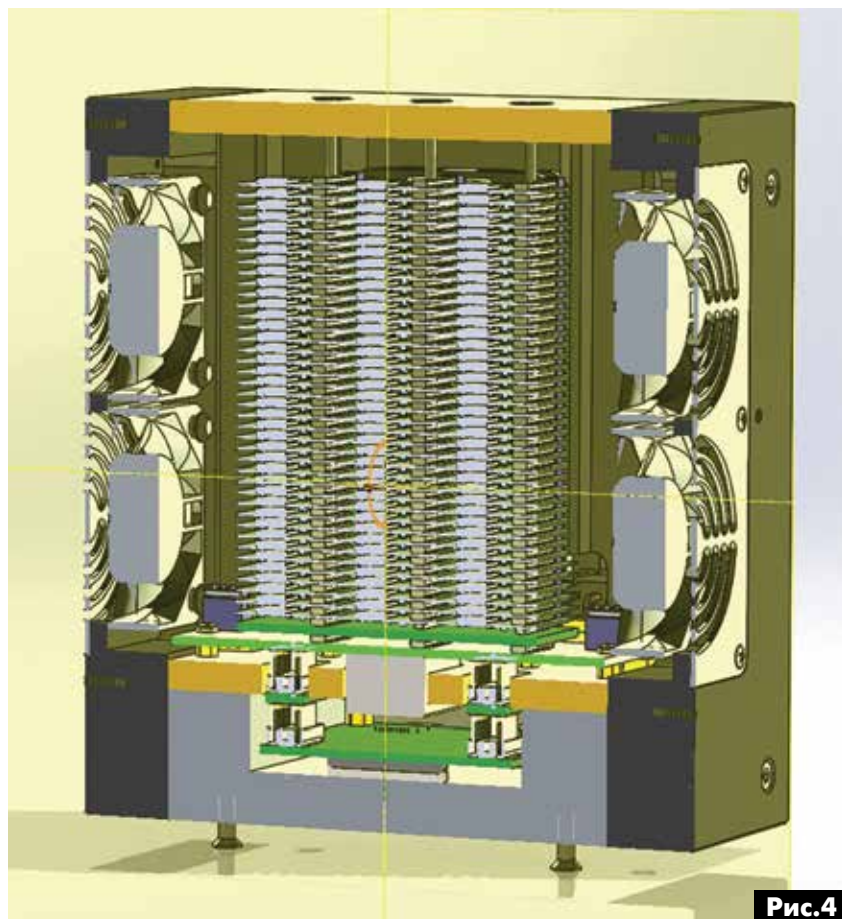
**Рис.4**



Рис.5



Рис.8

9...15 В, компактні, служать довго, а тому популярні. Модулі Пельтьє випускаються різних розмірів, відповідно віддачі, для низьковольтного живлення найбільш популярні типу 12705-12715. Небезпека несправності – лише їхнє механічне пошкодження.

Елементи Пельтьє позначаються TEC (від англ. Thermoelectric Cooler – термоелектричний охолоджувач). Принцип дії термоелектричного перетворювача базується на ефекті Пельтьє – виникненні різниці температур під впливом електричного струму. Пельтьє модуль для генерації електрики, термоелектричний генераторний модуль має аббревіатура GM, TGM. Причому джерело теплової енергії для нагріву перетворювача може бути різним,

наприклад, газовий або бензиновий пальник, твердопаливна піч та ін. до джерела тепла (нагріву) одного з елементів у корпусі PEA, та зафіксувати стороною «охолодження» до іншого елемента, що потребує корекції температур у робочому режимі. Як варіант до сторони охолодження модуля додають мініатюрний електричний вентилятор для посилення конвекційного (природного) або примусового режиму.

Ще один варіант примусового охолодження електронних компонентів та модулів – рідинний. На **рис.6** представлена система охолодження виробника ID-COOLING моделі Auraflow X 240 Evo.

На прикладі охолодження для внутрішніх компонентів PEA і корпусів представлена система рідинного охолодження, що не обслуговується, з двома вентиляторами з діаметром 120 мм і висотою 25 мм. Розмір радіатора 276x120x27 мм, розмір рідинного блоку 82x72x48 мм. Швид-

кість обертання вентиляторів 700-1800 об/хв при рівні шуму відповідно 18-35 дБ забезпечує вплив на компонент повітряного потоку, що охолоджується, у 74.5 CFM. Сумісний сокет: AM4; LGA 1150; LGA 1151; LGA 1155; LGA 1200; LGA 1700; LGA 2011; LGA 2066; s1156.

На **рис.7** представлений рідинний блок, а на **рис.8** – охолоджуючий радіатор до системи Auraflow X 240 Evo.

Конфігурація кулер + радіатор відома користувачам стаціонарних комп'ютерів. Термопаста та термопрокладки між чіпами та радіатором використовуються для ефективного тепловідведення. За тим же принципом з нагнітання повітря, але без водяного охолодження і відповідно з радіатором іншої форми, функціонують кулери для охолодження сокетів мікропроцесорної техніки. Але особливо важливо забезпечити належний рівень температурного режиму за допомогою примусового охолодження в електричних шафах керування, де розміщується дороге обладнання в обмеженому просторі. Апробованим інженерним рішенням для охолодження електронних компонентів у шафах управління та автоматики є вентилятори з фільтрами. Термомодування буде найбільш вдалим в проектах з комбінованим охолодженням, де враховується і теплопровідність, і примусова конвекція.



Рис.6



Рис.7



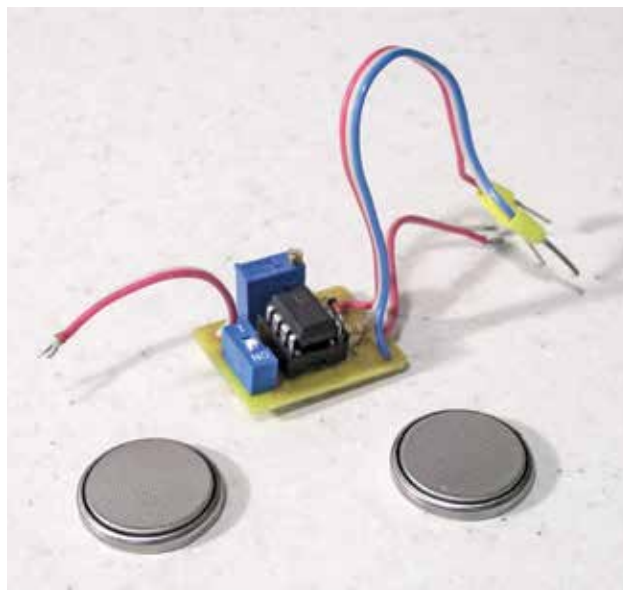
Олександр Спиридонов, м. Київ.

У статті описується малогабаритний осцилографічний щуп, що дозволяє значно зменшити вхідну ємність осцилографа без зниження його чутливості.

Сучасні цифрові осцилографи, навіть не найвищого класу, що доступні радіоаматорам, мають смугу пропускання до 20...100 МГц. Але на практиці така смуга досягається лише при використанні високочастотного щупа-дільника, який зменшує вхідну ємність за рахунок зниження чутливості у 10 разів. За відсутності дільника ємність входу осцилографа у поєднанні з ємністю сполучного кабелю досягає 100 пФ і більше, що може порушувати роботу досліджуваного пристрою вже на частотах лише у сотні кілогерц. Забезпечити малу вхідну ємність із збереженням високої чутливості можна лише за використанням активного щупа, який зазвичай не входить у комплект осцилографа.

Найбільш простий широкосмуговий активний щуп можна виготовити, використовуючи швидкодіючий операційний підсилювач (рис. 1). Операційний підсилювач типу AD817 має частоту одиничного посилення 50 МГц і малий вихідний опір, що дозволяє узгодити щуп з 50-омним з'єднувальним кабелем довжиною до 1 м. Операційний підсилювач включений за схемою повторювача у якого коефіцієнт передачі напруги близький до одиниці.

Вхідний опір щупа 100 кОм, вхідна ємність не більше 5 пФ, вхідна напруга до ± 3 В (обмежена напругою живлення, яка може бути збільшена). У пристрої можна використовувати швидкодіючі операційні підсилювачі інших типів, наприклад



AD812, при цьому його характеристики можуть змінюватися.

Можна використовувати і звичайний операційний підсилювач, наприклад, типу TL081, у цьому випадку смуга пропускання звузиться до 2...3 МГц, але мінімальна вхідна ємність збережеться, а опір резистора R2 можна збільшити до 1 МОм.

Балансування підсилювача проводиться підстроювальним резистором R4, напруга на ньому стабілізована діодами VD1, VD2. Дрейф нуля зменшується при зменшенні опорного резистора R2, але при цьому знижується вхідний опір. Для поліпшення узгодження з використовуваним кабелем слід підібрати опір резистора R6 по найменшому спотворенню контрольного сигналу.

Струм споживання не перевищує 10 мА, пристрій може живитися від двох малогабаритних літій-іонних акумуляторів. Автономне живлення дозволяє зробити щуп зручнішим у роботі, а також виключити вплив мережевих перешкод через джерело живлення. Мікросхема і пов'язані з нею компоненти розміщені на друкованій платі розміром 20x25 мм (фото), пристрій разом з акумуляторами можна розмістити в невеликому корпусі, що забезпечує екранування від зовнішніх перешкод.

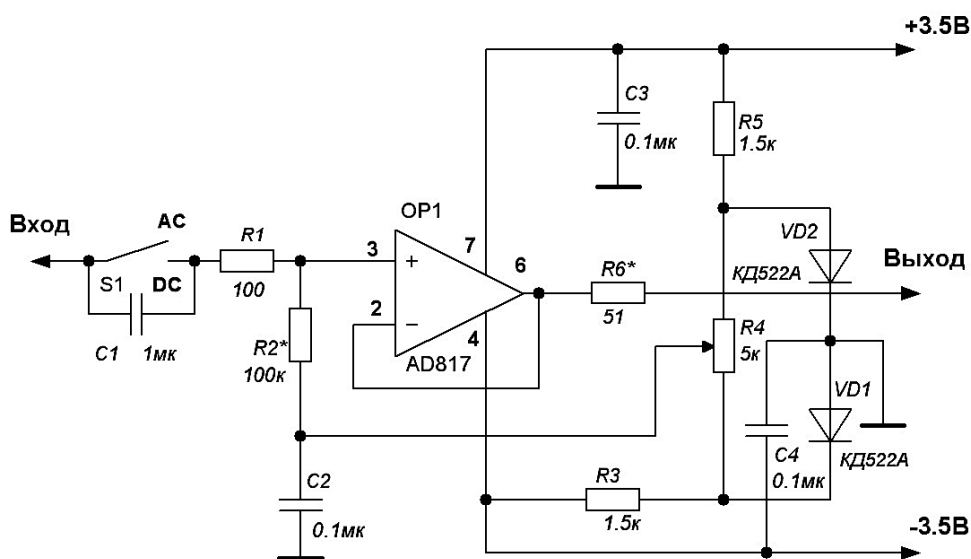


Рис. 1

Здається неможливим – люстра Чижевського з одним голчастим електродом

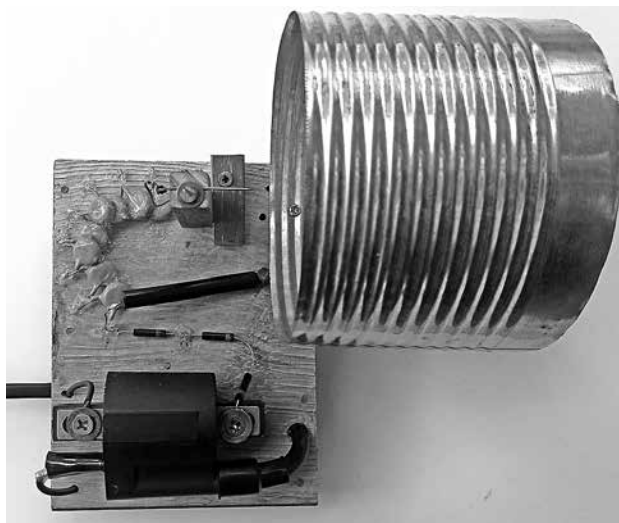
Володимир Мельник, м. Кам'янське, Дніпропетровська обл., Україна

Здавалося, що експерименти з випромінювачами аероіонів я закінчив, але деякі неперевірені рішення змусили повернутися до пошуку найбільш ефективного результату.

Патент US 5231824 Роберта Діка «Іонно-променевий і іонно-струменевий двигун» зацікавив тим, що він мав великий інформативний матеріал про результати експериментальних робіт. Автор патенту застосовував гострий електрод перед трубчастим електродом. З протилежного кінця трубки виходив колімований (спрямований), слабо розширюється на значній відстані, потік іонів вихрового типу. В середині трубки він рухається вздовж його внутрішньої стінки.

З наявної лудженої бляшаної банки діаметром 100 мм від консервованих часточок персиків був виготовлений трубчастий електрод завдовжки 75 мм. Банка мала основну ребристу, на кінцях гладку циліндричну поверхню шириною 16 мм. З одного боку вона спеціально обрізана для перевірки впливу розташування різних кінців перед гострим електродом. З патенту UA 97650 відомі коронувальні електроди у вигляді зовнішньої різьби з кроком 5-15 мм для електричних фільтрів. У моєї статті «Електростатичний нагрів і охолодження» (журнал «Винахідник и раціоналізатор», 2022, №2 с. 56-57) описано що одна із стінок призматичної лінзи була ребристою, що давало позитивний вплив на зменшення пробійного проміжку між різнополярними електродом.

Гострий електрод розташовувався в експериментах на відстанях 0-30 мм уздовж осі від торця циліндричного електроду. При більших відстанях ефективність погіршувалася. Гострий електрод підключався до виведення «+» високовольтного випрямляча, трубчастий – до виведення «-». Слід врахувати, що трансформатор високовольтного випрямляча може бути з ізольованою високовольтною обмоткою, і с загальною точкою з первинною обмоткою. У автора були обидва випрямлячі. Це має значення. У першому випадку при напрузі



30 кВ іонний вітер відчувається на відстані 60 см від банки, в другому випадку при напрузі 25 кВ – на відстані 30 см Швидкість потоку іонів більша, якщо банку розташовувати ребристою частиною до гострого електроду.

Готова люстра Чижевського з одним голчастим електродом (застосована швацька шпилька) показана на **фото**. Фактично модернізована попередня конструкція – «Аероіонізатор з малогабаритним випромінювачем аероіонів» (журнал «Радиоаматор», 2021, №9-10, с.44-46). Напруга на електроди подається із кінців згладжуючого фільтру (конденсатори С3-С10). На циліндричний електрод напруга подається замість випромінювача аероіонів з WA1. На голчастий електрод – з протилежного кінця фільтру (**рис. 1**).

Повний опис роботи схеми є у зазначеній статті. Побутова індикаторна викрутка застосовувалася для оцінки електростатичного поля навколо циліндричного електроду. Неонова лампочка в денний час світиться на відстані 25 см навколо циліндричного електроду, в люстрі до модернізації – на відстані 4 см від деталей випромінювача аероіонів. Перевага модернізованої конструкції в тому, що іонний потік йде не на всі боки, а напрямлено. Заряд іонів на виході з трубчастого електроду міняє знак на протилежний відносно гострого електроду. Якщо на відстані 30 см від осі трубки носом вдихати повітря, то відчувається приємна свіжість негативних аероіонів.

При установці перемикача можна міняти знак аероіонів на протилежний, що необхідно в апаратах для франклінізації.

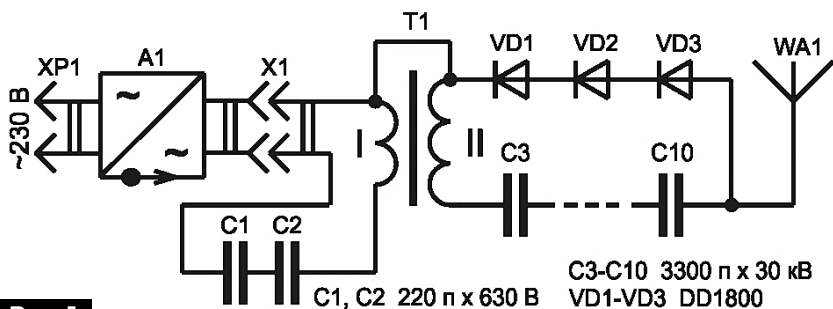


Рис. 1



«СКТВ»

ЗАТ «РОКС»

Україна, 03148, м. Київ,
вул. Г. Космосу, 2Б
т / ф: (044) 407-37-77;
407-20-77, 403-30-68
e-mail: pks@roks.com.ua
http://www.roks.com.ua

Супутникове, ефірне ТБ. Багатока-
нальні цифрові системи з інтегрованою
системою умовного доступу МІТРС,
MMDS.

Телевізійні та цифрові радіорелейні
лінії. Модулятори ЧМ, QPSK, QAM 70
МГц, RF, L-band. Охоронна сигналіза-
ція, відеоспостереження.

НПФ «Відікон»

Україна, 02099, м. Київ,
вул. Зрошувальна, 6
тел.: 567-74-30, 567-83-68,
факс: 566-61-66

e-mail: vcb@vidikon.kiev.ua
http://www.vidikon.kiev.ua
Розробка, виробництво, продаж для
КТВ підсилювачів будинкових та магі-
стральних, фільтрів і ізоляторів, ответ-
витель магістральних і роз'ємів, голо-
вних станцій і модуляторів.

«VISAT» СКБ

Україна, 03115, м. Київ,
вул. Святошинська, 34,
т / ф: (044) 403-08-03,
тел.: 452-59-67, 452-32-34
e-mail: visat@i.kiev.ua
http://www.visatUA.com

Супутникове, кабельне, радіоре-
лейне 1,5 ... 42ГГц. МІТРС, MMDS-
обладнання. МВ, ДМВ, FM передавачі.
Кабельні станції BLANKOM. Базові ан-
тени DECT; PPC; 2.4 ГГц; MMDS 16dBі;
GSM, ДМВ 1 кВт. СВЧ модулі: гетеро-
дини, змішувачі, МШУ, підсилювачі по-
тужності, приймачі, передавачі. Проек-
тування і ліцензійний монтаж ТВ мереж.
Супутниковий інтернет.

«Влад +»

Україна, 03134, м. Київ,
вул. Булгакова, 18,
т / ф: (044) 458-56-68,
тел.: (044) 361-22-89, (044) 383-87-13.
e-mail: vlad@vplus.kiev.ua
www.vlad.com.ua

Оф. представник фірм ABE Elettronika-
AEV-CO. EI-ELGA-Elenos, ANDREW. ТВ
аналогові і цифрові передавачі, FM
транзисторні передавачі, радіорелейні
лінії, студійне обладнання. Антени пе-
редавачів для ТБ і FM, фідер для тракту
ТБ і FM, модернізація і ремонт ТВ пе-
редавачів. Доставка обладнання з-за кор-
дону і митне очищення вантажу. Послу-
ги митно-ліцензійного складу. Монтаж
друкованих плат.

Beta tvcom

Україна, 83004, м. Донецьк,
вул. Гаражна, 39,
т / ф: (062) 381-81-85, 381-98-03,
381-87-53, 386-36-33, 386-36-45
http://www.betatvcom.dn.ua,
e-mail: office@betatvcom.dn.ua

Виробництво сертифікованого об-
ладнання: повний спектр обладнання

для цифрового ТБ; ГС на цифрових і
аналогових модулях для КТВ, цифрові
і аналогові ТБ і FM передавачі 1 - 2000
Вт, системи MMDS, МІТРС, ЦРРС діа-
пазону 7-40ГГц до 155 Мбіт / с, оптичні
передавачі 1310 і 1550 нм. Вимірюваль-
ні прилади 5-26000 МГц.

PaTeK-Київ

Україна, 03056,
м. Київ, пер. Індустріальний, 2
тел.: (044) 277-67-41,
т / ф: (044) 277-66-68
e-mail: ratek@torsat.kiev.ua

Супутникове, ефірне, кабельне ТБ.
Виробництво радіопультів, підсилюва-
чів, ответвитель, модуляторів, філь-
трів. Програмне забезпечення цифро-
вих приймачів. Супутниковий інтернет.

ЕЛЕКТРОННІ КОМПОНЕНТИ

ТОВ НВП «Пролог-РК»

Україна, 04212, м. Київ,
вул. Маршала Тимошенко, 4а, к.74
тел.: (044) 451-46-45, 451-85-21,
факс: 451-85-26

e-mail: prolog@ipnet.ua
Оптові і дрібнооптові поставки
імпортованих і вітчизняних р / електронних
компонентів, в тому числі з прийман-
ням «1», «5», «9».

Технічна та інформаційна підтримка,
гнучка система знижок, поставка в най-
коротші терміни.

ТОВ «Амел»

02098, м. Київ,
пр-т Соборності, буд. 7А, оф. 504
тел.: (044) 582-20-47
http://www.amel.com.ua
e-mail: info@amel.com.ua

Активні і пасивні радіоелектронні ком-
поненти імпортованого виробництва
(NXP, Atmel), коннектори, кабельно-
провідникова продукція, виготовлення
і монтаж друкованих плат. Гнучкі ціни,
доставка.

«РКС КОМПОНЕНТИ»

Україна, 03087, м. Київ,
Чоколівській б-р, 42а, 1-й поверх.
тел. / факс: (044) 220-01-72
e-mail: rcs1@rcs1.relc.com
www.rcscomponents.kiev.ua

Склад ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ
у Києві. Прямі поставки від виробників.

ТОВ «РТЕК»

Україна, 04119, м. Київ,
вул. Дегтярівська, 62,
офісний центр «Ферммаш», оф. 46.
тел.: (044) 456-98-69, (044) 456-51-27,
(044) 520-04-77, 520-04-78, 520-04-79
e-mail: chip@roinbow.com.ua
http://www.rainbow.com.ua
http://www.rtcs.ru

Офіційний дистриб'ютор в Україні AT-
MEL, MAXIM / DALLAS, INTERNATIONAL
RECTIFIER, NATIONAL SEMICONDUCTOR,
ROHM.

RCmarket.ua

Роздрібний інтернет-магазин
радіо-деталей
Україна, 61108, Харків, а / я 9416

e-mail: info@RCmarket.ua
http://www.RCmarket.ua
Можливість оплати при отриманні.
Доставка по всій Україні.

- Конденсатори
 - Мікросхеми
 - Транзистори
 - SMD компоненти
- І багато іншого!

Компанія SEA

Україна, 02094, м. Київ
вул. Краківська, 13-Б
тел.: +38 044 291 00 41
факс: +38 044 291 00 42
e-mail: info@sea.com.ua
https://www.sea.com.ua/

Регіональні представництва в Україні:
Харків kharkiv@sea.com.ua
Дніпро dnipro@sea.com.ua

Електронні компоненти, джерела жив-
лення, світлодіодна продукція та опто-
електроніка, обладнання для енер-
гетики, електротехнічна продукція,
обладнання для промислової автома-
тизації, вимірювальні прилади, паяль-
не обладнання та матеріали для пайки,
виготовлення кабелів, шлейфів, джгу-
тів, проектування та виробництво дру-
кованих плат, контрактне виробництво
електроніки.

WINTEX

Україна, 03150, м. Київ,
вул. Велика Васильківська, 80
тел.: (050) 266-55-17,
(067) 298-34-55,
(044) 503-61-12

http://www.wintex.com.ua
e-mail: ecopolyus@ukr.net
Інтернет-магазин електронних компо-
нентів: мікросхеми, модулі, дисплеї,
лазерні головки, конденсатори. Зі
складу та під замовлення, від 1 од.

VD MAIS

Україна, м Київ, 03061,
вул. М. Донця, 6
тел.: (044) 492-88-52 (многочан),
220-0101, факс: 220-0202
e-mail: info@vdmmais.kiev.ua
http://www.vdmois.kiev.ua

Ел. компоненти, системи автоматики,
вимірювальні прилади, шкафи і корпу-
са, обладнання SMT, виготовлення дру-
кованих плат. Дистриб'ютор:
Agilent Technologies, AIM, ANALOG DE-
VICES, ASTEC POWER, Cree, DDC,
ELECTROLUBE, ESSEMTEC, FILTRAN,
GEYER ELECTRONIC, IDT, Hameg, HART-
ING, KINGBRIGHT, Kroo, LAPPKABEL,
LPGK, Rittal, Rohm, SAMSUNG, Siemens,
SCHROFF.

«ТРИОД»

Україна, 03194, м. Київ-194,
вул. Зодчих, 24
т / ф: (044) 405-22-22, 405-00-99
e-mail: ur@triod.kiev.ua
http://www.triod.kiev.ua

Радіолампи пальчикові 6Д ..., 6Н ...,
6П ..., 6Ж ..., 6С і ін. Генераторні лампи Г,
Г1, ГМ, ГМД, ГУ, ГК, ГС і ін.
Тиратрони, кенотрони. Магнетрони,
клістроны, розрядники. Електронно-

променеві трубки, відкони, ФЕУ. Контактори ДМР, ТКС, ТКД і ін. Автомати захисту АЗР, АЗСГК і ін. СВЧ модулі 1П1, 1У1, 1УСО і ін. Сельсини, двигуни. Високовольтні конденсатори К15-11, К15У-2 та ін. Гарантія.

ТОВ «ТД» Діскон»

Україна, 04073, м. Київ, Розважівський провулок 14

Тел.: (044) 359-05-04

(068) 418-91-28 (WhatsApp, Telegram)

e-mail: sales@discon.ua

https://discon.ua

Дистрибутор електронних компонентів на території України. Основний напрям діяльності – оптова торгівля радіоелектронними компонентами та електротехнічною продукцією. Поставки зі складу та під замовлення безпосередньо від прямих виробників, від каталожних компаній і глобальних дистрибуторів. Компанія постійно розширює номенклатуру товарів, що поставляються. Надання зразків, технічна підтримка при проектуванні і запуск у виробництво.

ТОВ «ПАРІС»

Україна, м. Київ,

пр-т Перемоги, 30, кв. 72

тел.: (044) 286-25-24,

527-99-54,

т / ф: 285-17-33

www.paris.kiev.ua

Роз'єми, з'єднувачі, кабельна продукція, мережеве обладнання, вимикачі і перемикачі. Електрообладнання: коробка, лотки, пускачі, плівкові клавіатури. РК1, світлодіодна продукція. Інструмент. Ліфтове обладнання: дверний реверс для ліфтів - світлова завіса.

ТОВ «Компонент Сервіс»

03056, м. Київ,

вул. Гетьмана, 27,

тел / факс: +38 (044) 277-34-60,

277-34-61,

277-34-62

E-mail: tkd@tkd.com.ua

http://www.tkd.com.ua

Електронні компоненти країн СНД і імпортні: напівпровідники, мікросхеми, конденсатори, дроселі, трансформатори, ферити, резистори й інші необхідні Вам електронні компоненти зі складу та під замовлення.

GSM СТОРОЖ

Україна, м. Рівне

тел.: (097) 48-13-665

http://www.gsm-storozh.com.ua

e-mail: info@gsm-storozh.com,

mapic@mail.ru

Охоронне обладнання з оповіщенням по каналу стільникового зв'язку - охорона об'єктів з оповіщенням на телефон (звукове, SMS і GPRS повідомлення), дистанційне керування пристроями, визначення координат автотранспорту (GSM і GPS навігація), можливість дистанційного контролю групи об'єктів (DTMF, CSD, GPRS диспетчер). Розробка, виробництво, впровадження. Гнучкі ціни, гарантія, доставка по СНД.

«Елком»

Україна, 69000, м. Запорожье,

пр. Леніна, 152, (ліве крило), оф. 309

т / ф (061) 220-94-11,

тел. 220-94-22

e-mail: elcom@elcom.zp.ua

http://www.elcom.zp.ua

Ел. компоненти вітчизняного та імпортного виробництва зі складу та під замовлення. Спец. ціни для постійних покупців. Доставка поштою. Продукція в області фіксованого зв'язку, електроніки та комунікацій. Розробка та впровадження.

«КОМПАНІЯ ОЛЬВІЯ»

Україна, м. Київ, вул. Ушинського, 4

тел.: 503-3323, 599-7550

viber 067-504-7654

e-mail: korpus.kiev@gmail.com

http://www.korpus.kiev.ua

Корпуси пластикові для РЕА, касетниці. Плівкові клавіатури. Кабельно-провідникова продукція.

«РЕКОН»

Україна, 04073, м. Київ,

вул. Семена Склярєнка, 9, оф. 204

e-mail: info@rekkon.kiev.ua

http://www.rekkon.kiev.ua

Поставки електронних компонентів.

Гнучкі ціни, консультації, доставка.

Корпорація «ТЕХЕКСПО»

Україна, 79015, м. Львів,

вул. Героїв УПА, 71д

тел: 032 232-54-36,

т / ф: 032 232-54-33

e-mail: tehexpo@tehexpo.lviv.ua

www.tehexpo.net

Радіоелектронні комплектуючі, паяльні обладнання. Прямі офіційна дистрибуція: трансформатори - BREVE www.brevetrafo.com.ua, корпуси пластикові для РЕА - KRADEX www.kradex.com.pl. Прямі поставки з TME, MIKROS, TRIM-POT.

ТОВ «СЕРПАН»

Україна, м. Київ, бул. В. Гавела, 8

тел.: (044) 594-29-25, 454-13-02,

454-11-00

e-mail: cerpan@cerpan.kiev.ua

www.cerpan.kiev.ua

Пропонуємо зі складу та під замовлення: роз'єми 2РМ, СШР, ШР і ін. Конденсатори, мікросхеми, резистори. Запобіжники, діоди, реле та інші радіокомпоненти.

ТОВ «Імрад»

Україна, 04112, м. Київ, вул. Шутова, 9

т / ф: (044) 490-2195, 490-21-96,

495-21-09 / 10

e-mail: imrad@imrad.kiev.ua

http://www.imrad.kiev.ua

Високоякісні імпортні електронні компоненти для розробки, виробництва та ремонту електронної техніки зі складу в Києві.

ТОВ «КОМІС»

Україна, 03150, м Київ,

пр. Червонозоряний, 130

т / ф: (044) 525-19-41, 524-03-87

e-mail: komis-kiev@ukr.net

http://www.komis.kiev.ua

Комплексні поставки всіх видів вітчизняних ел. компонентів зі складу в Ки-

єві. Поставка імпорту під замовлення. Спец. ціни для постійних клієнтів.

ТОВ «ЕЛЕКОМ»

Україна, а / с 159, м. Київ, 01032

т / ф: +380 (73) 310-83-05,

(96) 014-05-18, (95) 628-53-57

E-mail: office@elecom.kiev.ua

www.elecom.kiev.ua

Поставка будь-яких електронних компонентів (особливо рідкісних, раритетних и знятих з виробництва). Понад 60 мільйонів найменувань, практично всіх світових виробників: мікросхеми, транзистори, діоди, електронні модулі та ін. Для виробництва, ремонту, сервісного обслуговування.

ТОВ «Радар»

Україна, 61058, м. Харків, а / с 8864

вул. Данилевського, 20

(ст. М. «Наукова»)

тел.: (057) 754-81-50,

факс: (057) 715-71-55

e-mail: radioradar@ukr.net

Радіоелементи в широкому асортименті в наявності на складі: мікросхеми, транзистори, діоди, резистори, конденсатори, елементи індикації, роз'єми, установчі вироби та багато іншого. Можлива доставка поштою і кур'єром.

ТОВ «РАДІОКОМ»

Україна, 21021, м. Вінниця,

вул. Келецька, 60, к. 1

тел.: (0432) 53-74-58, 65 72 00,

(050) 523-62-62, (068) 599-62-62

e-mail: radiocom1@i.ua, radiocom11@

gmail.com

http://www.radiocom.vinnitsa.com

Радіокомпоненти імпортного та вітчизняного виробництва. Керамічні, електrolітичні і плівкові конденсатори. Резистори, діоди, мости, стабілізатори напруги. Стабілітрони, супресори, розрядники, світлодіоди, світлодіодні дисплеї, мікросхеми, реле, роз'єми, клемники, запобіжники.

НВП «ІМС»

Україна, 61068, м. Харків, а / с 2924

вул. Броненосця Потьомкіна, 1

тел.: 057-7320450, 7320176,

073-752521, 7572522, 7572523

e-mail: imsharkov@gmail.com

www.ims.kh.ua

Все для радіоаматорів, ремонтників і виробників електроніки - склад більше 35000 найменувань радіодеталей. Від резистора до мікроконтролера, паяльники, макетні плати, бокорізи, пінцети, вимірювальні прилади, індикатори, припої, флюси, роз'єми, корпуси і т.д. Постійно на складі широкий асортимент резисторів, конденсаторів, SMD - компонентів в дрібній розфасовці.

RADIODETAIL.COM.UA/

WWW.RADIODETAIL.COM.UA

Павільйон 9В «Радіодеталі»

Київський радіоринок

«Караваєві дачі»

тел.: (044) 362-04-24,

(044) 242-20-79,

(067) 445-77-72,

(095) 438-82-08

Електронні компоненти та устаткування для виробництва та ремонту електронної техніки.



МОДУЛЬНІ СИСТЕМИ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

MW
MEAN WELL

Основні характеристики:

- Проста побудова DC-UPS системи: джерело живлення + батарея
- Вбудована схема заряду акумулятора і резервного перемикачання
- Потужність: 35...160 Вт
- Універсальний діапазон вхідної напруги: 90-264 VAC (127-370 VDC)
- Захист від: короткого замикання, перевантаження, перенапруги та реверсного включення батареї
- Захист батареї від глибокого розряду (серії AD та PSC)
- Збільшений струм заряду батареї (серія PSC)
- Сигналізація «AC ОК» і «Battery Low» (серія PSC)
- Охолодження: вільна конвекція
- Доступна ціна і висока надійність
- Гарантія: 2 роки



Компанія SEA – авторизований дистриб'ютор MEAN WELL в Україні



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

ВИМІРЮВАЛЬНІ ТРАНСФОРМАТОРИ току та напруги до 35 кВ



Instrument Transformers



Компанія SEA — офіційний дистриб'ютор
RITZ INSTRUMENT TRANSFORMERS GMBH 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