Wydanie elektroniczne dostępne na www.ulubionykiosk.pl

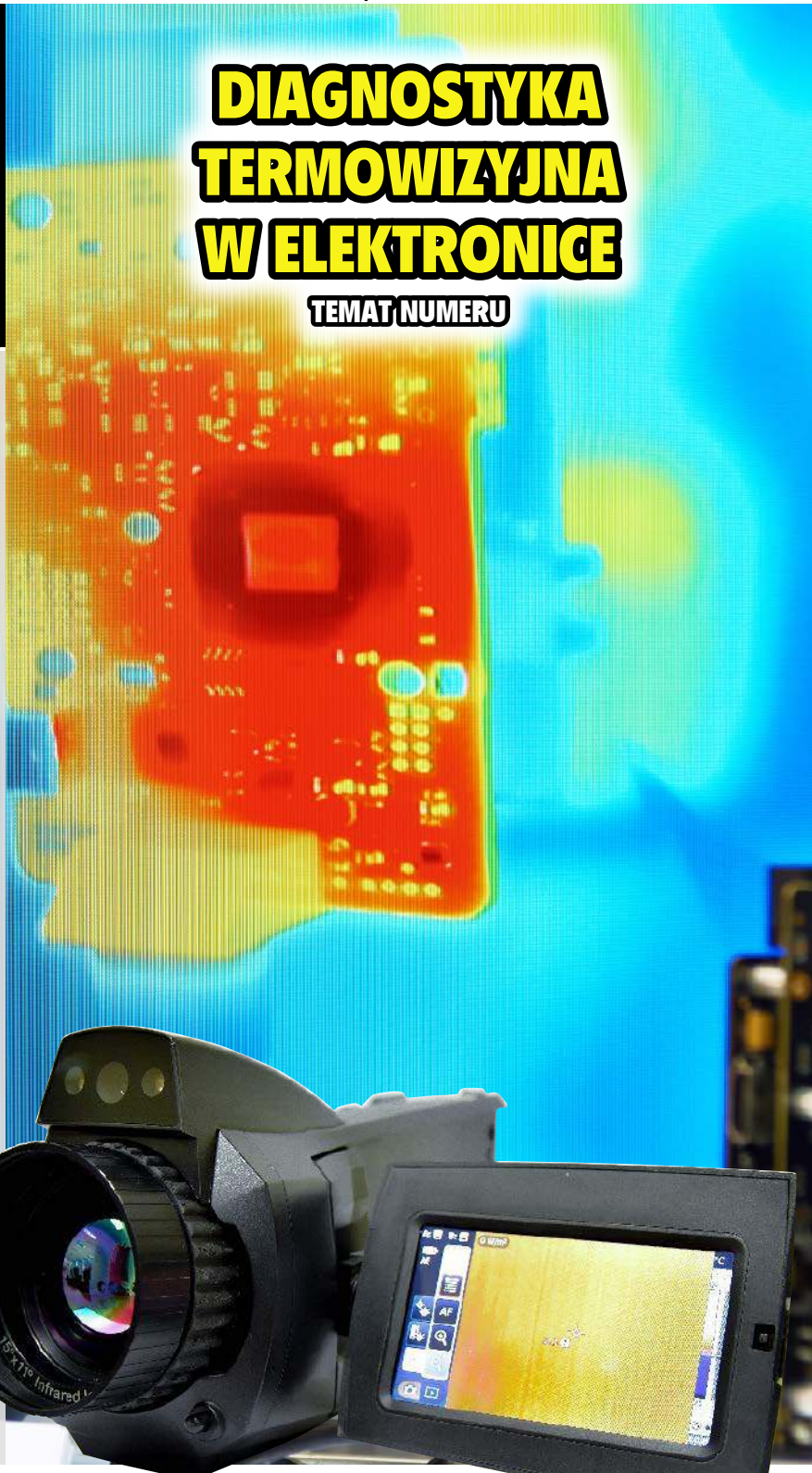
ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

EP.com.pl

● Międzynarodowy magazyn elektroników konstruktorów ● październik ● 10/2023 ●

Tylko Prenumeratorzy

- mają dostęp do artykułów przed ich publikacją w EP na www.ep.com.pl – **EP W TOKU**
- mają dostęp do materiałów dodatkowych, takich jak pliki źródłowe projektów na naszym serwerze **FTP** www.ulubionykiosk.pl/media



DIAGNOSTYKA TERMOWIZYJNA W ELEKTRONICE

TEMAT NUMERU

inspirujące, użyteczne projekty

• Termostat do elektrozaworu z silnikiem DC • toneCtrl – regulator barwy dźwięku • MultiHub – uniwersalny hub serwisowy do komputerów SBC i nie tylko • Wzmacniacz lampowy o mocy 2×80 W z katodowym sprzężeniem zwrotnym • Zasilacz do płytek stykowych ze złączem USB-C • Izolowany interfejs RS232 dla Raspberry Pi • Sygnalizator poboru prądu • Moduł czterech wyjść przekaźnikowych z interfejsem USB-C • Prosty sejsmograf na bazie Arduino

podzespoły, sprzęt, aplikacje

• Czujniki optyczne. Sensory koloru oraz czujniki i moduły multispektralne • Wielofunkcyjne kamery termowizyjne i dźwiękowe HIKMICRO • XXXI Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego – elektronika w sektorze zbrojeniowym • Arduino Nano ESP32 • Ładowanie Qi, które zapewnia pełne bezpieczeństwo • Nowoczesne obudowy do automatyki domowej i przemysłowej • Obudowy dla elektroniki. Konstrukcja, materiały, ergonomia • Technika spiekania laserowego w produkcji obudów dla elektroniki. Produkcja obudów nie tylko z tworzyw sztucznych

tutoriale

• Wykrywanie usterek na gorąco. Diagnostyka urządzeń elektronicznych za pomocą termowizji • Nowa rzeczywistość w przemyśle • Modyfikacja i tworzenie obudów w firmie Maszczyk • Tworzenie innowacyjnych projektów w technologii Multi Jet Fusion

kursy

• Kurs FPGA Lattice. Symulacja w Icarus Verilog i GTKWave

ISSN 1230-3526 Indeks 357677 • 18,90 zł (w tym 8% VAT) • PRICE: 8 EUR

OBUDOWY SZYTE NA MIARĘ

eprasa.pl b722c3c0ae



Zaprenumeruj „Elektronikę Praktyczną”, a zawsze dostaniesz najnowszy numer wprost do Twojej skrzynki!

na start do 6* wydań gratis

po 5 latach nieprzerwanej prenumeraty do 12* wydań gratis

* Cena prenumeraty rocznej **na start** wynosi 207,90 zł. Przy zamówieniu prenumeraty dwuletniej za 340,20 zł oszczędność wynosi równowartość sześciu wydań „Elektroniki Praktycznej”.
Przedłużasz prenumeratę? Aby otrzymać zniżkę lojalnościową, przedłuż prenumeratę po zalogowaniu się do swojego panelu na **www.ulubionykiosk.pl**, gdzie znajdziesz atrakcyjną ofertę prenumeraty, która uwzględnia przysługujące Ci zniżki za lojalność. Po 5 latach nieprzerwanej prenumeraty otrzymasz **rabat 50%** na prenumeratę dwuletnią.
Oferta dotyczy prenumeraty drukowanej.

Wszystkie opcje prenumeraty i e-prenumeraty znajdziesz na stronie
www.UlubionyKiosk.pl

prenumerata@avt.pl
AVT-Korporacja sp. z o.o., ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa, konto 18 1050 1012 1000 0024 3173 1013

eprasa.pl b722c3c0ae

TWÓJ POMYSŁ NASZE WYKONANIE

40 lat doświadczenia



formy wtryskowe
obudowy standardowe
frezowanie
nadruk UV
sitodruk
tampondruk
grawer laserowy
klawiatury membranowe
fronty foliowe
montaż mechniczny

MASZCZYK®
PLASTIC ENCLOSURES

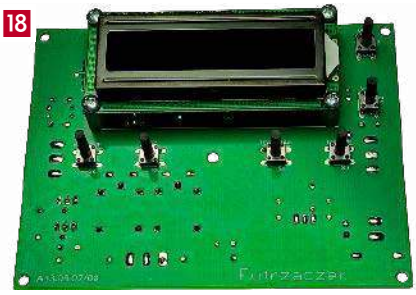
Kontakt

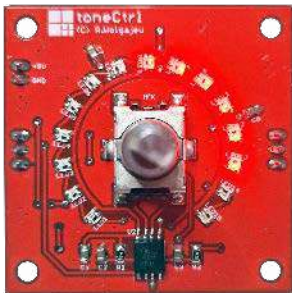
+48 602 726 086
ul. Graniczna 24, 05-252 Małopole
maszczyk@maszczyk.pl
www.maszczyk.pl

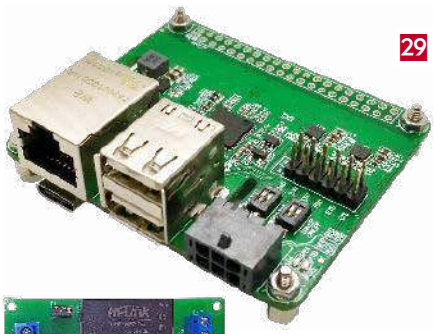
emasa.pl b722c3d0ae

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

Nr 10 (369) • Październik 2023

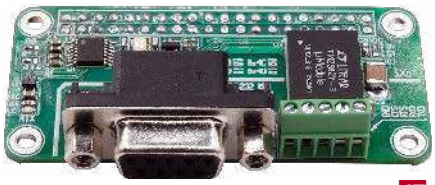


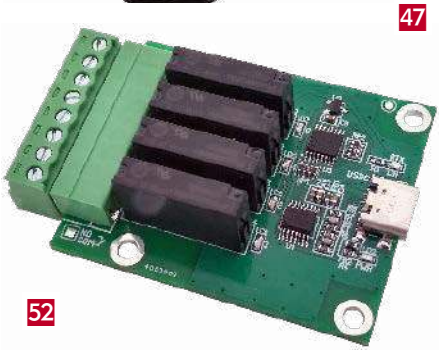












Nie przeocz
Nowe podzespoły ... 6
Dodaj do obserwowanych ... 12
Najnowsze płytki Raspberry Pi 5 dostępne w przedsprzedaży w Farnell ... 23
XXXI Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego – elektronika w sektorze zbrojeniowym ... 34
Arduino Nano ESP32 ... 44
Konkurs: Wygraj programator Microchip MPLAB PICkit 5 ... 91
Koktajl niusów ... 104

Projekty
Termostat do elektrozaworu z silnikiem DC ... 18
toneCtrl (2) – regulator barwy dźwięku ... 24
MultiHub – uniwersalny hub serwisowy do komputerów SBC i nie tylko ... 29

Projekty czytelników
Wzmacniacz lampowy o mocy 2×80 W z katodowym sprzężeniem zwrotnym ... 40

Miniprojekty
Zasilacz do płytek stykowych ze złączem USB-C ... 46
Izolowany interfejs RS232 dla Raspberry Pi ... 47
Sygnalizator poboru prądu ... 49
Moduł czterech wyjść przekaźnikowych z interfejsem USB-C ... 52

Projekty SOFT
Prosty sejsmograf na bazie Arduino ... 93

Temat numeru: Diagnostyka termowizyjna w elektronice
Wielofunkcyjne kamery termowizyjne i dźwiękowe HIKMICRO ... 56
Wykrywanie usterek na gorąco. Diagnostyka urządzeń elektronicznych za pomocą termowizji ... 58

Podzespoły
Czujniki optyczne (4). Sensory koloru oraz czujniki i moduły multispektralne ... 65

Prezentacje
Ładowanie Qi, które zapewnia pełne bezpieczeństwo ... 72
Nowoczesne obudowy do automatyki domowej i przemysłowej ... 75
Obudowy dla elektroniki. Konstrukcja, materiały, ergonomia ... 79
Nowa rzeczywistość w przemyśle ... 82
Modyfikacja i tworzenie obudów w firmie Maszczyk ... 88

Elektronika w praktyce
Tworzenie innowacyjnych projektów w technologii Multi Jet Fusion ... 76
Technika spiekania laserowego w produkcji obudów dla elektroniki. Produkcja obudów nie tylko z tworzyw sztucznych ... 84

Kursy
Kurs FPGA Lattice (12). Symulacja w Icarus Verilog i GTKWave ... 96

Prenumerata ... 2
Od wydawcy ... 5
Hity następnego numeru ... 107

Dodatkowe materiały do artykułów znajdziesz na https://ulubionykiosk.pl/media
Szczegóły na stronie 92
eprasa.pl b722c3c0ae

Wersja 5

Pod koniec września Fundacja Raspberry Pi ogłosiła premierę nowego komputerka – Raspberry Pi 5. Mogliśmy się spodziewać większej mocy obliczeniowej, wydajności i szybkości działania, ale oprócz tego platforma przeszła gruntowną modyfikację. Kluczowe elementy systemu to 3 układy półprzewodnikowe, które zostały zaprojektowanie specjalnie dla wersji 5.

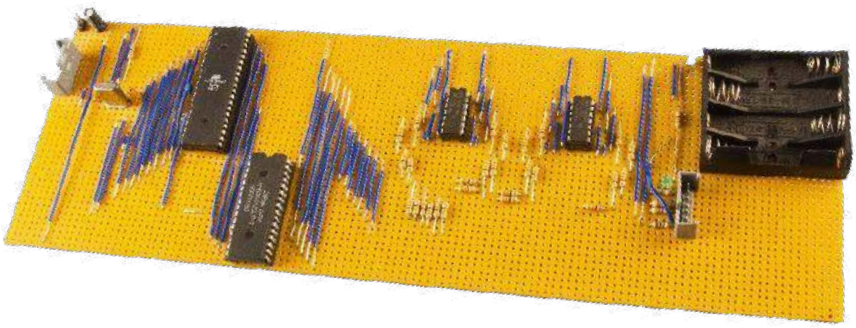


BCM2712 to nowy czterordzeniowy, 64-bitowy procesor ARM Cortex-A76 o taktowaniu 2,4 GHz, z 512 kB pamięci podręcznej L2 dla każdego rdzenia i 2 MB współdzielonej pamięci podręcznej L3. Jest to nowoczesna mikroarchitektura o mniejszej geometrii, wysokiej częstotliwości taktowania i mniejszym zużyciu energii od poprzednika – BCM2711. Jest też uzupełniony o nowy procesor graficzny VideoCore VII, który może obsługiwać jednocześnie dwa wyświetlacze 4Kp60 HDMI (Raspberry Pi 4 oferowało pracę z pojedynczym ekranem 4Kp60 lub podwójnym 4Kp30). Aby zapewnić systemowi odpowiednią przepustowość pamięci, zastosowano 32-bitową pamięć LPDDR4X SDRAM, pracującą z szybkością 4267 MT/s. Aplikację uzupełnia szybki interfejs kart microSD z obsługą trybu SDR104 oraz interfejs PCIe 2.0 x1 dla szybkich urządzeń peryferyjnych.

RP1 to układ kluczowy dla komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi. Zawiera interfejs Gigabit Ethernet, po dwa interfejsy USB 3.0 i USB 2.0 oraz dwa interfejsy MIPI przeznaczone do wyświetlaczy i kamer. W udostępnionych materiałach znajduje się informacja, że RP1 jest najdłużej opracowywanym, najbardziej złożonym i najdroższym projektem, jaki kiedykolwiek realizował zespół Raspberry Pi. Na przestrzeni lat, przeszedł znaczną ewolucję, wersja C0, zastosowana w Raspberry Pi 5, to trzecia wersja układu.

Trzecim nowym komponentem jest układ zarządzania zasilaniem (PMIC) Renesas **DA9091**. Zawiera osiem oddzielnych zasilaczy impulsowych do generowania różnych napięć wymaganych przez płytkę, w tym czterofazowy zasilacz, który może zapewnić prąd o natężeniu 20 A do zasilania rdzeni Cortex-A76 i innych obwodów cyfrowych w BCM2712. Jest produktem wspólnych wieloletnich wysiłków z zespołem Renesas. Dodatkowo realizuje dwie bardzo praktyczne funkcje – zegar czasu rzeczywistego (RTC), który może być podtrzymywany przez zewnętrzne ogniwo oraz przycisk zasilania obsługujący zdarzenie twardego i miękkiego wyłączania i włączania zasilania.

Jak to wszystko się zaczęło? Raspberry Pi nie zostało zaprojektowane po to, aby zmienić swoich twórców w miliarderów. Początkowo była to organizacja charytatywna mająca na celu zwiększenie liczby studentów ubiegających się o przyjęcie na studia informatyczne w Cambridge, a jej celem było zapewnienie młodym ludziom programowalnego sprzętu – komputera, dostępnego po przystępnej cenie. Jedną z kluczowych postaci jest Eben Upton, współzałożyciel Raspberry Pi. Prace nad projektem rozpoczęto w 2006 r., a ich efektem był komputerek Raspberry Pi model B udostępniony w 2012 roku. Nie różnił się on zbytnio od komputerów dostępnych obecnie na rynku, ale był 10 razy tańszy. W ciągu pierwszych 6 miesięcy sprzedano ok. 500 000 egzemplarzy.



Jeden z pierwszych prototypów, od których zaczął się projekt Raspberry Pi, zmontowany jeszcze na płytce uniwersalnej, widać na fotografii – jestem pewien, że wielu Czytelników „Elektroniki Praktycznej" ma na swoim koncie podobne konstrukcje.

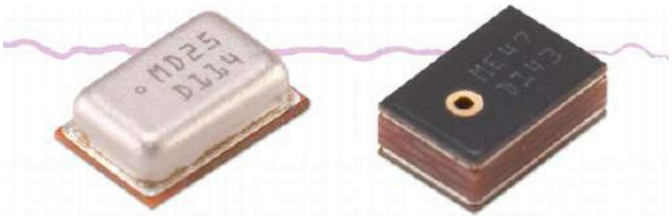
Damian Sosnowski

Źródła:
https://www.raspberrypi.com/news/introducing-raspberry-pi-5/
https://www.cam.ac.uk/stories/raspberrypi

eprasa.pl b722c3c0ae

nowe podzespoły

Z kilkuset nowości wybraliśmy te, których nie wolno przeoczyć. Bieżące nowości można śledzić na www.elektronikaB2B.pl



Mikrofony MEMS o zakresie częstotliwości pracy od 20 Hz do 20 kHz

Oddział produktów audio firmy CUI Devices wprowadza na rynek trzy nowe mikrofony MEMS, wyróżniające się szerokim zakresem częstotliwości pracy od 20 Hz do 20 kHz: CMM-2718AB-38162W-TR, CMM-2718AB-38164W-TR i CMM-2718AT-38164W-TR. Są to mikrofony z portem akustycznym znajdującym się na górnej lub dolnej powierzchni, zamykane w obudowach o wymiarach 2,75×1,85×0,90 mm. Charakteryzują się czułością –38 dB (tolerancja ±1 dB), punktem przesterowania akustycznego (AOP) od 123 lub 128 dB SPL, stosunkiem sygnału do szumu od 62 do 64 dBA i poborem prądu zaledwie 150 µA.

	CMM-2718AB-38162W-TR	CMM-2718AB-38164W-TR	CMM-2718AT-38164W-TR
Lokalizacja portu	spód obudowy		góra obudowy
Czułość	–38 dB		
Zasilanie	1,5...3,6 V/150 µA	1,5...3,6 V/175 µA	
Pasmo	20 Hz...20 kHz		
S/N	62 dBA	64 dBA	
THD	0,1%		
AOP	123 dB SPL	128 dB SPL	
PSRR	70 dB	80 dB	65 dB
Impedancja wyjściowa	200 Ω	170 Ω	
Temperatura pracy	od –20 do +70°C		

Wszystkie trzy warianty mogą być lutowane w procesie przepływowym i charakteryzują się dookólną charakterystyką. Ich ceny hurtowe zaczynają się od 0,86 USD przy zamówieniach 500 sztuk.

www.cuidevices.com

Wodoszczelny czujnik ciśnienia MEMS z 10-letnią gwarancją dostępności



Najnowszy barometryczny czujnik ciśnienia ILPS28QSW firmy STMicroelectronics może znaleźć zastosowanie w gazomierzach, wodomierzach, stacjach monitorowania pogody, klimatyzacji oraz w sprzęcie AGD. Jest czujnikiem dwuzakresowym (260...1260 hPa i 260...4060 hPa) o dokładności 0,5 hPa, zrealizowanym w technologii MEMS i objętym 10-letnią gwarancją dostępności. Może pracować w temperaturze otoczenia od –40 do +105°C. Jest zamykany w szczelnej, cylindrycznej obudowie SMD o stopniu ochrony IP58, odpornej na zanurzenie do ponad 1 m, zgodnie z wymogami norm IEC 60529 i ISO 20653. Wytrzymały żel uszczelniający, sprawdzony w zastosowaniach motoryzacyjnych, chroni wewnętrzne obwody, a pokrywa wykonana z wysokogatunkowej stali chirurgicznej jest uszczelniona o-ringiem i zabezpieczona klejem epoksydowym. Czujnik może wytrzymać nadciśnienie do 10 b.

Mały pobór prądu, wynoszący typowo 1,7 µA, predestynuje ILPS28QSW do zastosowań w aplikacjach energooszczędnych. Układ zawiera zestaw funkcji cyfrowych, upraszczających projektowanie i zarządzanie systemem pomiarowym. Są to m.in. funkcja kompensacji temperatury, pamięć FIFO i cyfrowy interfejs I^2C/MIPI-I^3C, którego częstotliwość pracy może być programowana w zakresie od 1 do 200 Hz.

Ceny hurtowe ILPS28QSW zaczynają się od 3,00 USD przy zamówieniach 1000 sztuk.

www.st.com

1200-woltowy tranzystor CoolSiC MOSFET nowej generacji w obudowie TO263-7



Infineon wprowadza na rynek nową generację 1200-woltowych tranzystorów CoolSiC MOSFET w obudowach TO263-7, zaprojektowanych do zastosowań w motoryzacji. Są to tranzystory o dużej gęstości mocy i małych stratach, mogące znaleźć zastosowanie m.in. w ładowarkach dwukierunkowych i konwerterach DC-DC. W porównaniu z tranzystorami CoolSiC pierwszej generacji wykazują mniejsze o 25% straty przy przełączaniu, co umożliwia pracę z większą częstotliwością taktowania i zwiększa gęstość mocy. Napięcie VGS przekraczające 4 V i bardzo mały stosunek pojemności Crss/Ciss zapewniają niezawodne wyłączanie przy VGS=0 V, bez ryzyka przypadkowego włączenia tranzystora wskutek zadziałania parametrów pasożytniczych. Umożliwia to sterowanie unipolarne, a co za tym idzie, zmniejszenie stopnia skomplikowania systemu i obniżenie kosztu komponentów. Mała rezystancja RDS(on) ogranicza straty konduktancyjne w całym zakresie dopuszczalnej temperatury pracy od –55 do +175°C.

Pierwszym tranzystorem z nowej oferty jest AIMBG120R010M1, charakteryzujący się dopuszczalnym ciągłym prądem drenu 205 A @ 25°C i dopuszczalnym prądem szczytowym 50 A. Jego rezystancja RDS(on) wynosi 8,7 mΩ @ VGS=20 V. Droga upływu, wynosząca min. 5,85 mm, pozwala na zastosowania w aplikacjach 800-woltowych, bez konieczności stosowania powłoki ochronnej.

www.infineon.com

Wyświetlacze do wizualizacji informacji w IoT

Modele z serii WEO012864G od firmy Winstar to graficzne wyświetlacze OLED o przekątnej 2,42 cala i rozdzielczości 128×64 pikseli bazujące na strukturze COG. Komunikują się za pomocą

eprasa.pl b722c3c0ae



interfejsów 6800, 8080, SPI oraz I²C. Te niezwykle cienkie wyświetlacze charakteryzują się małym zużyciem energii, co sprawia, że nadają się idealnie do urządzeń przenośnych, mierników, inteligentnych sieci urządzeń, IoT, itp.

Wśród wersji tego wyświetlacza znaleźć można również WEO012864GLPP3D00000, który wyposażony jest w wysokiej jakości pojemnościowy moduł dotykowy, dzięki czemu może być bardzo wygodnym rozwiązaniem do sterowania urządzaniami Internetu Rzeczy.

Jednobarwne wyświetlacze OLED-owe zapewniają doskonałą czytelność prezentowanych treści (zarówno w świetle, jak i w mroku, bez względu na kierunek obserwacji) w skrajnych temperaturach (ich zakres pracy określany jest nawet w przedziale od –40 do 80°C). Modele z serii WEO012864G od Winstara – to 2,42-calowe OLED-y dostępne w czterech wariantach kolorystycznych: białym, żółtym, niebieskim i zielonym.

parametr	Seria WEO012864G
przekątna	2,42"
rodzaj	OLED
rozdzielczość	128×64 px
obszar aktywny	55,01×27,49 mm
jasność	90 cd/m²
kontrast	2000:1
kąty obserwacji	89/89/89/89°
interfejs	6800, 8080, SPI, I²C
wymiary modułu	60,5×37×2,15 mm
podświetlenie	PMOLED
zakres temperatur pracy	–20...70°C
producent	Winstar

www.unisystem.pl

Przekaźniki elektromechaniczne do routingu sygnałów dużej mocy w paśmie do 18 GHz



Firma Pasternack, specjalizująca się w produkcji komponentów do aplikacji w.cz. i mikrofalowych, opracowała nową serię przekaźników elektromechanicznych SPDT do routingu sygnałów dużej mocy z szerokiego zakresu częstotliwości do 18 GHz. Są one produkowane w szczelnych obudowach o stopniu ochrony IP64. Spełniają wymogi norm militarnych MIL-STD-202 w zakresie odporności na udary i wibracje, a ich zakres dopuszczalnej temperatury pracy rozciąga się od –54 do +85°C.

	PE71S6517	PE71S6518	PE71S6519	PE71S6520
pasmo	DC...18 GHz		DC...12 GHz	
VSWR	typ. 1,2:1, maks. 1,4:1			
straty wtrącone	typ. 0,25 dB		typ. 0,2 dB	
izolacja	>85 dB		>90 dB	
żywotność	>2 milionów cykli		>1 miliona cykli	
zasilanie	12 V_{DC}	28 V_{DC}	12 V_{DC}	28 V_{DC}
moc wejściowa	do 90 W		do 600 W	
złącze sygnałowe	SMA		N	

Przekaźniki PE71S651x mogą znaleźć zastosowanie w lotnictwie, aparaturze pomiarowej, wojskowych i cywilnych systemach komunikacyjnych, telewizji satelitarnej oraz w działach badawczo-rozwojowych. Wykazują bardzo małe straty wtrącone, już od 0,15 dB oraz zapewniają izolację do co najmniej 85 dB. Umożliwiają przełączanie sygnałów o mocy ciągłej nawet do 600 W. Występują w wersjach ze złączami sygnałowymi typu SMA i N.

www.pasternack.com

Cezowy zegar atomowy o współczynniku holdover równym 100 ns

Od telefonii komórkowej i bankowości, po zastosowania militarne, precyzyjne systemy synchronizacji czasu mają kluczowe znaczenie dla ochrony i przetwarzania danych. Wiele aplikacji opiera się na globalnych systemach nawigacji satelitarnej (GNSS), stanowiących precyzyjny wzorzec czasu, które są jednak podatne na zagłuszanie i fałszowanie. Aby zapewnić precyzyjny, długoterminowy pomiar czasu

REKLAMA

HAMMOND®

1557 - Obudowy poliwęglanu IP68

Dowiedz się więcej:
https://www.hammfg.com/1557

eusales@hammfg.com • + 44 1256 812812



eprasa.pl b722c3c0ae



w przypadku problemów z sygnałem GNSS, firma Microchip opracowała nowy cezowy zegar atomowy, oznaczony symbolem 5071B. Jest to komercyjny zegar cezowy nowej generacji, stanowiący zmodernizowaną wersję wcześniejszego modelu 5071A, produkowany w 19-calowej obudowie o wysokości 3U do montażu w szafie przemysłowej.

Model 5071B bazujący na nowych komponentach, zgodnych z wymogami dyrektywy RoHS. Jest w stanie zapewnić współczynnik holdover na poziomie 100 ns przez ponad dwa miesiące, umożliwiając np. zachowanie pełnej sprawności sieci 5G przez wiele miesięcy bez potrzeby korzystania z GNSS. Wykazuje bezwzględną dokładność częstotliwości na poziomie 5E-13 we wszystkich określonych warunkach środowiskowych przez cały okres eksploatacji. Jest obsługiwany przez oprogramowanie Clockstudio do sterowania i monitorowania danych.

www.microchip.com

2-kanałowe izolatory cyfrowe o szybkości transmisji do 40 Mbps i współczynniku CMTI 100 kV/µs



Izolatory cyfrowe są chętnie stosowane przez projektantów ze względu na wiele korzyści, jakie oferują. Należą do nich: niewiele elementów współpracujących, małe wymiary obudów oraz bardzo dobre parametry czasowe przy małym poborze mocy. Elementy te zapewniają ponadto dużą odporność na przepięcia sumacyjne (CMTI) i bardzo dobrą izolację.

Firma Infineon wprowadza na rynek pierwszą generację 2-kanałowych izolatorów cyfrowych ISOFACE (ozn. 2DIBx4xxF), kompatybilnych pod względem rozkładu wyprowadzeń z układami innych producentów. Są one zamykane w obudowach DSO-8. Bazują na opatentowanej przez Infineon technologii izolacyjnej CT (coreless transformer). Zapewniają szybkość transmisji do 40 Mbps w szerokim zakresie temperatury pracy. O ich odporności na przepięcia świadczy współczynnik CMTI równy 100 kV/Sµs, zapewniający niezawodną transmisję danych w silnie zaszumionych środowiskach. Izolacja wynosi 3000 Vrms zgodnie z wymogami norm UL-1577 i IEC 60747-17 (VDE 0884-17). W zakresie bezpieczeństwa użytkowania nowe izolatory serii 2DIBx4xxF spełniają wymogi normy IEC 62368-1. Pozostałe parametry (model 2DIB0410F):

- napięcie robocze: 2,7...6,5 V,
- pobór prądu: 3,3 mA @ 1 Mbps (3,3 V, 15 pF),
- czas propagacji: typ. 26 ns,
- różnica czasu propagacji między kanałami: 3 ns,
- różnica czasu propagacji między układami: 6 ns,
- zniekształcenia szerokości impulsu: 3 ns,
- zakres temperatury pracy: od –40 do +125°C.

www.infineon.com



Wysokoprądowe, ekranowane cewki z kwalifikacją AEC-Q200

Firma Bourns powiększa ofertę podzespołów pasywnych z kwalifikacją AEC-Q200 o cztery serie wysokoprądowych cewek indukcyjnych, zamykanych w ekranowanych obudowach z rdzeniami ze sproszkowanego metalu. Charakteryzują się one dużym prądem nasycenia, szerokimi wyprowadzeniami, zapewniającymi dużą wytrzymałość mechaniczną, szerokim zakresem temperatury pracy od –55 do +165°C oraz dużą odpornością na wibracje (typ. 15 g, maks. 30 g). Ich zaletą jest też mały przydźwięk akustyczny.

	Wymiary	Indukcyjność	Prąd znamionowy	Prąd nasycenia
SRP1050WA	11×10×5,1 mm	1,0...100 µH	2,7...30 A	4...37 A
SRP5030WA	5,5×5,2×2,8 mm	0,68...22 µH	2,2...12 A	2...11,7 A
SRP6030WA	7,1×6,6×2,8 mm	0,47...22 µH	2,9...19 A	3...19 A
SRP7050WA	7,9×7,3×5,2 mm	1,0...100 µH	2,2...20 A	2...23 A

Cewki serii SRP1050WA, SRP5030WA, SRP6030WA i SRP7050WA są zamykane w obudowach SMD o wymiarach od 5,5×5,5×2,8 mm do 11×10×5,1 mm. Ich zakres indukcyjności wynosi od 1,0 do 100 µH, a zakres prądów znamionowych od 2,2 do 30 A.

www.bourns.com

Niskoszumowy wzmacniacz do aplikacji GNSS z możliwością dostrojenia do pasm L1 i L2/5/6

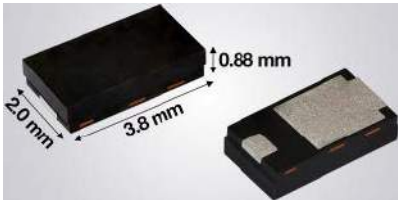


NJG1187AKGC-A to niskoszumowy wzmacniacz do aplikacji GNSS. Może być dostrajany do pasma L1 (1,5 GHz) lub L2/5/6 (1,1...1,2 GHz) poprzez zmianę wartości zewnętrznych komponentów. Został przystosowany do pracy w szerokim zakresie temperatury otoczenia od –40 do +105°C, co pozwala na zastosowania w sektorze motoryzacyjnym. Zawiera wbudowane zabezpieczenie przed wyładowaniami ESD. Obudowa ESON6-GC (1,6×1,6×0,78 mm) z wyprowadzeniami wettable flank ułatwia prowadzenie automatycznej inspekcji optycznej podczas montażu.

NJG1187AKGC-A zapewnia wzmocnienie wynoszące typowo 34 dB w paśmie L1, 37 dB w paśmie L2/5 i 36 dB w paśmie L6. Jego współczynnik szumów to 0,6 dB dla pasma L1 oraz 0,65 dB dla pozostałych. Układ pracuje z napięciem zasilania od 1,5 do 3,7 V, pobierając typowo 8 mA prądu przy VDD=3,3 V.

www.nisshinbo-microdevices.co.jp

Ultraszybkie diody prostownicze 200 V/5 A w obudowach SMD o powierzchni 3,8×2,0 mm



Do oferty firmy Vishay wchodzą cztery nowe serie ultraszybkich diod prostowniczych FRED Pt o napięciu znamionowym 200 V i prądzie przewodzenia do 5 A, zamykanych w obudowach DFN3820 A o powierzchni 3,8×2,0 mm i grubości 0,88 mm. Są one dostępne również w wersjach z kwalifikacją AEC-Q101, przeznaczonych do zastosowań w motoryzacji. Oferta obejmuje warianty VS-1EAH02xM3, VS-2EAH02xM3, VS-3EAH02xM3 i VS-5EAH02xM3 o prądzie znamionowym odpowiednio 1, 2,

eprasa.pl b722c3c0ae

	I_F(AV)	V_R	I_{FSM}	V_F @ I_F, T_J			T_J maks.	Obudowa	AEC-Q101
				V_F	I_F	T_J			
VS-1EAH02-M3	1 A	200 V	32 A	0,72	1 A	150°C	175°C	DFN3820A	nie
VS-1EAH02HM3			32 A	0,72	1 A				tak
VS-2EAH02-M3	2 A		54 A	0,71	2 A				nie
VS-2EAH02HM3			54 A	0,71	2 A				tak
VS-3EAH02-M3	3 A		61 A	0,73	3 A				nie
VS-3EAH02HM3			61 A	0,73	3 A				tak
VS-5EAH02-M3	5 A		102 A	0,72	5 A				nie
VS-5EAH02HM3			102 A	0,72	5 A				tak

3 i 5 A. Charakteryzują się one prądem wstecznym od 0,1 µA, napięciem przewodzenia już od 0,71 V i szerokim zakresem temperatury pracy od –55 do +175°C.

W porównaniu z diodami wcześniejszych serii, zamykanymi w obudowach SMP (DO-220AA) o tej samej powierzchni, nowe diody VS-xEAH02xM3 charakteryzują się mniejszą o 12% grubością przy dwukrotnie większym prądzie znamionowym. Ponadto są mniejsze od diod o zbliżonym prądzie znamionowym, produkowanych w obudowach SMB (DO-214AA), SMC (DO-214AB), SlimSMA (DO-221AC), SlimSMAW (DO-221AD) i (TO-2778 A).

www.vishay.com

3. generacja diod LED OSLON Compact PL do zastosowań w motoryzacji

Ams OSRAM prezentuje trzecią generację popularnych diod LED OSLON Compact PL do zastosowań w motoryzacji, charakteryzujących się większą o 8% jasnością niż w przypadku poprzednich wersji. Są to małogabarytowe diody, zamykane w wytrzymałych obudowach ceramicznych, mogące znaleźć zastosowanie w przednich zespołach oświetleniowych (światła do jazdy dziennej, mijania i drogowe) we



wszystkich segmentach rynku motoryzacyjnego, od aut niskobudżetowych po klasę premium.

Diody OSLON Compact PL nowej generacji oparto na zaawansowanym chipie UX.3 produkcji ams OSRAM. Uzyskały one certyfikat odporności na korozję do klasy 3 A. Są przystosowane do pracy w temperaturze otoczenia od –40 do +135°C i zapewniają odporność na wyładowania ESD do 8 kV (HBM). Wariant jednochipowy generuje strumień optyczny wynoszący typowo 440 lm, w porównaniu z 405 lm w diodach 2. generacji. Komponenty te są również dostępne w wersjach 2-, 3- i 4-chipowych. Obecnie ich oferta obejmuje następujące modele:

- KW CWLPM3.TK (jednochipowy, 455 lm @ 1 A),
- KW CELNM3.TK (jednochipowy, 440 lm @ 1 A),
- KW CWLNM3.TK (jednochipowy, 440 lm @ 1 A),
- KW2 CFLNM3.TK (dwuchipowy, 880 lm @ 1 A),
- KW3 CGLNM3.TK (trzychipowy, 1320 lm @ 1 A),
- KW4 CHLNM3.TK (czterochipowy, 1760 lm @ 1 A).

www.ams-osram.com

REKLAMA

VAC® VACUUMSCHMELZE
FERROXCUBE



VACUUMSCHMELZE

Rdzenie i dławiki na bazie materiału amorficznego VITROVAC® i nanokrystalicznego VITROPERM®, do filtracji i tłumienia zakłóceń

Komponenty do przetwarzania energii elektrycznej - rdzenie toroidalne, cewki i transformatory na bazie materiału nanokrystalicznego VITROPERM®

FERROXCUBE

Rdzenie ferrytowe i proszkowe oraz elementy przeciwzakłóceniowe:
- koraliki, pręty, toroidy, ferryty na przewód
- dławiki ferrytowe THT i SMT

Rdzenie ferrytowe i proszkowe do aplikacji przetwarzania energii:
- rdzenie typu E, ETD, EFD, EC
- rdzenie kubkowe, RM i toroidalne

® registered trademark of VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG

presto CONTRANS TI

www.contrans.pl wejdź i kup on-line

CONTRANS TI Sp. z o.o. ul. Polanowicka 66, 51-180 Wrocław
contrans@contrans.pl +48 71 325 26 21...24 FAX +48 71 325 44 39

CONTRANS TI

eprasa.pl b722c3c0ae



Precyzyjne, dwukierunkowe czujniki prądu do pracy w konfiguracji High-Side i Low-Side

Rodzina czujników prądowych ZXCT199Q, zgodnych z wymogami motoryzacyjnymi, obejmuje jednostopniowe wzmacniacze pomiarowe, zaprojektowane do dokładnego pomiaru małych napięć różnicowych w szerokim zakresie napięcia sumacyjnego. Ich zakres zastosowań obejmuje głównie pomiar natężenia prądu wyjściowego w układach napędowych i ładowania.

Układy te charakteryzują się małym napięciem offsetu i architekturą zero-drift, umożliwiając pomiar natężenia prądu przy bardzo małym spadku napięcia na rezystorze bocznikowym, już od 10 mV (FS). Pozwala to na stosowanie rezystorów o bardzo małych wartościach do pomiaru prądu o dużym natężeniu. Dostępne są warianty o trzech ustalonych fabrycznie wzmocnieniach, wynoszących 50, 100 i 200 V/V. Ich zakres napięcia sumacyjnego wynosi –0,1...26 V (niezależnie od wartości napięcia zasilającego), napięcie offsetu od 80 µV, a błąd wzmocnienia od 0,8%.

Czujniki serii ZXCT199Q mogą być zasilane napięciem z zakresu 2,7...26 V i pobierają maksymalnie 100 µA prądu. Są przystosowane do pracy w temperaturze otoczenia od –40 do +125°C. Zawierają zabezpieczenie ESD do 5 kV HBM.

www.diodes.com



Czujnik wilgotności odporny na lotne związki organiczne

Podczas pomiaru wilgotności w środowiskach narażonych na lotne związki organiczne występuje dryft, który z czasem powoduje błędne wyniki pomiarów. Wymaga to demontażu i regeneracji czujnika poprzez jego ogrzewanie, co jednak wiąże się z dużymi kosztami eksploatacji. Firma IST AG opracowała wielofunkcyjny, cyfrowy moduł wilgotności i temperatury HYT 223 ze zintegrowaną mikrogrzałką, który dzięki zautomatyzowanej procedurze regeneracyjnej może zapewnić dużą dokładność pomiaru przez długi czas eksploatacji.

Czujnik jest regenerowany poprzez jego wystawienie na działanie temperatury >120° bezpośrednio w aplikacji, dlatego też procedura ta może być szybka i można ją dostosować do warunków operacyjnych. Ochronna membrana PTFE bezpośrednio na module RH/T chroni czujnik przed cząsteczkami i dodatkowo poprawia jego stabilność długoterminową. Podobnie jak wszystkie pozostałe czujniki rodziny produktów HYT, również model HYT 223 jest odporny na kondensację wody. Może on znaleźć zastosowanie m.in. w przemysłowych procesach suszenia, systemach monitorowania środowiska i aparaturze medycznej.

Pozostałe parametry:

- zakres temperatury pracy: –20...+120°C/0...100%RH,
- rozdzielczość: 0,03%RH / 0,015°C,
- histereza: <1%RH,
- błąd nieliniowości: <1%RH,
- błąd temperaturowy: 0,05% RH/K (0...+60°C),
- interfejs: I²C, – grzałka: Pt50 (7...9 V, <720 mW),
- czas odpowiedzi (t63): <10 s.

www.ist-ag.com

Barometryczne czujniki ciśnienia do zastosowań w motoryzacji



Infineon Technologies wprowadza do oferty dwa barometryczne czujniki ciśnienia do zastosowań w motoryzacji: KP464 do układu sterowaniem silnikiem i KP466 do funkcji poprawy komfortu foteli. KP464 mierzy ciśnienie atmosferyczne, które zależy od wysokości i warunków pogodowych. System zarządzania silnikiem zawiera dane z czujnika do obliczenia gęstości powietrza i dostarczenia optymalnej mieszanki paliwowo-powietrznej, zmniejszającej zużycie energii i redukującej emisję zanieczyszczeń.

KP466 to czujnik umożliwiający producentom foteli realizację pneumatycznych systemów regulacji z wieloma dodatkowymi funkcjami. Na przykład funkcja multi-contour seat umożliwia dostosowanie kształtu fotela do indywidualnych potrzeb. Komory powietrzne, zintegrowane w podparciu lędźwiowym i poduszce, umożliwiają dopasowanie kształtu fotela do ciała. Funkcje masażu dodatkowo zwiększają komfort pasażerów podczas długich podróży, naprzemiennie napełniając i wypuszczając powietrze z komór. Funkcja dynamiki jazdy automatycznie dostosowuje boczne podparcia foteli do aktualnej sytuacji na drodze, zapewniając pasażerom optymalną stabilność, również podczas pokonywania zakrętów.

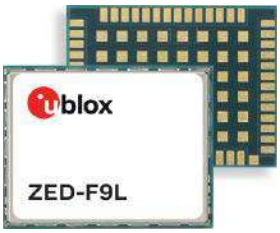
KP464 i KP466 to czujniki pojemnościowe z kwalifikacją AEC-Q103-002, produkowane w miniaturowych obudowach DFN o wymiarach 5,1×4,5×1,75 mm z 5 otworami. Różnią się zakresem pomiarowym, wynoszącym odpowiednio 40...115 kPa i 60...165 kPa. Przetwarzają ciśnienie z 10-, 12- lub 14-bitową rozdzielczością i przesyłają dane przez interfejs SPI. Mogą być łączone w konfiguracji daisy chain, co umożliwia współpracę z mikrokontrolerem przy użyciu minimalnej liczby wyprowadzeń.

Poza pomiarem ciśnienia, KP464 i KP466 mierzą również temperaturę otoczenia. Oferują tryb power-down, pozwalający zmniejszyć pobór mocy w stanie nieaktywnym. Ponadto zostały wyposażone w obwody diagnostyczne, pozwalające na testowanie zarówno wewnętrznych sensorów, jak i ścieżki sygnałowej. Diagnostyka jest przeprowadzana automatycznie podczas włączania zasilania i wybudzania czujnika z trybu power-down, jak również może być uruchamiana poleceniem SPI.

www.infineon.com

eprasa.pl b722c3c0ae

Odbiornik GNSS L1/L5 o dopuszczalnej temperaturze pracy +105°C



U-blox powiększa ofertę odbiorników GNSS o nowy model ZED-F9L na pasmo L1/L5, mogący pracować w temperaturze otoczenia od –40 do +105°C. Jest to odbiornik z kwalifikacją AEC-Q104, zaprojektowany z myślą o zastosowaniach w elektronice samochodowej. Zawiera 6-osiowy moduł IMU, wspomagający wyznaczanie pozycji przy chwilowej utracie sygnału GNSS. Wbudowane algorytmy lokalizacji zawierają w tym celu informacje z modułu IMU oraz analizują obrót kół i dynamikę pojazdu z częstotliwością 50 Hz przy bardzo małych opóźnieniach.

ZED-F9L oracuje z napięciem zasilania z zakresu 2,7...3,6 V, pobierając 85 mA prądu. Zawiera interfejsy 2×UART, USB, I²C i SPI. Jest zamykany w obudowie LGA o wymiarach 22×17×2,4 mm.

Pozostałe dane techniczne:

- odbiornik: 184-kanałowy (GPS L1/L5, Galileo E1/E5a, GLONASS L1, BeiDou B1I/B2a, QZSS L1/L5, SBAS L1),
- architektura wewnętrzna: TCXO, RTC, pamięć flash, akcelerometr 3D, żyroskop 3D, diplekser, filtry SAW,
- dokładność pozycjonowania: <1 m (68%),
- czas startu: zimny start 24 s, reakwizycja 2 s,
- czułość: zimny start –147 dBm, reakwizycja –160 dBm.

www.u-blox.com

Mikrofon MEMS z kwalifikacją AEC-Q103-003 do samochodowych systemów ANC



Aktywna redukcja szumu (ANC) zapewnia wyciszenie wnętrza pojazdu i zwiększa komfort podróżowania. Ponadto zastosowanie zaawansowanych systemów ANC zamiast pasywnych metod tłumienia znacznie zmniejsza masę pojazdu, co korzystnie wpływa na jego osiągi. Firma Infineon rozszerza ofertę systemów ANC z interfejsem analogowym o nowy mikrofon XENSIV IM68A130 A zrealizowany w technologii MEMS, charakteryzujący się płaską charakterystyką częstotliwościową już od około 10 Hz. Bazuje on na wcześniejszym modelu IM67D130 A. Poza płaską charakterystyką częstotliwościową do jego zalet należy stabilna odpowiedź fazowa, duży stosunek sygnału do szumu, równy 68 dB (A) i punkt przesterowania akustycznego AOP na poziomie 130 dB SPL. Zapewnia to doskonałą jakość mowy w mikrofonach ogólnego przeznaczenia w każdym systemie audio. IM68A130 A może być też stosowany do kształtowania wiązki oraz w systemach ANC, gdzie mikrofony odpowiednio rozmieszczone w kabinie lub na zewnątrz pojazdu są używane do generowania przez głośniki odwróconej w fazie fali dźwiękowej, zmniejszającej natężenie hałasu w kabinie.

IM67D130 A uzyskał kwalifikację samochodową AEC-Q103-003. Może pracować w zakresie temperatury otoczenia od –40 do +105°C. Jest zamykany w obudowie PG-TLGA-4-2 o wymiarach 3,35×2,50×0,98 mm.

Pozostałe parametry:

- THD @ 1%: 116 dB SPL,
- czułość @ 1 kHz, 94 dBSPL (dBV): –38 ±1 dB,
- LFRO: <10 Hz,
- napięcie zasilania: 2,4...3,6 V,
- pobór prądu: 110 µA,
- interfejs: analogowy asymetryczny.

www.infineon.com

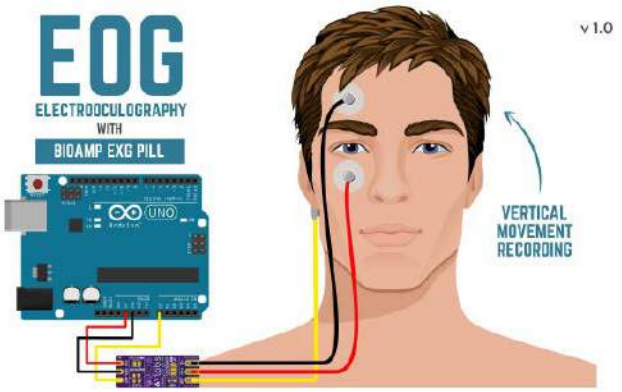
REKLAMA



eprasa.pl b722c3c0ae

dodaj do obserwowanych

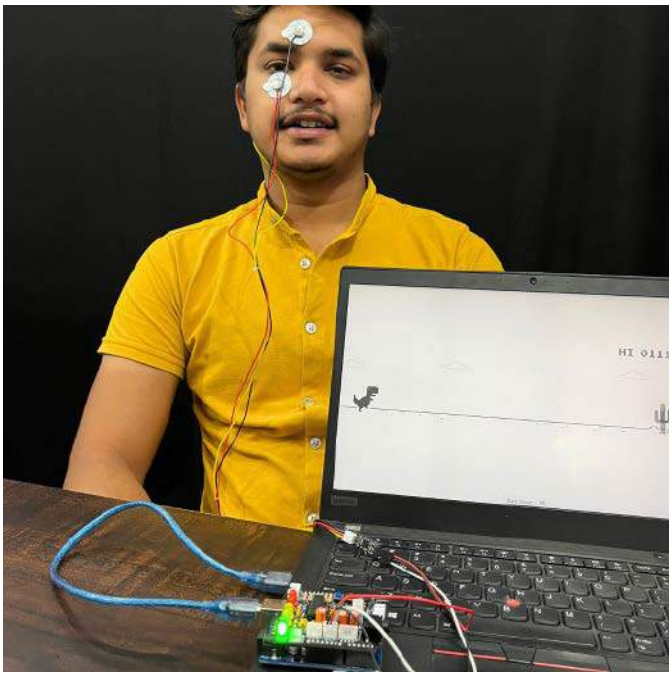
Przedstawiamy redakcyjny wybór najciekawszych projektów spośród ostatnio anonsowanych w internecie. Są to projekty na różnych etapach realizacji. Warto się zapoznać z projektami zakończonymi i śledzić realizację projektów niegotowych, by czerpać z nich inspirację do własnych prac.



Elektrookulograficzny kontroler dinozaura

Nasze oko jest dipolem, którego rogówka (zewnętrzna) jest biegunem dodatnim, a siatkówka (wewnętrzna) ujemnym. Za każdym razem, gdy mrugamy okiem, następuje przesunięcie dipolu i generowany jest niewielki potencjał, który można nieinwazyjnie zarejestrować na powierzchni skóry w pobliżu oka. Ten sygnał biopotencjału nazywa się elektrookulografią (EOG).

To imponujące, że mimowolnie mrugamy oczami 7 milionów razy w roku, czyli mniej więcej raz na 3 sekundy. Za każdym razem, gdy mrugamy, można uchwycić niewielką różnicę potencjałów (EOG) za pomocą wzmacniacza biopotencjału, takiego jak BioAmp EXG Pill. Mruganie oczami jest w większości łatwe i można je wykryć za pomocą danych sygnału EOG i zaawansowanych algorytmów wykrywania wartości szczytowych. Wykryte mrugnięcia oka można następnie użyć do sterowania interfejsem człowiek-komputer. Używając tego samego, możesz z łatwością grać w gry takie jak Dino i Flappy Bird.



BioAmp EXG Pill zapewnia możliwość rejestrowania wysokiej jakości sygnałów pochodzących z biopotencjałów, w tym EOG, co stanowi podstawę do stworzenia interfejsu człowiek-komputer (HCI). Oprócz gier, urządzenie może znaleźć zastosowanie w tworzeniu innowacyjnych rozwiązań technologicznych, gdzie interpretacja sygnałów z ciała umożliwia osiągnięcie celów w rzeczywistym świecie za pomocą nietypowych metod

W ramach tego projektu opracowano prostą konfigurację kontrolera gier korzystającego z EOG. W konstrukcji użyto także Muscle BioAmp Shield, aby dodać przycisk użytkownika i wskaźnik LED, co ułatwiło użytkowanie urządzenia. Sygnał EOG rejestrowany jest za każdym mrugnięciem w okolicy oka dzięki BioAmp EXG Pill i Arduino UNO. Wykryte mrugnięcia są przetwarzane na sygnały cyfrowe, które służą jako dane dla kontrolera gier. Rejestrowane dane mrugnięć są następnie wysyłane do komputera jako dane szeregowe. Po odebraniu danych na laptopie, skrypt napisany w Pythonie odczytuje dane szeregowe i symuluje naciśnięcie klawisza spacji, umożliwiając sterowanie grą, taką jak Dinozaur w przeglądarce, za pomocą mrugnięć oka.

Wrażliwość kontrolera jest imponująca, co pozwala na precyzyjne kierowanie grą jedynie przez mrugnięcie oka, bez potrzeby dodatkowego naciskania przycisków. Technologia ta może zostać dostosowana do np. tworzenia dekodera kodu Morse'a, zapewniając niezawodne i wygodne komunikowanie się osób z ograniczeniami ruchowymi itp. Projekt ten stanowi krok naprzód w tworzeniu technologii wspomagających, które mogą zrewolucjonizować sposób, w jaki osoby z ograniczeniami wzroku kontrolują urządzenia elektroniczne oraz komunikują się z otoczeniem.

https://hackaday.io/project/191256-eog-dino-game-controller

Myszka-joystick na bazie Arduino



Zaprezentowany projekt to kieszonkowa myszka w formie joysticka, który jest kontrolowany za pomocą prostego modułu Arduino. Układ podłącza się do komputera za pomocą USB. Urządzenie jest przeznaczone do kontrolowania komputera itp. przez osoby np. niepełnosprawne, dla których użycie klasycznych manipulatorów jest problematyczne.

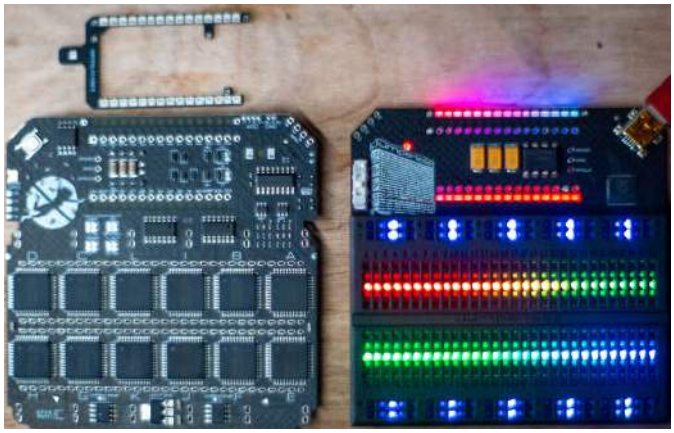
Jak wskazuje sam autor, tego rodzaju konstrukcje były już publikowane w sieci. To, co odróżnia jego rozwiązanie, to obecność obudowy, przygotowanej do druku 3D oraz przycisk do emulacji prawego przycisku myszy.

https://hackaday.io/project/191250-arduino-joystick-mouse

eprasa.pl b722c3c0ae







Automatyczna butelka do wody dla osób niepełnosprawnych

Automatyczna butelka do wody to innowacyjne urządzenie wspomagające, zaprojektowane z myślą o osobach z niepełnosprawnościami, które mają trudności w samodzielnym nawadnianiu. Za pomocą przełącznika użytkownik może kontrolować działanie zanurzonej w butelce pompy wodnej, umożliwiając płynne nawadnianie bez pomocy opiekunów. Ten prosty, ale skuteczny mechanizm nie tylko promuje regularne picie wody, kluczowe dla zdrowia, ale także buduje pewność siebie oraz poczucie własnej skuteczności. Ponadto urządzenie może służyć jako narzędzie terapeutyczne, wspierając ćwiczenia zdolności motorycznych.

Projekt ten zdobywa uznanie za jego znaczący wpływ na niezależność użytkowników, zwłaszcza osób z niepełnosprawnościami. Dzięki prostemu przyciskowi i pompie zanurzeniowej użytkownik może nawadniać się samodzielnie, co przekłada się na większą autonomię i poprawę jakości życia. Ta wszechstronna innowacja ma potencjał do inspiracji dla społeczności hobbystów, którzy mogą dalej ulepszać i rozbudowywać tę konstrukcję.

Istnieją jednak kwestie związane z bezpieczeństwem, które należy wziąć pod uwagę przy korzystaniu z tej butelki. Najważniejszym zagrożeniem jest ryzyko zachłyśnięcia, które może wynikać z niewłaściwego połykania wody. Aby uniknąć tego zagrożenia, użytkownicy powinni poddać się ocenie połykania przeprowadzonej przez specjalistę medycznego przed korzystaniem z urządzenia. Taka ocena potwierdzi, czy korzystanie z butelki jest bezpieczne dla danej osoby. Aby uniknąć potencjalnych powikłań związanych z zachłyśnięciem, należy zachować wszelkie środki ostrożności.

Podsumowując – automatyczna butelka do wody to przełomowe rozwiązanie dla osób z niepełnosprawnościami, które pozwala im cieszyć się niezależnym nawadnianiem. To narzędzie stawia na pierwszym miejscu bezpieczeństwo i jakość życia użytkowników, jednocześnie inspirując dalsze innowacje w dziedzinie technologii wspomagających. Dzięki takim projektom technologia staje się dostępna dla wszystkich, przyczyniając się do tworzenia bardziej włączającego i zrównoważonego społeczeństwa.

https://hackaday.io/project/191241-automatic-water-bottle

Bezzworkowa płytka stykowa

Zaprezentowany moduł to innowacyjne urządzenie do tworzenia realnych, w pełni analogowych połączeń sprzętowych między dowolnymi punktami na płytce stykowej lub pomiędzy modułami Arduino Nano za pomocą interfejsu szeregowego, zamiast konieczności korzystania z przewodów.

Moduł jest wyposażony w zaawansowany system czujników napięcia/prądu, dzięki czemu podświetlane diody RGB pod każdym rzędem mogą wyświetlać wiele informacji o działaniu obwodu. Zawiera 2 buforowane przetworniki cyfrowo-analogowe (DAC, 0...5 V i ±8 V), 4 buforowane przetworniki analogowo-cyfrowe (ADC) o rozdzielczości 12-bitów (3×0...5 V i 1×±8 V), 2 układy INA219 do pomiaru prądu/napięcia i 5 GPIO, które można przekierować do dowolnego miejsca na płycie prototypowej lub płytki Nano.

Urządzenie może być używane do analizy wyprowadzeń nieznanego układu scalonego, do automatyzacji testów lub do odczytywania/zapisywania pamięci EEPROM. Może także pomóc w przekształcaniu schematu w rzeczywisty obwód lub może być używane w dowolny inny sposób zgodnie z potrzebami użytkownika.

Połączenia w module są realne i w pełni analogowe (od –8 V do +8 V), z możliwością działania w zakresie do około 1 MHz bez degradacji jakości sygnału. Nie ma tutaj żadnych sztuczek związanych z mierzeniem i symulacją, choć istnieje możliwość korzystania z symulacji, jeśli ktoś chciałby symulować elementy typu memristor lub przesyłać informacje o połączeniach przez Internet.

Obecnie najlepszym sposobem na dokonywanie połączeń jest korzystanie z platformy Wokwi i jednoczesne uruchamianie aplikacji Wokwi Bridge z użyciem skryptu Pythona na komputerze. Skrypt automatycznie przenosi wszelkie zmiany dokonane w projekcie Wokwi i przesyła je do modułu „Jumperless". Urządzenie przekazuje również wszystkie komunikacje szeregowe do i od niego, dzięki czemu użytkownik może jednocześnie korzystać z menu tekstowego do takich czynności jak uruchamianie generatorów fal, pomiar napięcia/prądu i odczytywanie debug output.

Wkrótce pojawić ma się również biblioteka Arduino, za pomocą której będzie można tworzyć połączenia i mierzyć parametry z użyciem API, które będzie wyglądać mniej więcej tak: *jumperless.connect(rząd1, rząd2);* lub *jumperless.measureVoltage(rząd);*. Można uruchomić je na Arduino Nano (wysyłając polecenia przez UART do RP2040) lub bezpośrednio na Jumperless. Dzięki temu użytkownicy będą

REKLAMA

ZAJRZYJ NA TE STRONY

RACK i Eurocarta 19" Wyposażenie szaf 19"
www.obudowa.pl
Producent obudów dla elektroniki tel. 032-230-2301

www.piekarz.pl
części elektroniczne
sprzedaz@piekarz.pl tel. 22 599 49 70

GAMMA
info@gamma.pl
www.gamma.pl
PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE

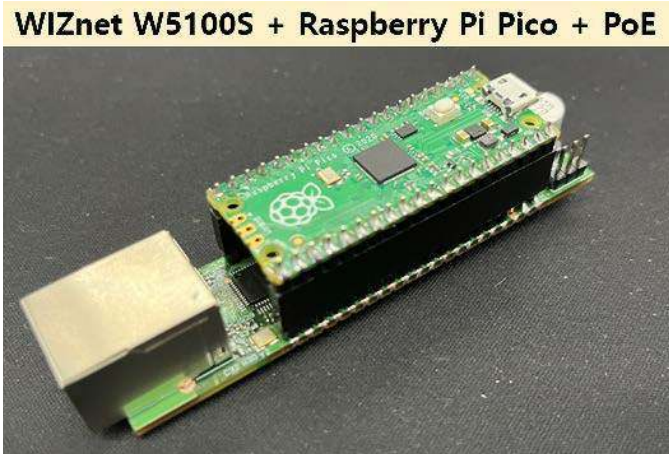
eprasa.pl b722c3c0ae

mogli tworzyć nowe, niezwykłe zastosowania, których autor opisu nawet nie przewidział i które byłyby niemożliwe do zrealizowania na zwykłej płycie prototypowej.

Wkrótce zostanie także udostępniony moduł dla Pythona, który będzie realizował te same funkcje. Można go będzie uruchomić zarówno w interpreterze MicroPython na urządzeniu, jak i na komputerze.

Urządzenie Jumperless jest kontrolowane przez układ RP2040 i można je programować dokładnie tak, jak Raspberry Pi Pico. Autor projektu ciągle pracuje nad oprogramowaniem, więc będzie ono regularnie aktualizowane. Na platformie GitHub już dostępne są prekompilowane pliki UF2.

https://hackaday.io/project/191238-jumperless



Moduł ze wsparciem dla WIZnet na Raspberry Pi Pico, z zasilaniem PoE

WIZnet W5100S + Raspberry Pi Pico + PoE – to przepis na moduł, który opracowany został w ramach opisywanego projektu. Autor chce zaprezentować go ze względu na jego wszechstronne zastosowania. Kluczowym elementem systemu jest PoE (*Power over Ethernet*), które pozwala na zasilanie systemu przez kabel Ethernet.

Opis projektu pokazuje historię rozwoju tej płytki. Po realizacji projektu autor z powodzeniem zastosował ten moduł w różnych innych projektach, stwierdzając, że okazał się bardziej użyteczny i wydajny, niż oczekiwał. W związku z tym przedstawia teraz tę płytkę ponownie, by podzielić się jej zaletami.

Na załączonych do projektu schematach zaprezentowano, w jaki sposób moduł Raspberry Pi Pico połączony został z układem ethernetowym WIZnet oraz transformatorem PoE, który umieszczony jest z przodu modułu. Z tyłu znajdują się wszystkie niezbędne elementy przełączające.

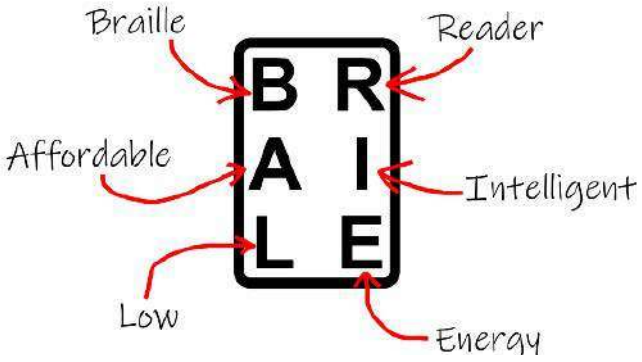
Razem z płytką Pico prezentuje się to bardzo kompaktowo, dodatkowe złącza wyprowadzają zasilanie +5 V i +3,3 V. Płyta ta pozwala na zastosowanie różnych aplikacji o łącznej mocy do 8 W. Specyfikacja płyty obejmuje różne tryby PoE, takie jak 8 W, Mode A, Mode B oraz aktywne PoE. Płytka Raspberry Pi Pico jest bardzo małą płytką z mikrokontrolerem, więc zastosowanie jej w urządzeniu pozwala na uzyskanie kompaktowych rozmiarów.

Autor omawia także kilka projektów wykonanych z użyciem tej płytki. Opisuje, że dzięki kompaktowej i prostolinijnej konstrukcji prace nad projektami przebiegały bardzo wygodnie. Materiały dotyczące tej płyty są dostępne publicznie. Jednak autor zaznacza, że opracowana została również płytka o lepszych parametrach napięciowych i mniejszych rozmiarach, jej dokumentacja jednak nie została jeszcze opublikowana.

https://tiny.pl/c556f

E-czytnik ze wsparciem dla alfabetu Braille'a

Od wynalezienia pisma do e-czytników minęło tysiące lat. W roku 1824, piętnastoletni Louis Braille wprowadził swój rewolucyjny system pisma, który stał się znany jako brail. Teraz, 199 lat później, możemy zobaczyć rozwinięcie koncepcji w postaci e-czytnika brajla.



Obecnie dostępne elektroniczne monitory brajlowskie są dość kosztowne i trudno dostępne, jednak nowy projekt prezentowany w tym artykule zawiera tanie, gotowe komponenty oraz części do druku 3D, co ma zaowocować urządzeniem o całkowitym koszcie od 50 do 100 dolarów.

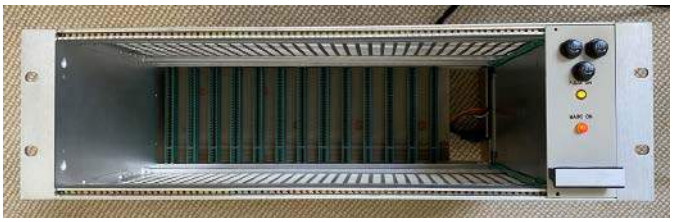
Jak działa ten innowacyjny e-czytnik brajla? Wyobraźmy sobie kilka szyn ułożonych jedna na drugiej – statycznie, oraz wyższy od nich kołek z jednym kołem pośrodku, poruszający się po górnej lub dolnej szynie za pomocą sztywnego pasa zewnętrznego. Górna część tego kołka to punkt brajlowski, który podnosi się lub opuszcza w zależności od poruszania się po odpowiedniej szynie. Cały układ szyn jest ułożony w okręgu, co zapewnia praktycznie nieskończoną długość.

Jedną z zalet tego rozwiązania jest fakt, że użytkownik nie może wcisnąć podniesionych punktów w dół, ponieważ szyny utrzymują ich wysokość. Przejście z jednej szyny na drugą odbywa się bez interakcji z użytkownikiem. Ponadto użytkownik musi jedynie umieścić palce na e-czytniku, a urządzenie samo się porusza z dopasowaną do tempa czytania prędkością.

Autor tego e-czytnika brajla zidentyfikował kilka wyzwań, takich jak wąskie tolerancje dla małych części mechanicznych oraz kompaktowość, która może wymagać jeszcze pracy, aby urządzenie stało się naprawdę poręcznym narzędziem do codziennego użytku.

Najważniejszym celem jest zaprojektowanie i zbudowanie prototypu celem weryfikacji koncepcji wyświetlacza brajlowskiego. Następnie planowana jest budowa pełnego e-czytnika brajlowskiego, który zostanie przetestowany w terenie, dostarczając cennych informacji i doświadczenia od niewidomych użytkowników. Projektant systemu zakładał, że urządzenie do testów terenowych powstanie do końca sierpnia 2023 roku, aby uzyskać pierwsze opinie od użytkowników w połowie września. Zajrzyjcie do artykułu po przeczytaniu tego numeru EP, czy istotnie udało mu się zrealizować swoje plany.

https://hackaday.io/project/191223-braille-e-reader

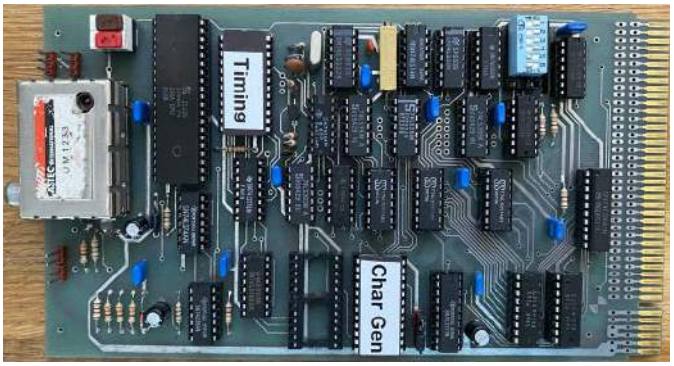


Interak – retrokomputer na bazie projektu maszyny z lat 80. XX wieku na procesorze Z80

W 2021 roku, autor tego projektu, na aukcji eBay, znalazł dynamiczną kartę RAM do komputera Interak. Kupił ją z sentymentu, mając wspomnienia związane z budową swojego własnego Interaka w latach 80. Sprzedawca zapoznał go również z małą, ale prężnie działającą społecznością Interak, znaną jako Interaktion User Group.

Rok później natknął się na kartę graficzną do systemu Interak i również ją nabył. Mimo braku układów scalonych na karcie, był zadowolony z samej płytki drukowanej, która była doskonałym punktem

eprasa.pl b722c3c0ae



wyjścia dla opisanego projektu, zamiast tylko stanowić nostalgiczne wspomnienie.

Pierwszym krokiem było zdobycie tzw. kraty na karty, która pomieściłaby wszystkie karty Interak, płytkę montażową z gniazdami (tzw. backplane) i odpowiedni zasilacz. Autor myślał, że znajdzie odpowiednie komponenty na aukcjach eBay, ale okazało się to bardziej skomplikowane, niż się spodziewał… Jego sub-rack miał podwójne, redundantne zasilacze, ale niestety ich wyjście wynosiło jedynie ±14,5 V, podczas gdy komputer Interak potrzebował głównie napięcia 5 V, a czasami ±12 V. Rozważał on utrzymanie istniejących zasilaczy i stabilizację potrzebnych napięć, ale redundantność była zapewniona tylko dla dwóch szyn, a w systemie potrzebne były trzy. Ostatecznie autor zdecydował się na zamontowanie innego zasilacza tego samego rozmiaru, ale o odpowiednich napięciach.

Autor miał więcej szczęścia, jeśli chodzi o inne elementy, gdyż udało mu się znaleźć oryginalną płytę montażową Interak na aukcjach eBay. Była w dobrym stanie, choć wymagała pewnej konserwacji i napraw, gdyż osoba, która wcześniej montowała złącza krawędziowe, nie zwracała szczególnej uwagi na przycinanie przewodów, co sprawiło, że po 40 latach przechowywania niektóre z nóżek były wygięte, a niektóre wręcz zetknęły się ze sobą.

Pojawiło się jednak pytanie dotyczące montażu backplane. Nowe płytki dostępne w sprzedaży są większe, ale mają odpowiednie otwory montażowe, natomiast płyta, którą ma autor, nie miała takich udogodnień. Problem rozwiązany został za pomocą wsporników mocujących łącznik krawędziowy. One również pochodziły z eBay'a, obecnie są trudno dostępne na rynku.

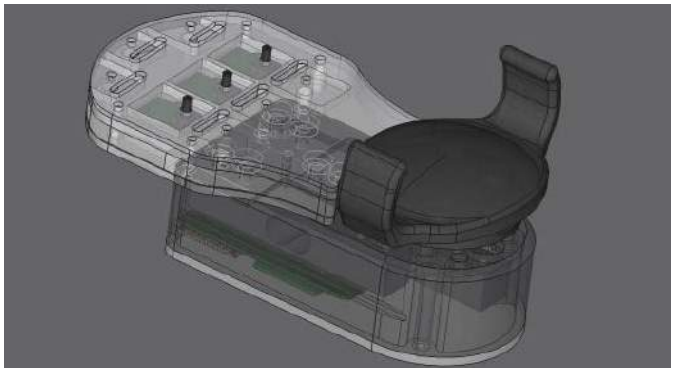
Wydawało się, że wszystko idzie po myśli autora, ale niestety, kiedy przystąpił do umieszczania kart Interak w ramce, pojawił się problem. Okazało się, że ramka nie była odpowiednio dostosowana do kart o międzynarodowym rozmiarze 4,5×8", używanych przez Interak. Autor musiał podjąć decyzję o zmianie ramki. Postanowił usunąć górną i dolną szynę, a następnie odjąć około 1 mm grubości z każdej z nich. Dzięki temu karty pasowały idealnie do otworów w ramce. Wydawało się, że problem został rozwiązany, ale po zamontowaniu szyn prowadzących okazało się, że karty nadal wychylały się z obudowy – tym razem frontem. Autor znalazł prosty sposób na rozwiązanie i tego problemu, zmieniając ponownie konstrukcję prowadnic.

Warto obserwować ten projekt, aby śledzić zmagania autora z kolejnymi etapami uruchamiania tego systemu.

https://hackaday.io/project/191234-building-an-interak

Joystick obsługiwany przez osoby niepełnosprawne

OHMni-stick to przystępna cenowo, otwarta technologia wspomagająca, która ma na celu sprostać potrzebom osób z niepełnosprawnościami i wyzwaniami związanymi z mobilnością. Innowacyjne urządzenie łączy w sobie joystick o zmniejszonej sile nacisku i zredukowanym przemieszczeniu z pneumatycznymi przyciskami wrażliwymi na ciśnienie. Układ ma na celu zwiększenie dostępności i poprawę jakości życia codziennego tych, którzy mogą z tego skorzystać.



OHMni-stick stawia czoło wyzwaniom, przed którymi stoją osoby z niepełnosprawnościami lub ograniczeniami w zakresie mobilności, w skutecznym dostępie i sterowaniu technologią. Tradycyjne urządzenia wejściowe często stwarzają bariery ze względu na swoje wysokie wymagania dotyczące siły i zakresu ruchów. OHMni-stick ma na celu zapewnienie wszechstronnego rozwiązania, które pokonuje te przeszkody, umożliwiając użytkownikom większą niezależność w różnych czynnościach.

OHMni-stick oferuje praktyczne rozwiązanie mające złagodzić problemy osób z niepełnosprawnościami lub ograniczeniami w zakresie mobilności. Ten joystick wymaga jedynie niewielkiego nacisku i przemieszczenia do aktuacji sensora, co czyni go dostępnym dla użytkowników o ograniczonej sile lub zręczności. Dodatkowo, pneumatyczne przyciski są wrażliwe na regulowany nacisk – oferują dostosowywaną czułość i informację zwrotną o naciśnięciu, co poprawia kontrolę i możliwości adaptacyjne dla użytkowników.

OHMni-stick to rozwiązanie sprzętowe zaprojektowane w celu wspierania, adaptacji i rehabilitacji osób z niepełnosprawnościami lub wyzwaniami związanymi z mobilnością. Ma na celu poprawienie procesu nauki, pracy i codziennego życia, oferując wszechstronne urządzenie wejściowe. Czy to pomoc w ćwiczeniach rehabilitacyjnych, sterowanie sprzętem, czy dostarczanie bardziej realistycznego doświadczenia w grach. OHMni-stick jest zaprojektowany tak, aby sprostać różnorodnym potrzebom użytkowników.

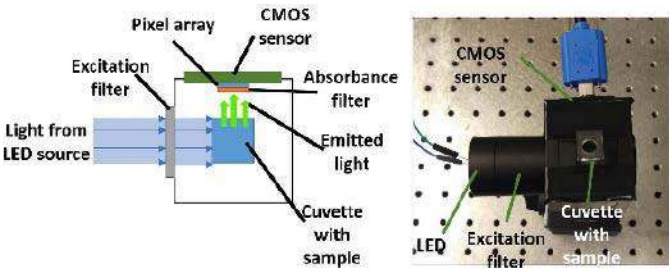
Otwarty charakter OHMni-sticka odzwierciedla zaangażowanie we współpracę, dzielenie się wiedzą i zaangażowanie społeczności. Dokumentacja projektu oraz udostępnione pliki projektowe zachęcają do dalszej innowacji i dostosowania. Poprzez wspieranie ekosystemu deweloperów i użytkowników OHMni-stick ma na celu przyczynienie się do ciągłego doskonalenia technologii wspomagających. Projekt jest udostępniony na licencji GNU General Public License v3.0.

Zalety OHMni-Sticka:

- zwiększona dostępność – umożliwia osobom o ograniczonej sile mięśni i zakresie ruchu łatwe sterowanie urządzeniami elektronicznymi;
- mały nacisk i przesunięcie – wymaga minimalnego nacisku i przemieszczenia, umożliwiając korzystanie użytkownikom o bardzo ograniczonej sile i mobilności;
- personalizowane uchwyty – wymienna konstrukcja uchwytów zapewnia komfort i adaptacyjność dla każdego użytkownika;
- precyzyjne przyciski pneumatyczne – zapewniają precyzyjną kontrolę z regulowaną czułością i informacją zwrotną;
- wysoka czułość i precyzja – reaguje na siły rzędu jednego grama i oferuje śledzenie pozycji joysticka w czasie rzeczywistym;
- otwarty projekt – wspiera współpracę, innowacje i ciągłe doskonalenie wśród społeczności open source;
- inkluzywny design – poprawia proces nauki, pracy i codziennego życia osób z niepełnosprawnościami lub wyzwaniami związanymi z mobilnością;
- wielostronne zastosowania – nadaje się do sterowania wózkami inwalidzkimi, obsługiwania urządzeń wspomagających oraz interakcji z innymi systemami.

https://hackaday.io/project/191229-ohmni-stick

eprasa.pl b722c3c0ae



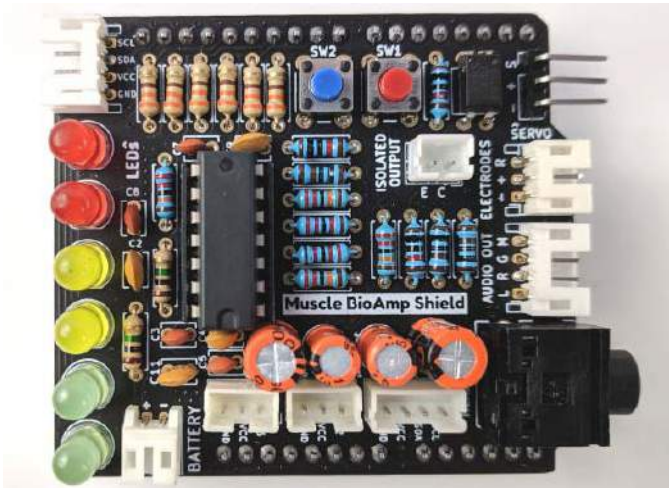
Miernik poziomu glutenu w próbkach jedzenia

W zaprezentowanym projekcie zastosowano innowacyjne czujniki DNA, które korzystają z fluorescencji do wykrywania i ilościowego oznaczania glutenu w próbkach żywności. Procedura zakłada szybkie sproszkowanie lub zblendowanie próbki żywności, co ułatwia interakcję jej składników chemicznych z czujnikami, umożliwiając wewnętrzne wykrycie glutenu. Projekt wykazał zdolność do działania w czasie zaledwie 5 minut, choć kontynuowane są prace nad zwiększeniem jego przenośności, aby możliwe było dołączenie go jako dodatku do smartfonów.

W wyniku rygorystycznych eksperymentów z udziałem ponad 900 próbek żywności projekt osiągnął potwierdzenie imponującej dokładności na poziomie 98%. Ambitnym celem twórców systemu jest poszerzenie bazy przetestowanych próbek żywności tak, aby obejmować wszelkie artykuły powszechnie spotykane w sklepach spożywczych. W ten sposób ma powstać obszerna baza danych wyników uzyskanych dzięki użyciu tego przełomowego urządzenia.

Autor projektu dziękuje za pomoc dr. Orly Yadid-Pecht, dr. Raymondowi J. Turnerowi, dr. Varunowi Viju oraz mgr Samarii Navarez Diaz. Projekt ten został zrealizowany w ramach pracy magisterskiej autora. Udostępnia on całą pracę dyplomową, w której zawarte są szczegółowe informacje na temat każdej części procesu oraz oceny.

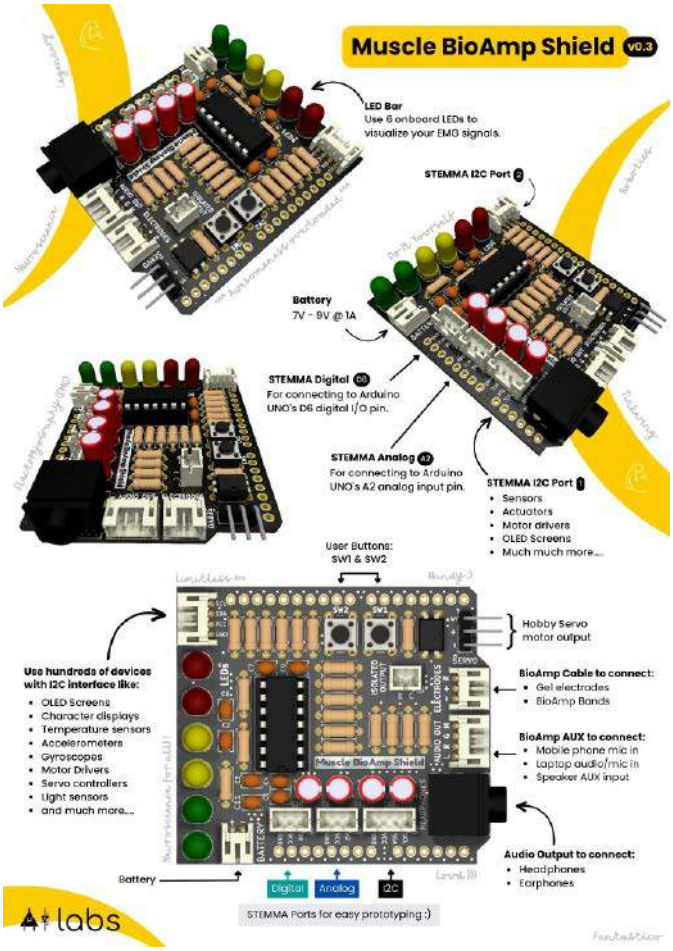
https://tiny.pl/c556p



Shield dla Arduino do pomiaru biopotencjałów

Muscle BioAmp Shield v0.3 to niedroga, otwarta nakładka (shield) dla Arduino Uno, umożliwiająca nagrywanie, wizualizację i odsłuchiwanie sygnałów mięśniowych (elektromiograficznych). Ma szereg wbudowanych funkcji, takich jak diody LED, przyciski, wyjście do sterowania serwomechanizmem modelarskim, izolowane wyjście, porty Stemma I²C, port analogowy Stemma, port cyfrowy Stemma, wyjście audio i gniazdo słuchawkowe. Dzięki temu można łatwo uruchomić złożony interfejs człowiek-komputer (HCI). Kompatybilność shielda z Backyard Brains Muscle Spiker Shield pozwala na korzystanie z przykładów Arduino oraz przeprowadzanie eksperymentów biofizjologicznych i neuronaukowych.

Nakładka Muscle BioAmp Shield v0.3 pozwala na nagrywanie, wizualizację i odtwarzanie sygnałów elektromiograficznych



– sygnałów elektrycznych, wytwarzanych przez poruszające się mięśnie. Umożliwia to tworzenie fascynujących projektów interfejsów człowiek-maszyna. Dzięki opcjom plug-and-play użytkownik może podłączyć do układu różne urządzenia, takie jak ekrany OLED, wyświetlacze znaków, akcelerometry czy kontrolery serwonapędów za pomocą interfejsu I²C, co daje nieograniczone możliwości.

Możliwości nakładki Muscle BioAmp Shield v 0.3:

- wizualizacja sygnałów EMG za pomocą 6 wbudowanych diod LED – im bardziej użytkownik się rusza, tym więcej diod LED będzie się świecić;
- podłączenie serwosilnika za pomocą 3-pinowych złaczy i sterowanie nim za pomocą sygnałów mięśniowych (EMG);
- rejestrowanie sygnałów mięśniowych (EMG) za pomocą elektrod żelowych lub opasek opartych na suchej elektrodzie za pomocą kabla BioAmp podłączonego do 3-stykowego złącza JST PH 2 mm;
- podawanie sygnałów wejściowych audio/mikrofonu z telefonu komórkowego, laptopa lub głośników za pomocą kabla BioAmp AUX podłączonego do 4-stykowego złącza JST PH 2 mm;
- słuchanie sygnałów mięśniowych za pomocą przewodowych słuchawek/słuchawek podłączonych do gniazda słuchawkowego 3,5 mm;
- podłączenie setek urządzeń, takich jak ekrany OLED, wyświetlacze znaków, czujniki temperatury, akcelerometry, sprzęt BioAmp i wiele innych, za pomocą dwóch interfejsów I²C;
- połączenie cyfrowych styków wejścia/wyjścia D6 Arduino Uno i styków wejścia analogowego A2 za pomocą odpowiednio złączy cyfrowych STEMMA i analogowych STEMMA;
- zasilanie z baterii o napięciu od 7 V do 9 V za pomocą dodatkowego przewodu;
- dwa programowalne przyciski użytkownika, które można skonfigurować zgodnie z wymaganiami projektu.

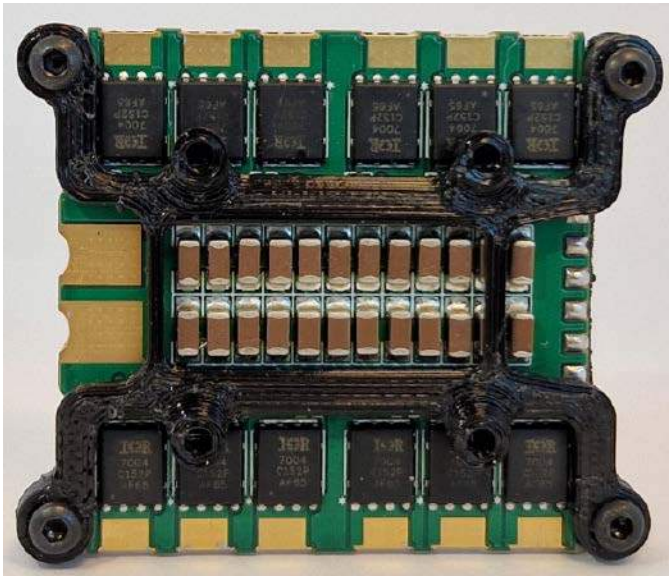
Dzięki temu zestawowi cech Muscle BioAmp Shield v 0.3 jest idealny dla studentów, badaczy i hobbystów, którzy chcą użyć

eprasa.pl b722c3c0ae

sygnałów mięśniowych (EMG) do tworzenia fascynujących projektów interfejsów człowiek-komputer. Na przykład, użytkownicy mogą sterować grą za pomocą sygnałów mięśniowych (EMG) lub przewijać Instagrama tych sygnałów.

Na stronie z projektem znajduje się dokumentacja układu wraz z wymiarami oraz schemat ideowy modułu Muscle BioAmp Shield v 0.3 utworzony za pomocą programu KiCad.

https://hackaday.io/project/191219-muscle-bioamp-shield-v03



Elektroniczny kontroler prędkości do modelarskich silników wyścigowych

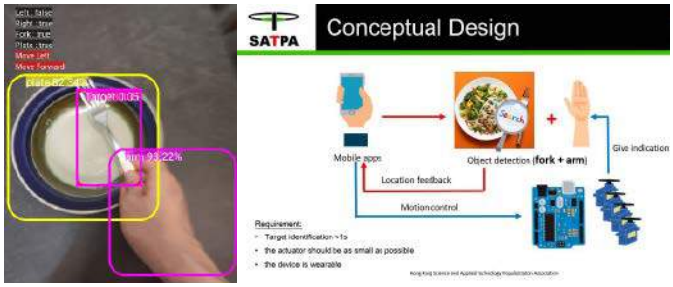
Z dostępnych na rynku komercyjnym elektronicznych kontrolerów prędkości (ESC) do zastosowań modelarskich, każdy ma jakieś kompromisy projektowe. Wynikają one na ogół z potrzeby, by zaspokoić jak najwięcej potrzeb jednym urządzeniem. Plan autora tego projektu polegał na opracowaniu urządzenia, które nie będzie uniwersalne. Jego projekt to kontroler zorientowany na osiągi – jest to kontroler prędkości do wyścigów quadcopterów. Połączenie wszystkich wymienionych poniżej cech pozwala autorowi wierzyć, że udało mu się zaprojektować idealny kontroler do wyścigów:

- projekt bazuje na otwartym 32-bitowym firmware ESC AM32, które gwarantuje doskonałe osiągi, doskonałe wsparcie i rozbudowaną społeczność;
- brak elementów THT – pozwala na optymalne rozmieszczenie tranzystorów MOSFET, aby zapewnić bezpośredni przepływ energii do każdego tranzystora;
- optymalny montaż – osiągnięto dzięki drukowanym w 3D, dostosowywanym i wymienianym uchwytom. Montaż jest możliwy na górnej i dolnej stronie w dowolnej kombinacji 20×20 mm lub 30,5×30,5 mm;
- podzielony układ płytki pozwala na oddzielenie wszystkich komponentów logicznych i ścieżek od głównych płaszczyzn zasilania w celu optymalnego rozmieszczenia komponentów i w pewnym stopniu redukcji zakłóceń elektromagnetycznych (EMI). Ogranicza to akumulację ciepła na wrażliwych komponentach logicznych. Upraszcza konstrukcję warstw płaszczyzn zasilania na płycie PCB, co pozwala na poprawę dostarczania energii.
- miedź o grubości 70 µ na wszystkich 6 warstwach płytki dystrybucji mocy poprawia przepływ prądu, rozpraszanie i pojemność cieplną oraz zwiększa wytrzymałość na wstrząsy;
- wysokowydajne tranzystory Infineon IRFH7004TRPBF;
- brak czujnika prądu – sensor prądu i jego komponenty zużywają cenne miejsce na płytce i wprowadzają ograniczenie w przepływie energii, a w konstrukcjach wyścigowych niemalże nigdy nie są używane. Najlepsze rozwiązanie to brak dodatkowych elementów. W razie potrzeby dostępne są zewnętrzne płytki z czujnikami prądu XT60;
- materiał płytki FR4 Tg155 – to wyższa tolerancja na temperaturę i lepsza jakość produkcji;
- kondensatory TDK o niskiej rezystancji szeregowej (ESR) na głównej linii napięcia – redukują gwałtowne skoki napięcia na głównym zasilaniu i wydłużają żywotność ESC.

Specyfikacja projektu:

- napięcie: od 4 do 6 ogniw,
- prąd: poniżej 40 A,
- mikrokontroler: GD32E230G6U6TR,
- sterownik bramkowy: FD6288Q,
- tranzystory: IRFH7004TRPBF,
- montaż: otwory o rozstawie 30,5×30,5 mm lub 20×20 mm, dolne M3, górne M2 lub M3,
- wymiary: 38,1×38,7×12 mm,
- waga: 17 g z elementami montażowymi.

https://hackaday.io/project/191217-iokfly-race-am32-4in1-esc



Lokalizator widelca korzystajacy z AI

Jest to rewolucyjne urządzenie dla osób niewidomych, które ma pomóc im poruszać się w codziennym życiu z większą łatwością i niezależnością. Zaprojektowany system ma pomóc w lokalizowaniu przedmiotów na stole, takich jak widelec, bez potrzeby pomocy osoby widzącej. Dzięki sztucznej inteligencji identyfikuje ono położenie widelca na stole za pomocą kamery w telefonie komórkowym. Po wykryciu przedmiotu urządzenie wykorzystuje silniki, aby wskazać kierunek obiektu – do przodu, do tyłu, w lewo lub w prawo – dając użytkownikowi jasne pojęcie o położeniu widelca względem ich pozycji.

To urządzenie ma znacznie poprawić jakość życia osób z wadami wzroku, pozwalając im na większą niezależność i pewność siebie podczas spożywania posiłków. Projekt od strony sprzętu jest relatywnie prosty. Ruchome „płatki" urządzenia zostaną zamontowane na silnikach i będą delikatnie poruszać się, naciskając na ramię użytkownika, aby wskazać kierunek ruchu. Gdy dłoń zbliży się dostatecznie do wykrywanego obiektu, układ wyśle inny sygnał do użytkownika, że może już podnieść obiekt.

Urządzenie będzie podzielone na 4 moduły. Wszystkie one zostaną ostatecznie zamontowane na elastycznej opasce, aby urządzenie było przenośne i łatwe w użyciu. Jako że jest to wciąż etap koncepcyjny, bateria nie jest jeszcze dołączona, a okablowanie zostanie dopracowane później.

Koncepcyjny projekt systemu pozwala obecnie na lokalizację ramienia, widelca i talerza na stole. Układ jest w stanie określić wzajemne położenie poszczególnych elementów między sobą, a następnie poinformować osobę niewidomą o ich pozycjach. Docelowe urządzenie będzie przenośne i na tyle kompaktowe, że inni nie będą wiedzieć, że urządzenie jest używane.

Autor zakłada, że identyfikacja obiektów realizowana będzie w czasie poniżej sekundy, a urządzenie będzie na tyle kompaktowe, że noszone będzie na ciele.

https://hackaday.io/project/191209-forklocator

eprasa.pl b722c3c0ae

W ofercie AVT*
AVT6007

Podstawowe parametry:
- pomiar temperatury w zakresie –55...+125°C,
- dwie wartości temperatur (z zakresu 0...99°C) określające reakcje układu,
- cyfrowy, niewymagający kalibracji czujnik temperatury,
- wejścia na wyłączniki krańcowe silnika elektrozaworu,
- możliwość ustawienia maksymalnego czasu działania silnika,
- dwa tryby działania: grzanie lub chłodzenie,
- dwa wyjścia o obciążalności do 4 A,
- zasilanie napięciem stałym 12 V (lub 24 V po modyfikacji).

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

----	Miniaturowy termostat cyfrowy (EP 8/2023)
AVT5970	Termostat MIN-MAX (EP 2/2023)
----	Timer z termostatem (EP 12/2022)
AVT5822	Termostat warsztatowy (EP 12/2020)
AVT5732	uniTherm – termostat z wyświetlaczem OLED (EP 12/2019)
AVT5620	Wielozadaniowy termostat (EP 1/2018)
AVT3220	Termostat z wyświetlaczem LED (EdW 1/2018)
AVT5589	4-kanałowy termostat z alarmem (EP 6/2017)
AVT5354	Zaawansowany, funkcjonalny termostat (EP 11/2016)

* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja **[B]** nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji **[B]** zawiera elementy elektroniczne (w tym **[UK]** – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- **wersja [C]** – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw **[B]** (elementy wlutowane w płytkę PCB),
- **wersja [A]** – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.

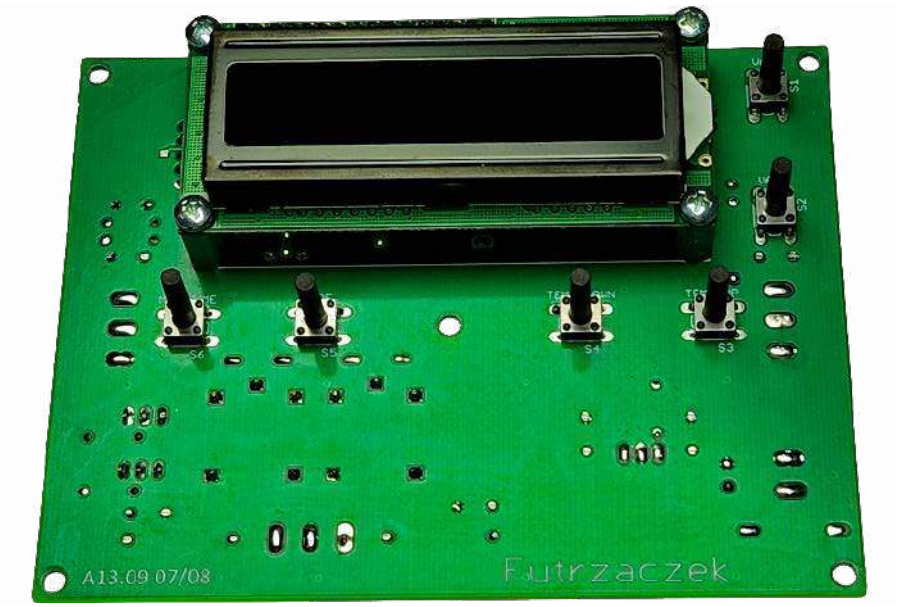
Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- **wersja [A+]** – płytka drukowana **[A]** + zaprogramowany układ **[UK]** i dokumentacja,
- **wersja [UK]** – zaprogramowany układ.

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! **http://sklep.avt.pl**

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: **kity@avt.pl**.

Termostat do elektrozaworu z silnikiem DC

Zwykły termostat steruje grzałką lub chłodnicą na zasadzie włącz/wyłącz. W niektórych sytuacjach, na przykład podczas ogrzewania pomieszczeń kolektorami słonecznymi, układ zarządzający temperaturą musi sterować silnikiem obracającym zawór kulowy. Właśnie do tego został opracowany zaprezentowany układ.



Rolą termostatu jest utrzymanie temperatury danego obiektu w zadanych granicach. Metody są różne: elektryczne grzałki, dmuchawy chłodzące, ogniwa Peltiera lub pompy ciepła. Najistotniejsze jest to, że wyjście termostatu jest dwustanowe – sterowany obwód może być załączony lub wyłączony, bez stanów pośrednich. Zaprezentowany układ, w odróżnieniu od znanych na rynku rozwiązań, jest przystosowany do sterowania przepływem cieczy, która ochładza lub ogrzewa kontrolowany obiekt. Może sterować elektrozaworem, w którym znajduje się elektryczny silnik prądu stałego, umożliwiając lub blokując przepływ czynnika. Odpowiednie zarządzanie pracą takiego silnika pozwoli na jego bezawaryjną pracę przez długie lata. Co równie ważne, zadawanie odpowiednich nastaw jest banalnie proste, zatem nie trzeba być mistrzem elektroniki, aby opisanego termostatu z powodzeniem używać.

Budowa i działanie

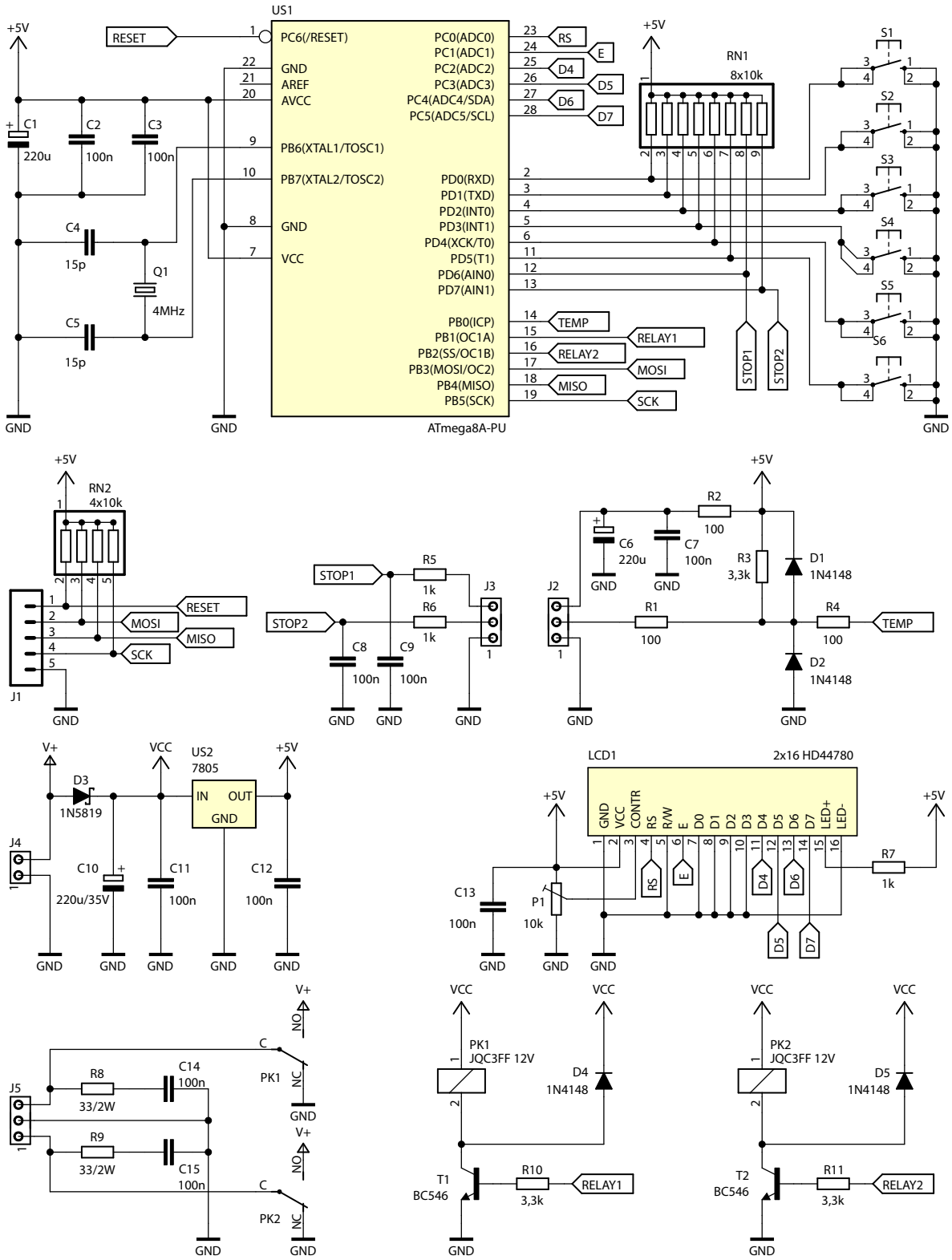
Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 1**. Najistotniejszym elementem jest mikrokontroler, popularny układ ATmega8A-PU z leciwej, lecz nadal popularnej i niezawodnej rodziny AVR. Jego liczba wyprowadzeń oraz ilość pamięci są całkowicie wystarczające do realizacji tego zadania. Aby komunikacja z cyfrowym czujnikiem temperatury oraz inne zadania wymagające odmierzania czasu przebiegały prawidłowo, częstotliwość jego sygnału zegarowego jest stabilizowana niedrogim rezonatorem kwarcowym. Kondensatory C4 i C5 ułatwiają wzbudzenie oscylacji i stabilizują pracę oscylatora. Kondensatory C1…C3 filtrują napięcie zasilające mikrokontroler i zmniejszają impedancję źródła zasilania.

Do obsługi urządzenia służy sześć przycisków monostabilnych S1…S6. Drabinka rezystorowa RN1 uzupełnia rezystory podciągające wbudowane w mikrokontroler, których wartości mogą mieć znaczny rozrzut. Poprawia to stabilność pracy całego układu w silnie zakłóconym środowisku i nie dopuszcza do przypadkowych zdarzeń symulujących zadziałanie przycisków pod wpływem zakłóceń elektromagnetycznych. Dodatkowo, dwa wejścia mikrokontrolera, również podciągane przez rezystory z tej drabinki, są przeznaczone do wyłączników krańcowych silnika elektrozaworu.

Programowanie mikrokontrolera może odbywać się zarówno po włożeniu układu programowalnego w podstawkę programatora, jak i za pośrednictwem złącza J1. Są do niego doprowadzone linie sygnałowe interfejsu programowania ISP. Rezystory zawarte w drabince RN2 podciągają te wyprowadzenia do dodatniego potencjału zasilania, aby nie gromadziły się na nich ładunki elektrostatyczne.

Cyfrowy czujnik temperatury typu DS18B20 należy podłączyć do zacisków złącza J2. Napięcie zasilające ten czujnik jest filtrowane przez dolnoprzepustowy filtr RC. Obwód ten składa się z rezystora R2 oraz kondensatorów C6 i C7. Dla ochrony wejścia mikrokontrolera przed uszkodzeniem spowodowanym przepięciami na linii sygnałowej,

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 1. Schemat ideowy układu termostatu do elektrozaworu z silnikiem

zostały dodane diody ograniczające napięcie do zakresu –0,7…+5,7 V. Rezystor R1 ogranicza prąd tych diod. Z kolei rezystor R3 ogranicza prąd diod zabezpieczających wbudowanych w mikrokontroler, gdyż ich napięcie przewodzenia jest nieco niższe niż zastosowanych 1N4148. Rezystor R3 jest wymagany do prawidłowego działania magistrali komunikującej się z czujnikiem: umożliwia pojawienie się na niej wysokiego stanu logicznego.

Wyłączniki krańcowe o stykach typu NO można podłączyć do zacisków złącza J3. Zwarcie z masą będzie informowało układ o dotarciu głowicy zaworu w skrajną pozycję. Rezystory podciągające zawarte w drabince RN1 w zupełności wystarczają do utrzymania wysokiego stanu logicznego na tych zaciskach. Dla ochrony układu przed zakłóceniami elektromagnetycznymi oraz iskrzeniem styków zostały dodane dolnoprzepustowe układy filtrujące RC. Zwiększają one czas narastania i opadania napięcia na wejściu mikrokontrolera, przez co chronią wbudowane w mikrokontroler diody zabezpieczające. Z kolei rezystory R5 i R6 ograniczają prąd tych diod. Takie rozwiązanie stanowi również całkiem dobrą ochronę przed wyładowaniami elektrostatycznymi w sytuacjach, w których czas reakcji danego wejścia nie jest szalenie istotny.

Napięcie zasilające układ podłącza się do zacisków złącza J4. Dioda D1 odcina zasilanie

eprasa.pl b722c3c0ae

Wykaz elementów, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

Rezystory: (THT o mocy 0,25 W, jeżeli nie napisano inaczej)
R1, R2, R4: 100 Ω
R3, R10, R11: 3,3 kΩ
R5, R6: 1 kΩ
R7: 1 kΩ (opis w tekście)
R8, R9: 33 Ω 2 W
RN1: 8 × 10 kΩ SIL9
RN2: 4 × 10 kΩ SIL5
P1: 10 kΩ montażowy leżący jednoobrotowy

Kondensatory:
C1, C6: 220 µF 25 V raster 2,5 mm
C2, C3, C7...C9, C11...C15: 100 nF raster 5 mm MKT
C4, C5: 15 pF raster 5 mm monolityczne
C10: 220 µF 35 V raster 3,5 mm

Półprzewodniki:
D1, D2, D4, D5: 1N4148
D3: 1N5819
T1, T2: BC546
LCD1: 2×16, zgodny z HD44780 np. LCD2×16 15
US1: ATmega8A-PU (DIP28)
US2: 7805 (TO220)
Czujnik temperatury DS18B20

Pozostałe:
J1: goldpin 5 pin męski 2,54 mm THT
J2, J3, J5: ARK3/500
J4: ARK2/500
PK1, PK2: JQC3FF/121ZS (opis w tekście)
Q1: 4 MHz niski
S1...S6: microswich 6×6 13,5 mm
Jedna podstawka DIP28 wąska
Złącze męskie i żeńskie goldpin 1×16 pin 2,54 mm
Cztery tuleje dystansowe, gwint wewnętrzny M3 12 mm poliamid
Osiem śrub M3 6 mm

w przypadku niewłaściwej polaryzacji napięcia. Stabilizator liniowy typu 7805 dostarcza napięcia 5 V dla układów cyfrowych. Moc strat na nim jest na tyle niska, że nie ma potrzeby stosowania przetwornicy impulsowej. Na silnik trafia napięcie zasilające układ, toteż trzeba je dostosować do wymagań silnika. Po wymianie przekaźników na inne modele, układ oraz współpracujący z nim silnik mogą być zasilane napięciem 24 V.

Komunikaty i informacje podawane przez układ są wyświetlane na wyświetlaczu LCD1, który zawiera sterownik typu HD44780 lub z nim zgodny. Potencjometrem P1 ustawia się kontrast owego wyświetlacza. Rezystor R7 pozwala na zasilanie jego podświetlenia z niestabilizowanego napięcia wejściowego, nie obciążając tym samym stabilizatora US2.

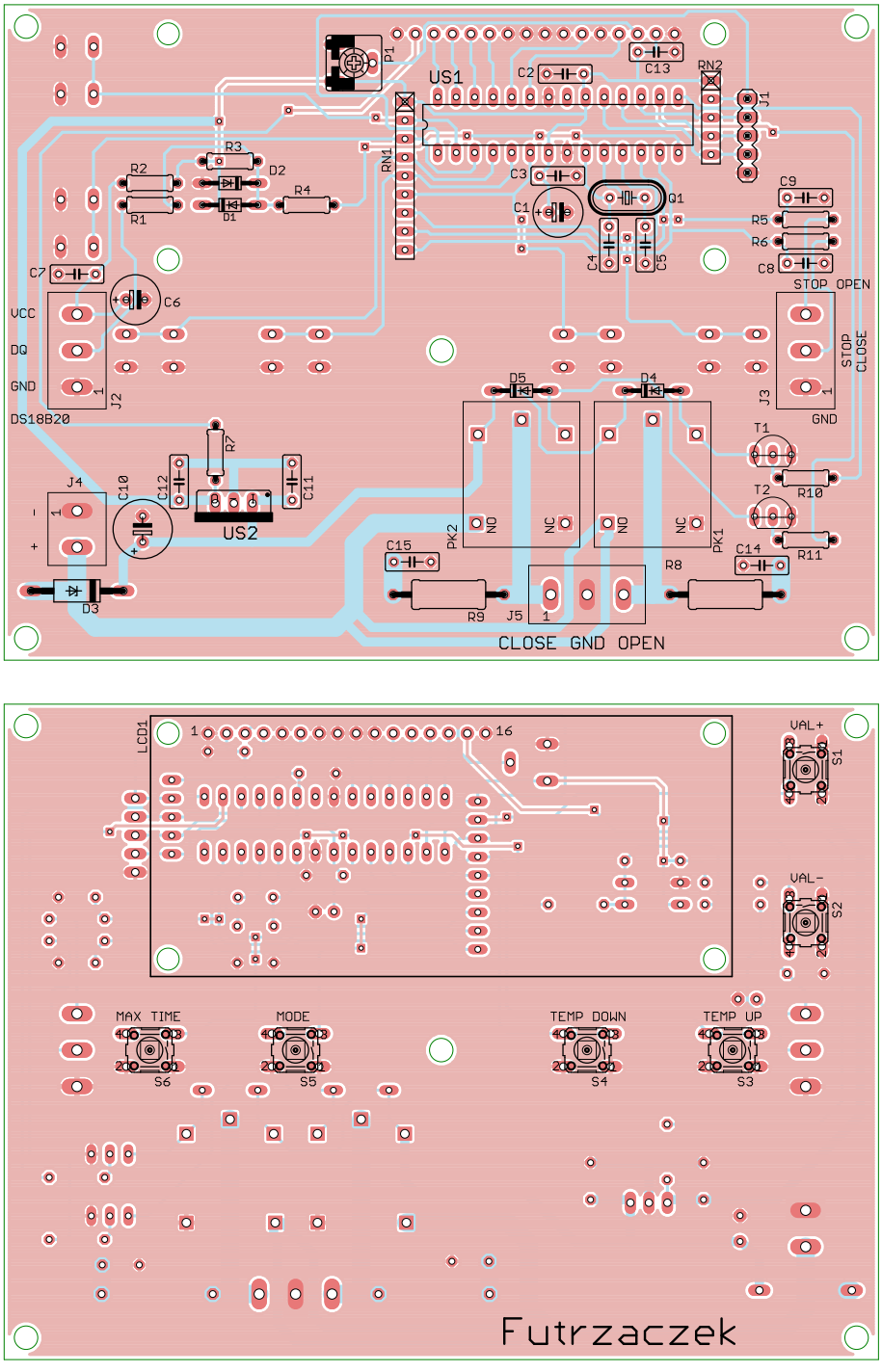
Zasilanie dla sterowanego przez układ silnika elektrozaworu jest załączane przez przekaźniki PK1 i PK2. Załączenie jednego z nich wymusza jeden kierunek obrotów, a drugi – drugiego, stąd nie mogą być załączone jednocześnie. Podłączenie ich wyprowadzeń NC do masy sprawia, że po wyłączeniu danego przekaźnika silnik natychmiast jest hamowany – powstaje zwarcie na jego zaciskach. Dwójniki RC w postaci połączonych szeregowo: rezystora 33 Ω i kondensatora 100 nF, zmniejszają iskrzenie styków podczas przełączania, przez co zmniejszają ryzyko niewłaściwego działania lub zablokowania się układu. Same styki również zużywają się przez to wolniej.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 120×90 mm. Jej schemat został pokazany na **rysunku 2**. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się cztery otwory montażowe, każdy o średnicy 3,2 mm. Dodatkowo, aby płytka nie uginała się podczas naciskania przycisków, w pobliżu środka płytki dodano otwór. **Rysunek 3** pokazuje jego lokalizację na płytce.

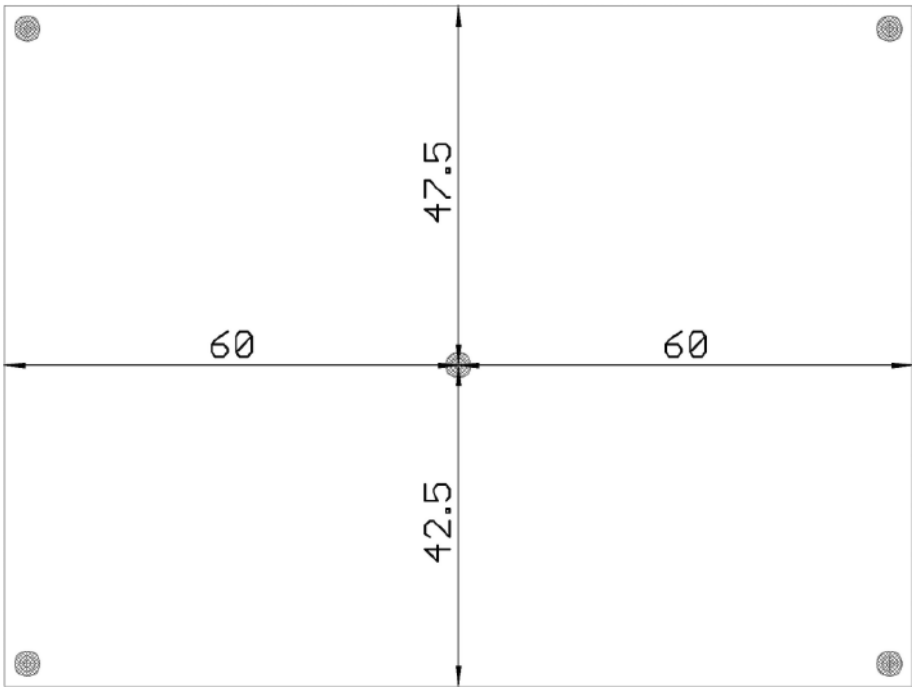
Montaż proponuję rozpocząć od elementów o najmniejszej wysokości obudowy, czyli rezystorów i diod. Pod mikrokontroler proponuję zastosować podstawkę. Stabilizator US1 można położyć na powierzchni laminatu lub pozostawić w pionie, aby wygodniej móc przykręcić do niego niewielki radiator. Ten etap montażu można zobaczyć na **fotografii 1**.

Na drugiej stronie płytki jest miejsce dla wyświetlacza LCD1 oraz sześciu przycisków S1…S6. Ich lokalizację po przylutowaniu pokazuje fotografia tytułowa. Na samym końcu, po wlutowaniu wszystkich przycisków, należy przykręcić wyświetlacz LCD za pomocą czterech tulei dystansowych oraz przylutować jego złącza. Warto lutowanie zostawić na sam koniec, po przykręceniu, aby ewentualny naddatek wysokości tulei mógł być skompensowany przez lekkie wystawanie złączy z powierzchni płytki – by część

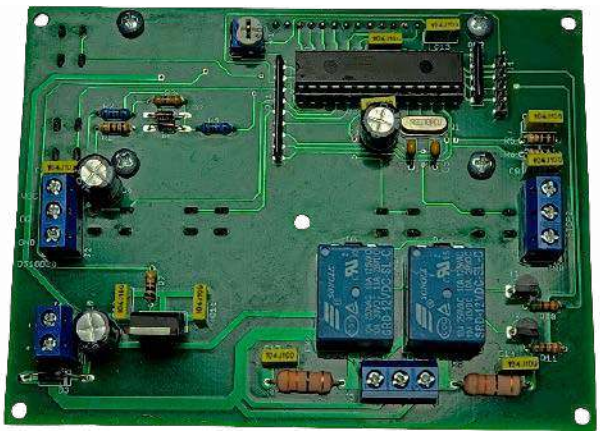


Rysunek 2. Schemat płytki PCB

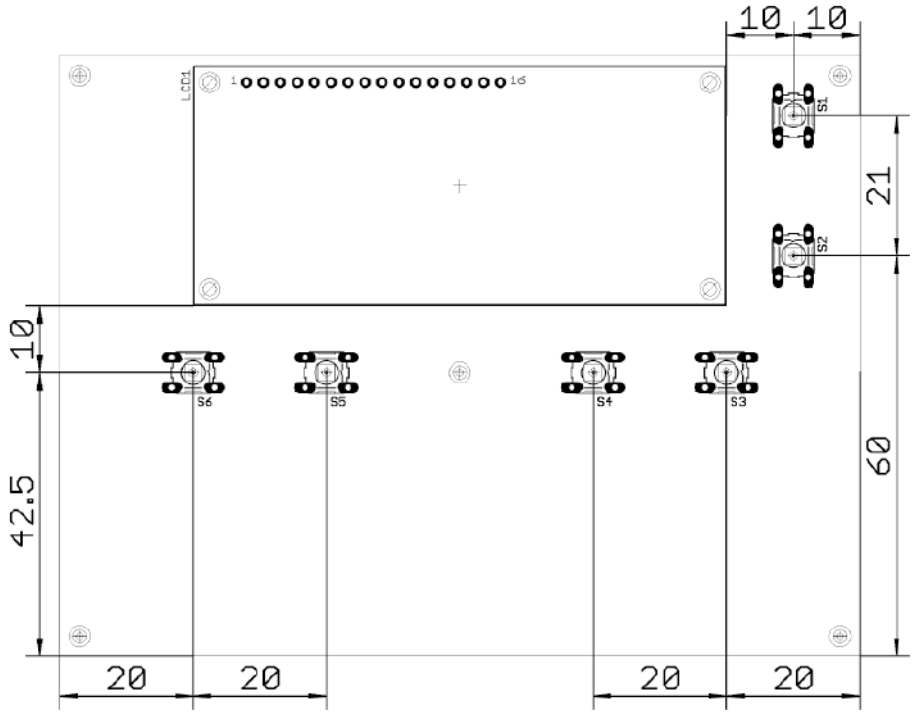
eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 3. Położenie otworu montażowego na środku płytki drukowanej



Fotografia 1. Wygląd zmontowanego układu od strony spodniej (bottom)



Rysunek 4. Rozmieszczenie przycisków i wyświetlacza LCD na płytce drukowanej

męska i żeńska wchodziły w siebie całkowicie. Rozmieszczenie przycisków i wyświetlacza na powierzchni płytki zostało pokazane na **rysunku 4**, dzięki niemu można łatwiej wykonać obudowę dla tego urządzenia.

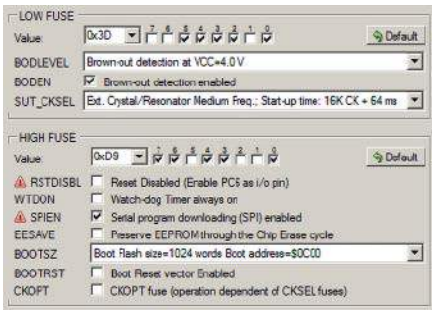
Na etapie uruchamiania konieczne jest zaprogramowanie pamięci Flash mikrokontrolera dostarczonym wsadem oraz zmiana jego bitów zabezpieczających. Oto ich nowe wartości:

```
Low Fuse = 0×3D
High Fuse = 0xD9
```

Szczegóły są widoczne na **rysunku 5**, który zawiera widok okna konfiguracji tych bitów z programu BitBurner. W ten sposób zostanie uruchomiony generator dla rezonatora kwarcowego (o częstotliwości z przedziału 3...8 MHz) oraz Brown-Out Detector, który wprowadzi mikrokontroler w stan zerowania, jeżeli jego napięcie zasilające spadnie poniżej 4 V. To znacznie zmniejsza ryzyko anomalii podczas uruchamiania.

Poprawnie zaprogramowany układ jest gotowy do działania po ustawieniu kontrastu wyświetlacza potencjometrem P1. Do zasilania powinno służyć napięcie stałe o wartości około 12 V, a dokładniej z przedziału 10...16 V. Takie granice uwzględniają zakres prawidłowej pracy przekaźników (z uwzględnieniem spadku napięcia na diodzie D3 i tranzystorach T1 oraz T2) w temperaturze 20°C. Warto, aby owe napięcie było dobrze filtrowane, a najlepiej stabilizowane. Pobór prądu przy 12 V wynosi około 15 mA przy wyłączonych przekaźnikach oraz około 30 mA, kiedy cewka jednego z nich zostanie załączona. Do tego należy dodać pobór prądu przez sam silnik, który nie powinien przekraczać 4 A z uwagi na wytrzymałość ścieżek. Typowe elektrozawory dostępne na rynku pobierają prąd o natężeniu około 1 A, więc taki zapas jest całkowicie wystarczający.

Jeżeli zastosowany elektrozawór ma silnik przystosowany do napięcia 24 V, wówczas w układzie wystarczy dokonać kilku niewielkich modyfikacji. Po pierwsze, przekaźniki PK1 i PK2 powinny mieć cewki przystosowane do napięcia 24 V. Najlepiej pasujące podzespoły mają oznaczenie JQC3FF/241ZS. Po drugie, rezystor R7, który ogranicza prąd pobierany przez diody LED



Rysunek 5. Szczegóły ustawienia fuse-bitów

eprasa.pl b722c3c0ae



Fotografia 2. Wygląd wyświetlacza w trakcie pracy układu

wyświetlacza LCD, powinien mieć rezystancję 2,7 kΩ, aby zachować podobną jasność podświetlenia. Po trzecie, jeżeli obudowa urządzenia miałaby słabą wentylację, polecam do stabilizatora US2 przykręcić radiator, który rozproszy wydzielane w nim ciepło. Wystarczy niewielki radiator przeznaczony do chłodzenia elementów w obudowach typu TO220.

Do zacisków złącza J2 należy podłączyć czujnik typu DS128B20, zgodnie z opisami na płytce. Może to być gotowy moduł z dołączonymi przewodami, w którym czujnik został hermetycznie zaciśnięty w metalowej rurce.

Eksploatacja

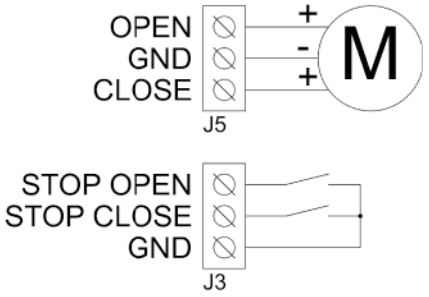
Widok ekranu działającego urządzenia jest widoczny na **fotografii 2**. Aktualna temperatura (górny wiersz) jest wskazywana z rozdzielczością 0,1°C w zakresie –9,9…+99,9°C i z rozdzielczością 1°C poza tym przedziałem. Błąd komunikacji z czujnikiem jest wskazywany napisem ERR! w tym miejscu, przy okazji zatrzymuje on układ i sprowadza zawór do pozycji zamkniętej. Po prawej stronie górnego wiersza jest stan zaworu: OPEN (otwarty) lub CLOSE (zamknięty); jeżeli stan ulega zmianie, wówczas ten tekst miga.

Dolny wiersz to informacja o trybie pracy (HEAT – grzanie, COOL – chłodzenie), zadanych temperaturach (dolna/górna) zadziałania zaworu w pełnych stopniach Celsjusza oraz maksymalnym czasie działania silnika elektrozaworu. Podczas pracy silnika wartość ta ulega dekrementacji. Jeżeli dojdzie do zera, silnik wyłącza się. Możliwe jest wcześniejsze przerwanie tego ruchu przez sygnał z wyłącznika krańcowego.

Przed rozpoczęciem właściwej pracy należy zadbać o ustawienie prawidłowych wartości. Służą do tego przyciski S1 (zwiększający wartość) i S2 (zmniejszający wartość). To, który parametr ma być aktualnie modyfikowany, wybiera się poprzez trwałe trzymanie jednego z przycisków S3…S6. Ich szczegółowe działanie zostało zestawione w **tabeli 1**. W ten sposób utrudniona jest przypadkowa modyfikacja którejś wielkości – jednocześnie muszą być wciśnięte dwa przyciski. Po upływie około 10 s od ostatniej modyfikacji, układ zapisuje nastawy w nieulotnej pamięci EEPROM. Będą one z niej pobrane po ponownym włączeniu zasilania. Gdyby któraś z komórek pamięci została uszkodzona bądź mikrokontroler byłby świeżo zaprogramowany, układ stosuje wartość domyślną (wypisane w tabeli 1).

Tabela 1. Parametry ustawiane przyciskami S3…S6

Numer przycisku	Ustawiany parametr	Wartość minimalna	Wartość maksymalna	Wartość domyślna
S3	Górna temperatura zadziałania zaworu (zamknięcie w trybie grzania i otwarcie w trybie chłodzenia)	Temperatura dolna +1°C	99°C	2°C
S4	Dolna temperatura zadziałania zaworu (otwarcie w trybie grzania i zamknięcie w trybie chłodzenia)	1°C	Temperatura górna – 1°C	1°C
S5	Tryb pracy (grzanie/chłodzenie)	Chłodzenie (COOL)	Grzanie (HEAT)	Grzanie (HEAT)
S6	Maksymalny czas pracy silnika elektrozaworu	2 s	300 s	2 s



Rysunek 6. Podłączenie silnika i wyłączników krańcowych do płytki

Po załączeniu zasilania układ zawsze zamyka zawór – dąży do pozycji CLOSE. W ten sposób ma pewność, z jakiej pozycji zaworu zaczyna sterowanie. W trybie grzania: jeżeli temperatura aktualna przekracza górną bądź jest jej równa, zawór ulega całkowitemu zamknięciu. Po ochłodzeniu do temperatury dolnej zawór otwiera się w 100%. W trybie chłodzenia role te są odwrócone: nagrzanie powyżej górnego progu otwiera zawór, zaś ochłodzenie poniżej dolnego zamyka go.

Ruch silnika elektrozaworu ustaje po odliczeniu przez układ zadanego czasu. Można w ten sposób sterować urządzeniami, które mają wbudowane wyłączniki krańcowe odcinające zasilanie lub sprzęgło zapobiegające zablokowaniu osi silnika prądu stałego po uzyskaniu przez zawór skrajnej pozycji. Ale można również wykorzystać do tego dwa wyłączniki krańcowe ze stykami NO, które nie są połączone elektrycznie z silnikiem. Ich podłączenie do układu według **rysunku 6** pozwala na wcześniejsze zakończenie cyklu otwierania i zamykania. Wystarczy, że jeden z nich zostanie zwarty w trakcie ruchu elektrozaworu. Aby jednak nie doszło do wyłączenia silnika, zanim ten na dobre nie ruszy, przez 10% czasu ustawionego czasu maksymalnego układ ignoruje sygnały podawane przez wyłączniki krańcowe. W tym czasie oś zaworu powinna opuścić skrajne położenie, w którym się znajdowała.

W złączu J3, między GND a STOP OPEN, powinien być włączony ten wyłącznik krańcowy, który ulegnie zwarciu po całkowitym otwarciu zaworu. Z kolei między GND i STOP CLOSE należy włączyć ten, który wykryje całkowite zamknięcie zaworu. Silnik, podłączony do zacisków złącza J5, powinien mieć trzy wyprowadzenia: jeden wspólny zacisk masy i dwa zaciski dodatnie, służące ruchowi w kierunku otwarcia (OPEN) i zamknięcia (CLOSE) zaworu.

W czasie ruchu silnika elektrozaworu układ nie wykonuje regulacji. To oznacza, że porównanie aktualnej wartości temperatury z zadanymi progami zostanie wykonane po tym, jak zawór skończy się otwierać lub zamykać. Przez cały ten czas jest dostępny podgląd aktualnej wartości temperatury na wyświetlaczu. Dlatego sterowany obiekt musi cechować się dostatecznie wysoką inercją w porównaniu do czasu ruchu zaworu, aby w czasie jego ruchu temperatura nie uległa zbyt gwałtownej zmianie.

Układ potrafi wykryć dwa rodzaje błędów i zareagować na nie. Pierwszym jest wcześniej wspomniany błąd czujnika temperatury – jeżeli dojdzie do niego, układ zamyka całkowicie zawór i czeka na przywrócenie prawidłowych wskazań. Drugim przypadkiem sytuacji awaryjnej jest wykrycie zwarcia dwóch wyłączników krańcowych jednocześnie, co w typowej sytuacji nie powinno mieć miejsca. Wtedy też zawór ulega zamknięciu, co trwa tyle, ile ustalony czas maksymalny.

Układ może działać bez podłączonych zewnętrznych wyłączników krańcowych. Wtedy zaciski złącza J3 należy zostawić niepodłączone do niczego. Cykl zamykania i otwierania zaworu będzie się odbywał za każdym razem z maksymalnym, zadanym wcześniej czasem działania.

Michał Kurzela, EP

eprasa.pl b722c3c0ae

Najnowsze płytki Raspberry Pi 5 dostępne w przedsprzedaży w Farnell

Długo wyczekiwane nowe płytki Raspberry Pi 5 z pamięcią RAM 4 GB i 8 GB dostępne są przedsprzedaży w Farnell, który jest wyłącznym globalnym licencjobiorcą Raspberry Pi. Najnowsza wersja komputerka zapewnia dwu- lub trzykrotny wzrost wydajności w porównaniu do Raspberry Pi 4, w tym znaczny wzrost wydajności procesora graficznego oraz ulepszenia w zakresie kamery, wyświetlacza i interfejsu USB.



Wprowadzone udoskonalenia są w dużej mierze zasługą specjalizowanego kontrolera I/O o oznaczeniu RP1, który został zaprojektowany od podstaw przez zespól Raspberry Pi. Inne cechy nowego Raspberry Pi 5 obejmują:

- czterordzeniowy, 64-bitowy procesor Arm Cortex-A76 2,4 GHz z 512 kB pamięci podręcznej L2 i 2 MB współdzielonej pamięci podręcznej L3,
- procesor graficzny VideoCore VII,
- LPDDR4X-4267 SDRAM,
- łączność Wi-Fi 802.11ac 2,4 GHz i 5,0 GHz,
- Bluetooth 5.0/Bluetooth Low Energy (BLE),
- gniazdo kart micro SD z obsługą szybkiego trybu SDR104,
- 2× porty USB 3.0, obsługujące jednoczesną pracę z prędkością 5 Gb/s oraz 2× porty USB 2.0,
- Gigabit Ethernet z obsługą PoE+ (wymaga PoE+ HAT),
- 2× transceivery 4-torowe MIPI kamery/wyświetlacza,
- interfejs PCIe 2.0 x1 dla szybkich urządzeń peryferyjnych,
- zasilanie 5 V/5 A DC (z obsługą PD),
- standardowe 40-pinowe złącze Raspberry Pi,
- zegar czasu rzeczywistego (RTC), zasilany z zewnętrznej baterii,
- wbudowany przełącznik zasilania.

Inna zmiana dotyczy nowej obudowy z ulepszonymi funkcjami termicznymi, która jest wyposażona w zintegrowany wentylator o zmiennej prędkości, zasilany i sterowany z ze złącza na płytce Raspberry Pi 5. Aktywne chłodzenie zapewnia alternatywne rozwiązanie chłodzenia dla klientów, którzy chcą używać swojego Raspberry Pi 5 przy długotrwałym dużym obciążeniu. Nowy zasilacz USB-C PD (Power Delivery) o mocy 27 W zapewnia maksymalne napięcie 5,1 V i prąd 5 A, umożliwiając Raspberry Pi 5 zasilanie szerszej gamy urządzeń peryferyjnych.

Eben Upton, CEO Raspberry Pi powiedział: „Raspberry Pi 5 to największy, trwający ponad pół dekady, program inżynieryjny, jakiego kiedykolwiek się podjęliśmy. Jesteśmy niezwykle podekscytowani wydajnością ukończonego produktu: bezkompromisowego komputera stacjonarnego z systemem Linux za jedyne 60 USD. Farnell jest licencjobiorcą Raspberry Pi od czasu wprowadzenia oryginalnego produktu na rynek w lutym 2012 roku, a teraz jest naszym jedynym dystrybutorem. Cieszymy się, że możemy współpracować, aby wprowadzić nasz najnowszy i najpotężniejszy flagowy produkt dla klientów na całym świecie".

Simon Meadmore, VP Product & Supplier Management w Farnell powiedział: „Farnell jest dumny z bycia wyłącznym globalnym licencjobiorcą produkcyjnym Raspberry Pi 5, bazując na fenomenalnym sukcesie Raspberry Pi 4. Nowe płytki oferują użytkownikom imponujące polepszenie wydajności procesora i procesora graficznego wraz z wieloma ulepszeniami w zakresie kamery, wyświetlacza i interfejsu USB, które razem zapewnią nowe, ekscytujące możliwości dla fanów na całym świecie".

Zamówienia w przedsprzedaży złożone w Farnell zostaną wysłane pod koniec października z Farnell w regionie EMEA. Więcej informacji można uzyskać na stronie http://www.farnell.com.

element14
/ AN AVNET COMMUNITY

eprasa.pl b722c3c0ae

W ofercie AVT*
AVT6005

Podstawowe parametry:
- zakres regulacji tonów niskich: ±14 dB; wysokich: ±14 dB,
- zakres regulacji głośności: –47...0 dB; balansu: ±79 dB,
- zakres regulacji wzmocnienia multipleksera wejściowego: 0...28 dB,
- separacja kanałów stereo: 90 dB,
- odstęp sygnału od szumu S/N: 106 dB,
- zniekształcenia harmoniczne THD: 0,1%,
- impedancja wejściowa: 100 kΩ; wyjściowa: 30 kΩ,
- minimalna impedancja obciążenia: 2 kΩ,
- maksymalne napięcie wejściowego sygnału audio: 2 VRMS,
- napięcia zasilania: 7...10 V; prąd obciążenia: 120 mA.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

AVT5975	Regulator barwy dźwięku, głośności i balansu (EP 3/2023)
AVT5873	Stereofoniczny aktywny regulator głośności (EP 8/2021)
AVT5851	7-pasmowy korektor graficzny (EP 4/2021)
AVT5816	Regulator balansu tonów (EP 10/2020)
AVT5637	Wielokanałowy regulator głośności VCA (EP 8/2018)
AVT5629	Cyfrowy regulator głośności z układem PT2257 (EP 6/2018)
AVT3222	Sterowany dowolnym pilotem potencjometr audio z przekaźnikiem (EdW 5/2018)
AVT1979	Korektor barwy dźwięku (EP 11/2017)
AVT1971	Stereofoniczny regulator barwy tonu zasilany z baterii (EP 9/2017)
AVT1972	Potencjometr „Panorama" audio (EP 9/2017)

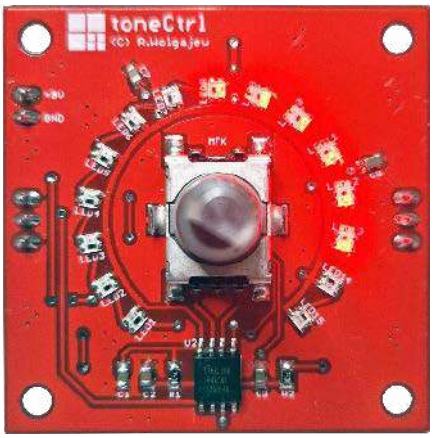
* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja **[B]** nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji **[B]** zawiera elementy elektroniczne (w tym **[UK]** – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- **wersja [C]** – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw **[B]** (elementy wlutowane w płytkę PCB),
- **wersja [A]** – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.

Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- **wersja [A+]** – płytka drukowana **[A]** + zaprogramowany układ **[UK]** i dokumentacja,
- **wersja [UK]** – zaprogramowany układ.

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! **http://sklep.avt.pl**

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: **kity@avt.pl**.

toneCtrl (2)
– regulator barwy dźwięku



Prezentujemy drugą część opisu nowoczesnego regulatora barwy dźwięku. Dzięki kompaktowej budowie i intuicyjnej obsłudze może znaleźć zastosowanie zarówno przy implementacji nowoczesnych rozwiązań we współczesnych urządzeniach audio, jak i umożliwić modernizację i poprawę parametrów elektrycznych systemów spod znaku vintage.

Zanim przejdę do zagadnień montażowych nie sposób nie opisać podstawowych zagadnień implementacyjnych w zakresie oprogramowania układowego. Zacznijmy od modułu obsługi układu TDA7440.

Oprogramowanie sterujące

Zanim przejdę do schematu samego urządzenia, nie sposób nie opisać podstawowych zagadnień implementacyjnych w zakresie oprogramowania układowego. Zacznijmy od modułu obsługi układu TDA7440, a dokładnie od pliku nagłówkowego do obsługi tegoż peryferium upraszczającego i porządkującego późniejszy kod, który to plik pokazano na **listingu 1**.

Zanim przejdę do konkretnych funkcji odpowiedzialnych za realizację dostępnej funkcjonalności układu TDA7440, trzeba powiedzieć sobie, w jaki sposób, przy udziale interfejsu I²C, przeprowadzane są stosowne regulacje. Nie ma tu żadnej niespodzianki. Układ TDA7440 wyposażono w szereg rejestrów konfiguracyjnych o odrębnych adresach. Zapis do tych rejestrów stosownych wartości powoduje zmianę parametrów regulacyjnych układu. Wspomniany zapis możemy wykonać w dwóch dostępnych trybach: bez autoinkrementacji i z autoinkrementacją. Tryb pierwszy pozwala na zapis jednego rejestru konfiguracyjnego podczas jednej pełnej ramki transmisji na magistrali I²C, podczas gdy tryb drugi (z autoinkrementacją) pozwala na zapis wartości wielu rejestrów konfiguracyjnych podczas jednej pełnej ramki transmisji na magistrali I²C, co w założeniach ma zmniejszyć ruch na magistrali danych.

Kompletną ramkę transmisji układu TDA7440 dla obu trybów transmisji pokazano na **rysunku 7**. Dalej, na **listingu 2** pokazano funkcję odpowiedzialną za wybór aktywnego wejścia multipleksera wejściowego układu TDA7440, zaś na **listingu 3** pokazano funkcję odpowiedzialną za ustawienie

Listing 1. Plik nagłówkowy modułu obsługi układu TDA7440

```
//Adres układu TDA7440
//oraz bit autoinkrementacji
#define TDA7440_ADDR 0x88
#define AUTO_INCREMENT_MODE 0b10000

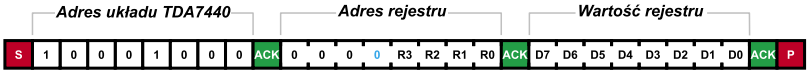
//Definicje rejestrów konfiguracyjnych
// i wybranych ustawień
#define INPUT_SELECT_REG 0x00
    #define INPUT1 0x03
    #define INPUT2 0x02
    #define INPUT3 0x01
    #define INPUT4 0x00

#define INPUT_GAIN_REG 0x01
#define VOLUME_REG 0x02
#define BASS_REG 0x03
#define UNUSED_REG 0x04
#define TREBLE_REG 0x05
#define SPEAKER_ATT_R_REG 0x06
#define SPEAKER_ATT_L_REG 0x07
```

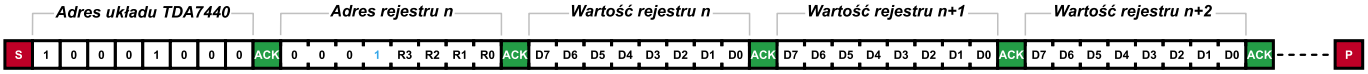
Listing 2. Funkcja odpowiedzialna za wybór aktywnego wejścia multipleksera wejściowego układu TDA7440

```
void TDA7440setInput(uint8_t Input){
    i2cStart();
    i2cWriteByte(TDA7440_ADDR);
    i2cWriteByte(INPUT_SELECT_REG);
    //Używamy predefiniowanych stałych
    i2cWriteByte(Input);
    i2cStop();
}
```

Operacja zapisu pojedynczego rejestru:



Operacja zapisu wielu kolejnych rejestrów:



S *- sygnał Start magistrali I²C*
P *- sygnał Stop magistrali I²C*

Rysunek 7. Kompletna ramka transmisji układu TDA7440 dla obu trybów transmisji

eprasa.pl b722c3c0ae

Listing 3. Funkcja odpowiedzialna za ustawienie wzmocnienia multipleksera wejściowego układu TDA7440

```
//Gain: 0...15 odpowiada
//wzmocnieniu 0...+30 dB (krok 2 dB)
void TDA7440setInputGain(uint8_t Gain){
    i2cStart();
    i2cWriteByte(TDA7440_ADDR);
    i2cWriteByte(INPUT_GAIN_REG);
    i2cWriteByte(Gain);
    i2cStop();
}
```

wzmocnienia dla tegoż multipleksera. Kolejną funkcją jest funkcja odpowiedzialna za regulację głośności układu TDA7440, której ciało pokazano na **listingu 4**. Czas na kluczowe funkcje odpowiedzialne za regulację wzmocnienia w zakresie tonów niskich i wysokich, których ciała pokazano odpowiednio na **listingach 5 i 6**. I na koniec zagadnień implementacyjnych związanych z obsługą układu TDA7440 funkcja odpowiedzialna za regulację balansu, której ciało pokazano na **listingu 7**.

Mamy już komplet informacji, dzięki którym jesteśmy w stanie efektywnie obsługiwać ustawienia układu TDA7440, w związku z czym pora na zaprezentowanie niezmiernie prostych funkcji odpowiedzialnych za obsługę adresowalnych diod LED RGB typu OSTW2020C1E. Zacznijmy od pliku nagłówkowego do obsługi tegoż peryferium upraszczającego i porządkującego późniejszy kod, który to plik pokazano na **listingu 8**. Dalej, na **listingu 9** pokazano ciało funkcji odpowiedzialnej za przesłanie jednego bitu danych przy udziale wspomnianego wcześniej asynchronicznego interfejsu komunikacyjnego. Warto zauważyć, że stosowną funkcję zdefiniowano, używając atrybutu `__always_inline__`, który instruuje kompilator, by ZAWSZE wstawiał rozwinięcie funkcji w miejscu wywołania, nie zaś skok do jej ciała. Jest to o tyle istotne, iż operujemy na dość rygorystycznych timingach rzędu setek nanosekund, gdzie, przy częstotliwości taktowania mikrokontrolera rzędu 8 MHz (okres 125 ns), niepotrzebne (z punktu widzenia programisty, nie kompilatora) wykonanie jakiegoś rozkazu asemblera może zmienić całą transmisję danych, uniemożliwiając jakiekolwiek sterowanie wspomnianymi elementami.

Skoro mamy już funkcję umożliwiającą przesłanie jednego bitu informacji, to pora na funkcję (także odpowiednio zadeklarowaną) umożliwiającą przesłanie kompletnego bajta danych, przy udziale wspomnianego wcześniej interfejsu danych, której ciało pokazano na **listingu 10**. Dalej, by

Ustawienia Fuse-bitów:
CKSEL3...0: 0010
SUT1...0: 10
CKDIV8: 1
CKOUT: 1
DWEN: 1
EESAVE: 0
RSTDISBL: 0

Listing 4. Funkcja odpowiedzialna za regulację głośności układu TDA7440

```
//Volume: 0 odpowiada MUTE, zaś 1...48
//odpowiada tłumieniu –47...0 dB (krok 1 dB)
void TDA7440setVolume(uint8_t Volume){
    i2cStart();
    i2cWriteByte(TDA7440_ADDR);
    i2cWriteByte(VOLUME_REG);
    if(Volume == 0) i2cWriteByte(0b00111000);
    else i2cWriteByte(48-Volume);
    i2cStop();
}
```

Listing 5. Funkcja odpowiedzialna za regulację wzmocnienia w zakresie tonów niskich układu TDA7440

```
//Bass: 0...6 odpowiada tłumieniu –14...–2 dB,
//7 odpowiada 0dB, zaś 8...14 odpowiada
//wzmocnieniu +2...+14dB (krok 2dB)
void TDA7440setBass(uint8_t Bass){
    i2cStart();
    i2cWriteByte(TDA7440_ADDR);
    i2cWriteByte(BASS_REG);
    if(Bass < 8) i2cWriteByte(Bass);
    else i2cWriteByte(22-Bass);
    i2cStop();
}
```

Listing 6. Funkcja odpowiedzialna za regulację wzmocnienia w zakresie tonów wysokich układu TDA7440

```
//Treble: 0...6 odpowiada tłumieniu –14...–2 dB,
//7 odpowiada 0dB, zaś 8...14 odpowiada
//wzmocnieniu +2...+14dB (krok 2dB)
void TDA7440setTreble(uint8_t Treble){
    i2cStart();
    i2cWriteByte(TDA7440_ADDR);
    i2cWriteByte(TREBLE_REG);
    if(Treble < 8) i2cWriteByte(Treble); else i2cWriteByte(22-Treble);
    i2cStop();
}
```

Listing 7. Funkcja odpowiedzialna za regulację balansu układu TDA7440

```
//Balance: 0...72 odpowiada tłumieniu kanału
//prawego MUTE...-72...-1dB, 73 to balans na 0dB,
//74...146 odpowiada tłumieniu kanału
//lewego -1...-72dB...MUTE (krok 1dB)
void TDA7440setBalance(uint8_t Balance){
    i2cStart();
    i2cWriteByte(TDA7440_ADDR);
    i2cWriteByte(SPEAKER_ATT_R_REG|AUTO_INCREMENT_MODE);
    if(Balance < 73){
        if(Balance == 0) i2cWriteByte(0b01111000);
        //Tłumienie prawego kanału
        else i2cWriteByte(73-Balance);
        //Lewy na 0dB
        i2cWriteByte(0);
    } else if(Balance > 73){
        //Prawy na 0dB
        i2cWriteByte(0);
        if(Balance == 146) i2cWriteByte(0b01111000);
        //Tłumienie lewego kanału
        else i2cWriteByte(Balance-73);
    } else { //Balance = 73, czyli balans = 0
        i2cWriteByte(0); //Prawy na 0dB
        i2cWriteByte(0); //Lewy na 0dB
    }
    i2cStop();
}
```

Listing 8. Plik nagłówkowy modułu obsługi diod OSTW2020C1E

```
#define LED_PORT PORTB
#define LED_DDR DDRB
#define LED_PIN_NR PB0
#define LED_SET LED_PORT |= (1<<LED_PIN_NR)
#define LED_RESET LED_PORT &= ~(1<<LED_PIN_NR)
#define LED_PIN_AS_OUTPUT LED_DDR |= (1<<LED_PIN_NR)
```

Listing 9. Funkcja odpowiedzialna za przesłanie jednego bitu danych interfejsu diod OSTW2020C1E

```
__inline__ void __attribute__
    ((__always_inline__))ledSendBit(uint8_t Bit){
    if(Bit){
        LED_SET;
        _delay_us(0.65);
        LED_RESET;
        _delay_us(0.65);
    } else {
        LED_SET;
        _delay_us(0.25);
        LED_RESET;
        _delay_us(0.65);
    }
}
```


eprasa.pl b722c3c0ae

Listing 10. Funkcja odpowiedzialna za przesłanie jednego bajta danych interfejsu diod OSTW2020C1E

```
__inline__ void __attribute__
    ((__always_inline__)) ledSendByte(uint8_t Byte){
    ledSendBit(Byte & 0x80);
    ledSendBit(Byte & 0x40);
    ledSendBit(Byte & 0x20);
    ledSendBit(Byte & 0x10);
    ledSendBit(Byte & 0x08);
    ledSendBit(Byte & 0x04);
    ledSendBit(Byte & 0x02);
    ledSendBit(Byte & 0x01);
}
```

Listing 11. Funkcja pozwalającą na przesłanie kompletnej informacji o kolorze diody LED typu OSTW2020C1E

```
__inline__ void __attribute__
    ((__always_inline__)) ledSendColor(
    uint8_t R, uint8_t G, uint8_t B) {
    ledSendByte(G);
    ledSendByte(R);
    ledSendByte(B);
}
```

Listing 12. Funkcja odpowiedzialna za transmisję sygnału RESET interfejsu diod OSTW2020C1E

```
inline void ledReset(void){
    LED_RESET;
    _delay_us(300);
}
```

uprościć zapis danych do adresowalnych diod LED RGB, przewidziano funkcję pozwalającą na przesłanie kompletnej informacji o kolorze tejże diody LED, której ciało pokazano na **listingu 11**. Zapewne pamiętacie, że asynchroniczny interfejs komunikacyjny diod LED typu OSTW2020C1E przewiduje transmisję jeszcze jednego sygnału, a mianowicie sygnału RESET. Ciało funkcji odpowiedzialnej za transmisję sygnału RESET interfejsu diod OSTW2020C1E pokazano na **listingu 12**.

Normalnie w tym miejscu zakończyłbym opis obsługi naszych ciekawych diod LED RGB, ale nie tym razem. Prawdę mówiąc, funkcje pokazane powyżej będą działać bez problemów wyłącznie na szybszych mikroprocesorach, dla których jeden cykl zegarowy jest o rząd wielkości krótszy niż timingi odpowiedzialne za wysłanie poszczególnych bitów koloru diod LED. W innym przypadku, czyli tak jak u nas, gdzie takt zegara trwa 125 ns (dla częstotliwości taktowania 8 MHz), wykonanie każdego, dodatkowego rozkazu (jak na przykład sprawdzenie wartości każdego bitu zmiennej przeznaczonej do wysłania) może dość skutecznie zepsuć całą transmisję danych, gdyż niezachowane są wówczas rygorystyczne timingi kodujące bity informacji. Jak sobie z tym poradzić?

Dość prosto, choć nie nazbyt optymalnie. Ja utworzyłem osobne funkcje dla każdego rodzaju bitu (0 i 1) i każdego koloru, który zamierzałem przesyłać, a wszelkie warunki zastąpiłem gotowym do wykonania kodem bez zbędnych (z punktu widzenia transmisji) rozkazów. Spowodowało to powstanie wielu funkcji o bardzo prostym (i w gruncie rzeczy podobnym), acz długim kodzie, który zachował niezbędne timingi. Te uproszczone funkcje, o których mowa powyżej, pokazałem na **listingu 13**, gdzie zamieszczono odrębne funkcje dla każdego z bitów informacji (0 i 1) i przykładową funkcję wysyłającą dane dla koloru czerwonego. Dzięki takiemu rozwiązaniu bez problemu możemy transmitować dane do naszych diod LED, korzystając z mikrokontrolera taktowanego zegarem 8 MHz.

Oczywiście, i czego się zapewne domyślacie, w czasie takiej transmisji należy blokować możliwość obsługi przerwań systemowych. Można również poradzić sobie w prostszy sposób, zwyczajnie zwiększając prędkość zegara taktującego mikrokontroler (najlepiej co najmniej dwukrotnie), lecz ja nie chciałem iść tą drogą, gdyż wydatnie zwiększa się wtedy zapotrzebowanie systemu mikroprocesorowego na energię. Inną sprawą jest to, iż w przypadku naszego mikrokontrolera nie mam już wolnych portów I/O, by podłączyć niezbędny rezonator kwarcowy, w związku z czym należałoby zastosować element o większej liczbie wyprowadzeń, co z kolei nie jest pożądane z uwagi na wymiary obwodu drukowanego. Kolejną możliwością jest zastosowanie jakiegoś sprzętowego, szeregowego medium transmisyjnego wbudowanego w mikrokontroler (USART lub SPI), ale i w takim przypadku nie uciekniemy od konieczności zwiększenia częstotliwości taktowania mikrokontrolera. Uff, to tyle.

Przebrnęliśmy przez wszelkie zagadnienia implementacyjne, w związku z czym pora na omówienie schematu ideowego naszego urządzenia, który pokazano na **rysunku 7**. Jest to bardzo prosty system mikroprocesorowy, którego sercem jest niewielki mikrokontroler firmy Microchip (dawniej Atmel) typu ATtiny85 taktowany wewnętrznym, wysokostabilnym generatorem RC o częstotliwości 8 MHz. Jest on odpowiedzialny za programową implementację interfejsu I²C, przy użyciu którego realizuje obsługę układu TDA7440. Ponadto mikrokontroler nasz realizuje obsługę szeregu adresowalnych diod LED

Listing 13. Uproszczone funkcje umożliwiające poprawną transmisję sygnałów sterujących interfejsu diod OSTW2020C1E dla mikrokontrolera taktowanego zegarem 8 MHz

```
#define NOP() __asm__ __volatile__ ("nop")

//Dla zegara 8MHz (NOP = 125ns)
__inline__ void __attribute__
    ((__always_inline__)) ledSendBit0(void){
    LED_SET;
    NOP();
    LED_RESET;
    NOP();
    NOP();
    NOP();
    NOP();
    NOP();
}

//Dla zegara 8MHz (NOP = 125ns)
__inline__ void __attribute__
    ((__always_inline__)) ledSendBit1(void){
    LED_SET;
    NOP();
    NOP();
    NOP();
    NOP();
    NOP();
    LED_RESET;
    NOP();
    NOP();
    NOP();
    NOP();
    NOP();
}

__inline__ void __attribute__
    ((__always_inline__)) ledRed(void){
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();

    ledSendBit1();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();

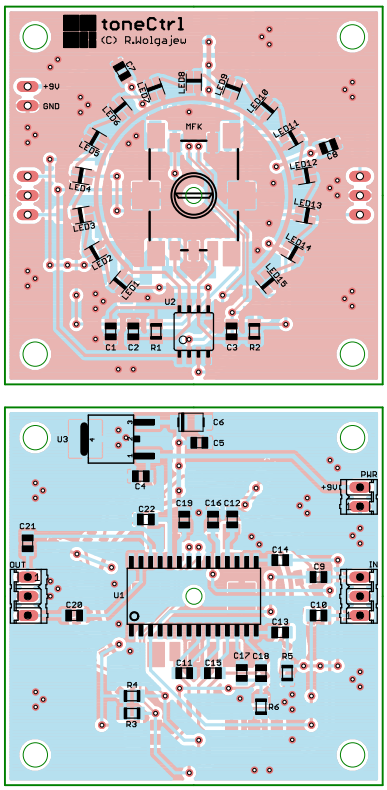
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
    ledSendBit0();
}
```

RGB stanowiących element graficznego interfejsu użytkownika oraz obsługę switcha MFK, używając w celu eliminacji drgań styków wbudowany układ czasowo-licznikowy Timer0 i stosowne przerwanie systemowe (przy okazji obsługiwane jest krótkie i długie naciśnięcie tegoż przycisku). Dodatkowo, dzięki skorzystaniu z przerwania zewnętrznego INT0, możliwa stała się efektywna obsługa kierunku obrotów enkodera, co było niezbędne podczas implementacji mechanizmów obsługi interfejsu użytkownika. Tyle w kwestii schematu, w zawiązku z czym przejdźmy do zagadnień montażowych.

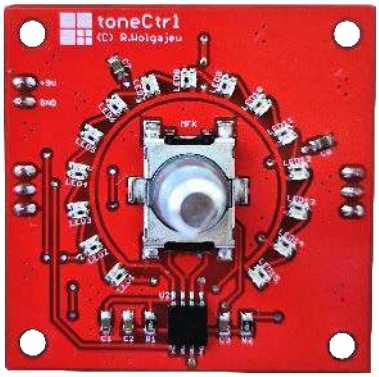
Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy naszego urządzenia pokazano na **rysunku 8**. Jak widać, zaprojektowano bardzo kompaktową, dwustronną płytkę drukowaną ze zdecydowaną przewagą elementów SMD montowanych po obu stronach laminatu. Montaż urządzenia rozpoczynamy od warstwy TOP, gdzie w pierwszej kolejności przylutowujemy diody LED RGB. Aby ułatwić sobie nieco to zadanie,

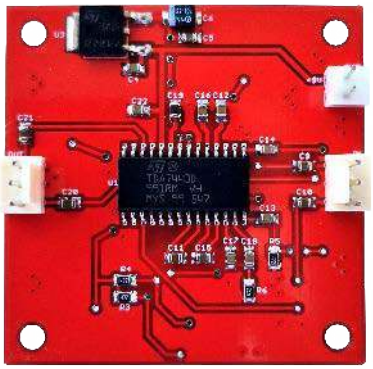
eprasa.pl b722c3c0ae



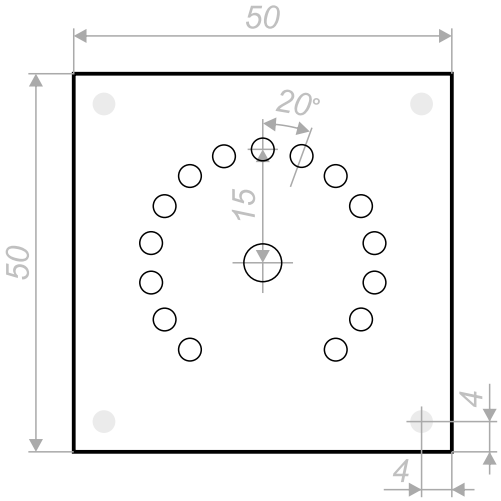
Rysunek 8. Schemat montażowy urządzenia toneCtrl



Fotografia 1. Wygląd zmontowanej płytki urządzenia toneCtrl widzianej od strony TOP (w wersji prototypowej)



Fotografia 2. Wygląd zmontowanej płytki urządzenia toneCtrl widzianej od strony BOTTOM (w wersji prototypowej)



Rysunek 9. Szablon upraszczający wykonanie otworów w płycie czołowej urządzenia toneCtrl

wspomniane elementy możemy wcześniej przykleić do obwodu drukowanego, stosując kropelkę dowolnego kleju nieprzewodzącego prąd, pamiętając jednocześnie, by klejem tym nie pokryć pól lutowniczych umieszczonych na spodzie obudowy każdej z tych diod. Warto zwrócić uwagę na polaryzację wspomnianych elementów, którą określa nadrukowany na spodzie obudowy pasek nieprzewodzącej farby. W następnej kolejności lutujemy mikrokontroler a na samym końcu elementy pasywne.

W tym momencie przechodzimy na warstwę BOTTOM, gdzie w pierwszej kolejności lutujemy elementy półprzewodnikowe (układ TDA7440 i stabilizator 78M05), dalej elementy pasywne, a na samym końcu gniazda IN, OUT oraz PWR. W tej chwili ponownie wracamy na warstwę TOP, by przylutować enkoder SMD, przy czym okazać się może, iż niezbędne stanie się usunięcie wystającego, niewielkiego plastikowego trzpienia umieszczonego na spodniej części jego obudowy (w płytce drukowanej przewidziano wyłącznie jeden otwór na środkowy trzpień o większej średnicy, podczas gdy mogą występować dwa).

Poprawnie zmontowany układ nie wymaga jakichkolwiek regulacji i powinien działać zaraz po włączeniu zasilania. Na **fotografii 1** pokazano wygląd zmontowanej płytki drukowanej urządzenia od strony TOP (w wersji prototypowej), zaś na **fotografii 2** odpowiedni widok od strony BOTTOM (także w wersji prototypowej).

Dla osób, które we własnym zakresie będą chciały wykonać panel czołowy do naszego urządzenia lub też zmodyfikować panel urządzenia, do którego zamontowany zostanie nasz regulator, przewidziałem stosowny szablon (w skali 1:1) pokazany na **rysunku 9**. Dla informacji dodam, że diody LED rozmieszczone są na bazie okręgu o promieniu 15 mm z odstępem o kąt 20° jedna od drugiej.

Obsługa

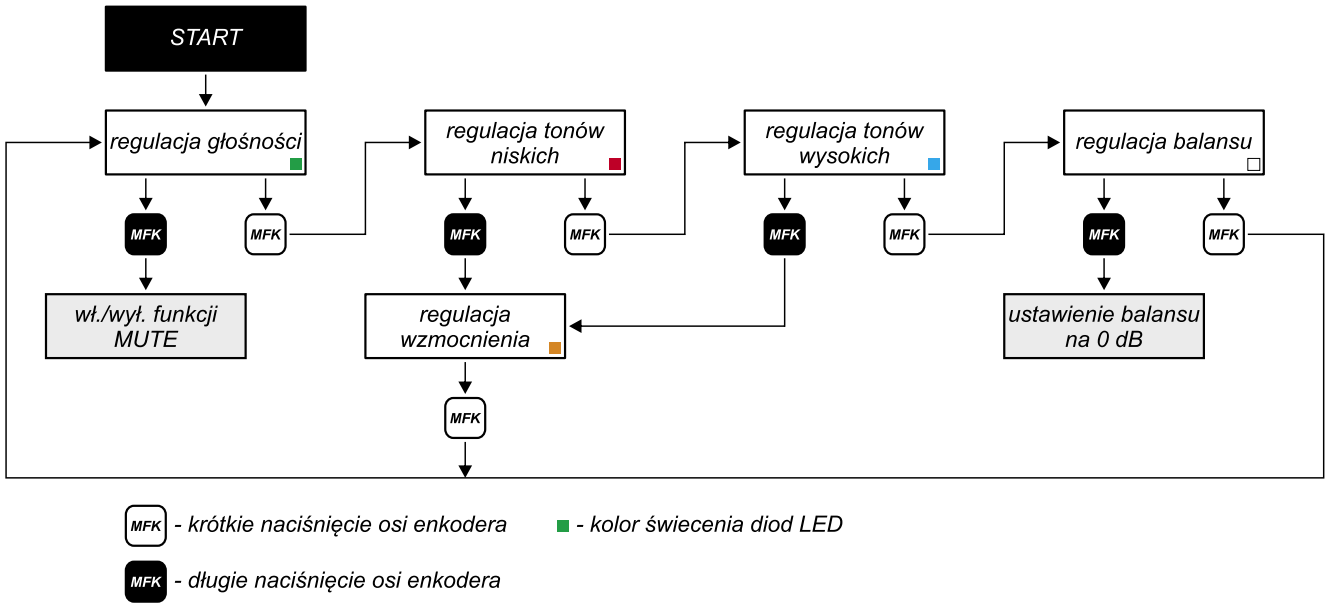
Projektując interfejs użytkownika urządzenia toneCtrl, kierowałem się zasadą maksymalnego uproszczenia sposobu obsługi układu, jak i chęcią wyposażenia go w odpowiednią paletę możliwości. W tym celu przewidziałem wyłącznie jeden element regulacyjny (enkoder z przyciskiem) oraz szereg diod LED (ułożonych po łuku wokół osi enkodera) pokazujących wartości regulowanych parametrów. Przełączenia trybu

REKLAMA



O projektach, miniprojektach, projektach soft i na wiele innych tematów dyskutuj na forum.ep.com.pl

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 10. Diagram prezentujący kompletny algorytm obsługi urządzenia toneCtrl

regulacji (czyli parametru, jaki będzie podlegał regulacji) dokonujemy poprzez krótkie naciśnięcie oski enkodera. Pokręcanie oski enkodera powoduje z kolei regulację wybranego parametru oraz wyświetlenie jego ustawień na wspomnianej wcześniej linijce LED, przy czym kolor diod LED i sposób prezentacji zależy od rodzaju regulowanego parametru (co oczywiste, w inny sposób prezentowane są ustawienia balansu, tonów niskich czy wysokich niż ustawienia wzmocnienia multipleksera wejściowego czy głośności).

Warto podkreślić, iż każdorazowej zmianie rodzaju regulowanego parametru (a więc krótkiemu naciśnięciu oski enkodera) towarzyszy zapisanie wszystkich ustawień urządzenia w nieulotnej pamięci EEPROM mikrokontrolera i ich późniejsze wczytanie podczas kolejnego uruchomienia urządzenia.

Długie naciśnięcie oski enkodera powoduje z kolei realizację dodatkowych funkcjonalności, których rodzaj zależy od aktywnego trybu regulacji. Na **rysunku 10** pokazano diagram prezentujący kompletny algorytm obsługi urządzenia toneCtrl.

Warto zauważyć, iż wejście w tryb ustawiania wzmocnienia multipleksera wejściowego dokonywane jest w nieco inny sposób niż przełączanie pozostałych trybów pracy urządzenia, co zostało wprowadzone celowo z uwagi na fakt, iż jest to ustawienie, którego dokonujemy w zasadzie wyłącznie raz, implementując nasze urządzenie w docelowym systemie audio.

Na koniec słowo uwagi na temat programowania mikrokontrolera. Uważny Czytelnik dostrzeże z pewnością, iż przycisk zintegrowany w ośce enkodera obsługiwany jest przez port PB5 mikrokontrolera będący jednocześnie portem sygnału RESET, który domyślnie nie może pełnić funkcji typowego portu I/O. Aby taką funkcję pełnił, niezbędne jest ustawienie (czyli wyzerowanie) fuse-bitu RSTDISBL. Jednak ustawienie (czyli wyzerowanie) tego bitu uniemożliwi dalsze programowanie mikrokontrolera za pomocą zwykłego szeregowego programatora, a jedyną dostępną wtedy opcją stanie się wysokonapięciowy programator równoległy. Wynika z tego, że w pierwszej kolejności należy wgrać oprogramowanie sterujące (HEX) a dopiero później ustawić docelowe fuse-bity. **Uwaga: brak ustawienia (wyzerowania) bitu RSTDISBL uniemożliwi obsługę przycisku enkodera.**

I już naprawdę na sam koniec dodam, iż włączeniu urządzenia towarzyszy pokazanie efektownej animacji za pomocą wbudowanych diod LED, która to, co oczywiste, nie wpływa na wprowadzane regulacje parametrów elektrycznych urządzenia.

Robert Wołgajew, EP

REKLAMA

Świat projektantów i programistów
dla elektroniki w nowej odsłonie.
Odwiedź wiecznie młody

ELPORTAL.pl

eprasa.pl b722c3c0ae

Podstawowe parametry:
- 2 porty USB z zabezpieczeniem przepięciowym i przeciążeniowym,
- interfejs Ethernet 10/100 wyprowadzony na zespolone gniazdo RJ45,
- 2 interfejsy UART na bazie FT234XD z wyprowadzonymi sygnałami RXD/TXD oraz RTS/CTS,
- interfejsy UART są uzupełnione o drivery RS232,
- format nakładki jest zgodny mechanicznie z płytkami HAT do Raspberry Pi,
- urządzenie jest hubem USB z rozszerzoną funkcjonalnością, dzięki czemu może współpracować z dowolnym komputerem PC wyposażonym w port USB, pracującym pod systemem Windows lub Linux.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

----	Filtr zasilania do Raspberry Pi (EP 9/2023)
----	Ekspander GPIO Raspberry Pi z taśmą FPC (EP 8/2023)
----	Sterownik unipolarnego mikrosilnika krokowego do Raspberry Pi Pico (EP 7/2023)
----	Sterownik dwóch silników krokowych do Raspberry Pi (EP 6/2023)
----	Expander wyjść z PWM na bazie układu PCA9624 (EP 6/2023)
----	Moduł redundancji zasilania do Raspberry Pi Zero (EP 5/2023)
AVT5978	Sterownik dwóch mikrosilników krokowych do Raspberry Pi Zero (EP 3/2023)
----	Sterownik taśm LED RGBCCT 12 V do Raspberry Pi Zero (EP 3/2023)
----	Eliminator drgań styków mechanicznych (EP 1/2023)
----	Moduł redundancji zasilania do komputerów SBC (EP 1/2023)
----	Sterownik mikrosilnika krokowego do Raspberry Pi Pico (EP 12/2022)
----	Radiomodem ISM do Raspberry Pi Zero (EP 11/2022)
----	Moduł LoRa do Raspberry Pi Pico (EP 9/2022)

* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja **[B]** nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji **[B]** zawiera elementy elektroniczne (w tym **[UK]** – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- **wersja [C]** – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw **[B]** (elementy wlutowane w płytkę PCB),
- **wersja [A]** – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.

Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- **wersja [A+]** – płytka drukowana **[A]** + zaprogramowany układ **[UK]** i dokumentacja,
- **wersja [UK]** – zaprogramowany układ.

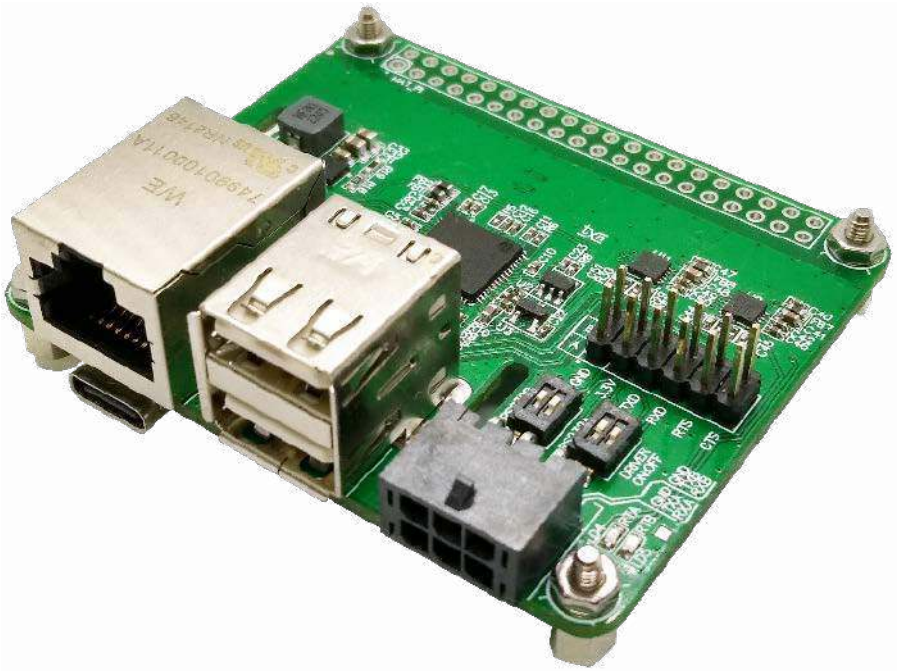
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! **http://sklep.avt.pl**

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: **kity@avt.pl**.

MultiHub

uniwersalny hub serwisowy do komputerów SBC i nie tylko

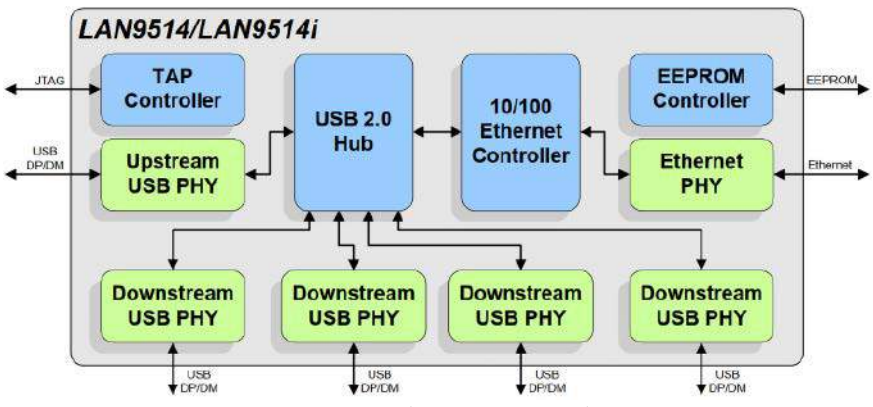
Opisany projekt rozszerza możliwości komputerów SBC takich jak Raspberry Pi o dodatkowy port Ethernet, USB 2.0 oraz dwa porty szeregowe UART z wbudowanymi konfigurowanymi driverami RS232. Moduł przydaje się podczas tworzenia aplikacji komunikacyjnych lub integracyjnych w systemach automatyki domowej lub IoT, eliminując plątaninę kabli i osobnych modułów.



Format nakładki jest zgodny mechanicznie z płytkami HAT do Raspberry Pi, co ułatwia jej pewne mocowanie, a wyfrezowane otwory nie utrudniają dostępu do złączy kamery i wyświetlacza Pi. Moduł zawiera specjalizowany 4-portowy hub USB z wbudowanym kontrolerem Ethernet 10/100 typu LAN9514 firmy Microchip. Struktura wewnętrzna układu została pokazana na **rysunku 1**. Nakładka, jako hub USB z rozszerzoną funkcjonalnością, może współpracować z dowolnym komputerem PC wyposażonym w port USB, pracującym pod systemem Windows lub Linux.

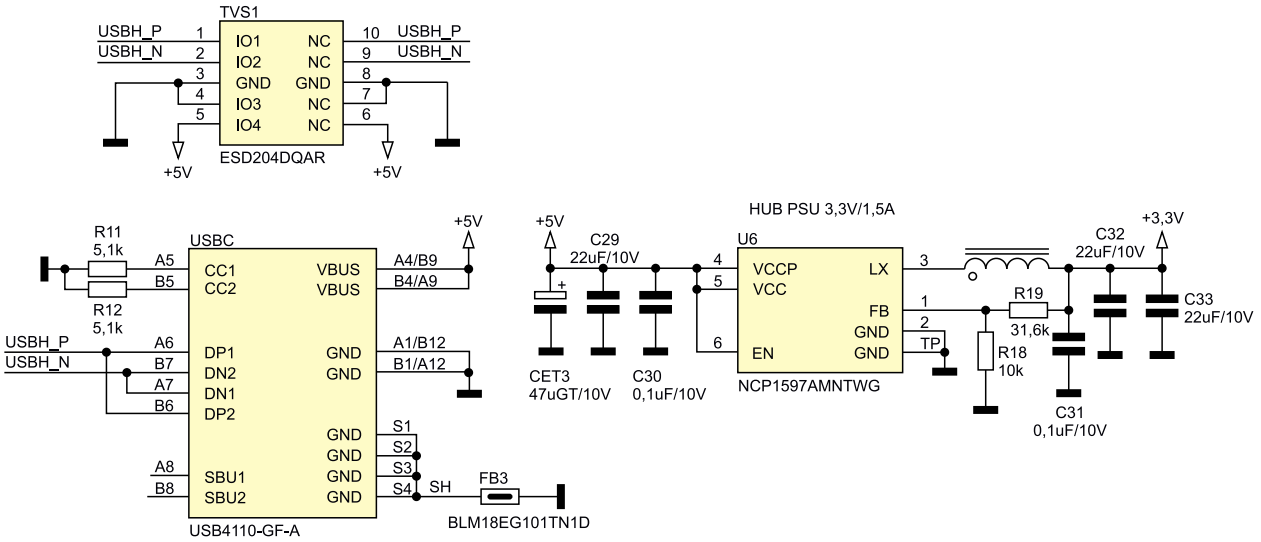
Budowa i działanie

Do połączenia z komputerem hosta zastosowano złącze USB-C typu 4410, umożliwiające podłączenie interfejsu USB-C w trybie zgodności z USB2.0. W trybie zgodności stosowane jest tylko zasilanie oraz jeden kanał komunikacyjny. Schemat połączeń interfejsu USB został pokazany na **rysunku 2**. Sygnały interfejsu USBH_P/N oraz zasilanie +5 V zabezpieczone są przed skutkami przepięć układem TVS1 typu ESD204DQAR zawierającym matrycę diod zabezpieczających o maej pojemności, zaprojektowaną do pracy z sygnałami szybkich interfejsów komunikacyjnych. Matryca jest „przelotowa", a zastosowana obudowa USON ułatwia projektowanie połączeń. Układ w zasadzie „nakładany" jest



Rysunek 1. Struktura wewnętrzna LAN9514 (za notą Microchip)

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 2. Schemat połączeń interfejsu USB

na linie sygnałowe, bez zmiany ich przebiegu, nie wymaga więc odbić ścieżek i tworzenia dodatkowych pętli w celu podłączenia zabezpieczenia. Pozwala to zachować impedancję połączeń, co jest szczególnie istotne w przypadku sygnałów różnicowych. Nie bez znaczenia jest też możliwość minimalizacji zakłóceń promieniowanych. Sygnały interfejsu USB doprowadzone są do układu LAN9514, a zasilania +5 V do układu przetwornicy obniżającej U6 typu NCP1597, z ustalonym dzielnikiem R18, R19 napięciem wyjściowym 3,3 V. Obecność zasilania 3,3 V sygnalizuje dioda LD3.

Głównym elementem MultiHuba jest układ U1 typu LAN9514, którego aplikacja została pokazana na **rysunku 3.** Układ U3 (MCP100T) zapewnia reset po włączeniu zasilania, U1 taktowany jest oscylatorem 25 MHz z rezonatorem kwarcowym XT1 i elementami C20, C21, R7. Część cyfrowa LAN9514 zasilana jest napięciem 3,3 V, każde z wyprowadzeń potencjału VDD33IO odsprzęgnięte jest kondensatorem C9...C13, zasilanie części analogowej +3,3 VA jest dodatkowo filtrowane przez dławik FB1 i odsprzęgniete przez C1...C7. Dla zasilania rdzenia LAN9514 stosowane jest napięcie 1,8 VL z wbudowanego LDO.

Zwora VBUS, domyślnie zalutowana w pozycji BP, informuje układ LAN9514 o sposobie zasilania, w pozycji PB jest to zasilanie z magistrali hosta, czyli ze złącza USB-C. Sygnalizacja obecności zasilania USB poprzez dzielnik R2, R3 podłączona jest do wyprowadzenia detekcji magistrali VBUSDET.

Układ LAN9514 ma możliwość indywidualnej konfiguracji m.in. VID/PID i zachowania danych w pamięci nieulotnej U2 typu 93LC66A. W modelu elementy są wlutowane, ale nie są używane, układ pracuje w konfiguracji fabrycznej.

LAN9514, oprócz samego czteroportowego huba, ma także cztery kanały zarządzania zasilaniem podłączonych urządzeń. Sygnały PWA...PWD sterują kluczami zasilania pokazanymi na **rysunku 4**. Jako klucze zastosowano układy U4, U5 typu MIC2026-1YM z prądem ograniczenia 0,5 A. Wyprowadzenie PRTCTLx LAN9514 jest dwukierunkowe, co umożliwia menedżerowi zasilania wbudowanemu w U1 sterowanie zasilaniem (ENx) z jednoczesnym monitorowaniem przeciążenia (!FLGx) klucza. Jeżeli zostanie wykryte przeciążenie na szynie zasilania, klucz zostaje odłączony i w zależności od zachowania systemu operacyjnego – może zostać wygenerowane powiadomienie o przeciążeniu portu.

Sygnały huba USB z kanałów A i B doprowadzone są do podwójnego gniazda USB. Zasilanie w każdym kanale zabezpieczone jest dodatkowo diodą TVS4, TVS5 oraz filtrowane przez FB4, FB5, C26, C27, co zapewnia jego stabilność podczas podłączania urządzenia USB. Sygnały interfejsów A i B zabezpieczone są przez układ TVS3, podobnie jak sygnały USB hosta.

Intefejs Ethernet 10/100, zaprezentowany na **rysunku 5**, wyprowadzony jest na zespolone gniazdo RJ45 typu 74990100011 A. Rezystory R13, R14, R16, R17 dopasowują sygnały różnicowe LTX/LRX, R15, C28 filtruje zasilanie odczepów środkowych wbudowanych transformatorów. Układ TVS2 zabezpiecza interfejs przed skutkami przepięć. Diody LD2, LD1 sygnalizują aktywne połączenie i transmisję danych.

Kanały C i D huba doprowadzone są do konwerterów USB/UART typu FT234XD (**rysunek 6**). Każdy z kanałów ma niezależne zasilanie +3,3 VA/VB pochodzące z klucza U5. Do sygnalizacji aktywnej transmisji służą diody LD4, LD5. Układy FT234 skonfigurowane są do sygnalizacji sumy

Wykaz elementów, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

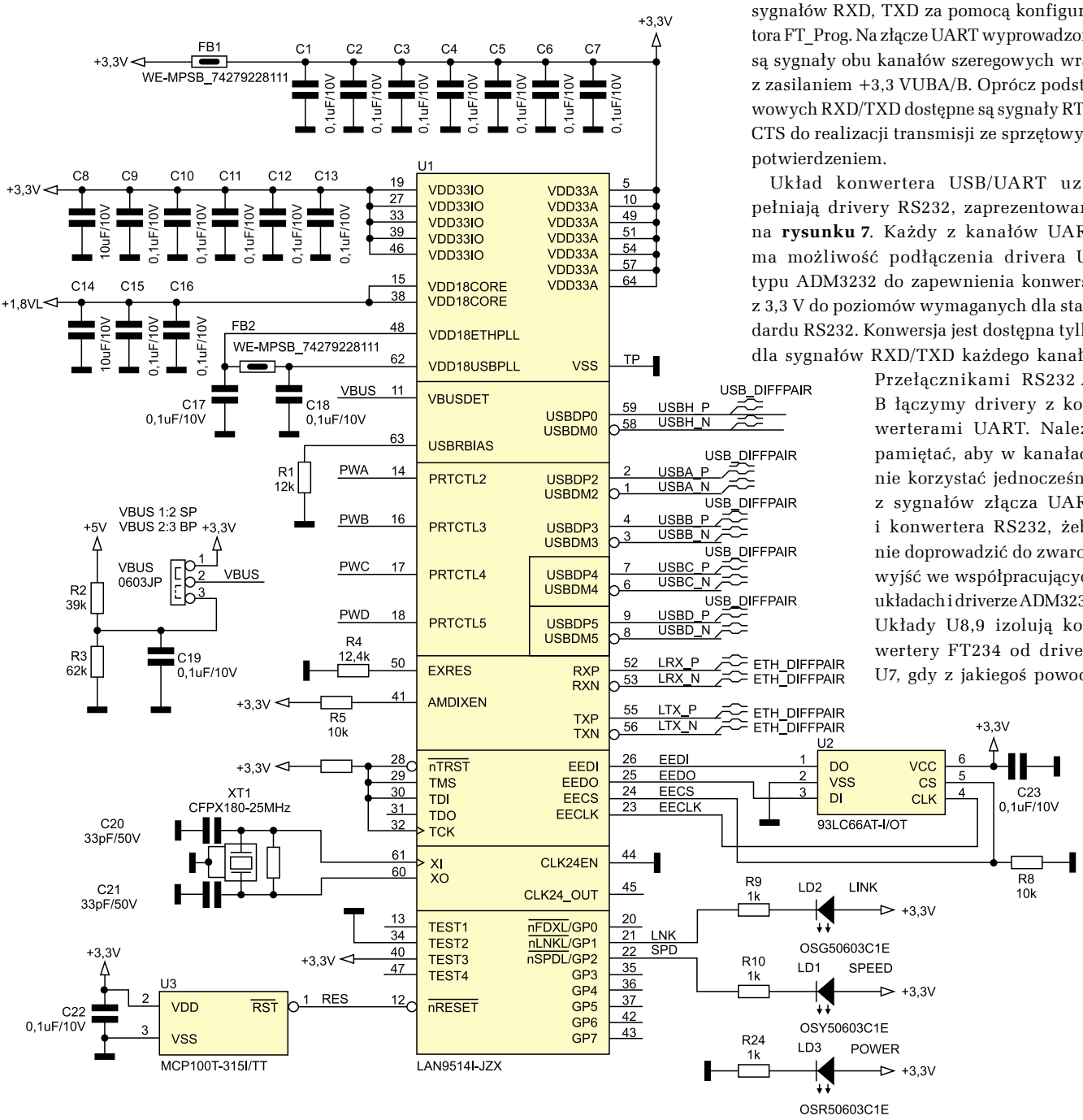
Rezystory:
R1: 12 kΩ (SMD0402)
R2: 39 kΩ (SMD0402)
R3: 62 kΩ (SMD0402)
R4: 12,4 kΩ (SMD0402)
R5, R6, R8: 10 kΩ (SMD0402)
R7: 1M Ω (SMD0402)
R9, R10, R24, R25, R26: 1 kΩ (SMD0402)
R11, R12: 5,1 kΩ (SMD0402)
R13, R14, R16, R17: 49,9 Ω (SMD0402)
R15, R20...R23: 10 Ω (SMD0603)
R18: 10 kΩ (SMD0603)
R19: 31,6 kΩ (SMD0603)
R27, R28, R29, R30: 27 Ω (SMD0402)
Rx: 680 Ω (SMD1206)

Kondensatory:
C1...C7, C9...C13, C15...C19, C22, C23, C38, C42, C43, C46, C49, C50: 0,1 µF/10 V (SMD0402)
CET1, CET2, CET3: 47 µFT/10 V (SMD3528)
C8, C14: 10 µF/10 V (SMD0603)
C20, C21: 33 pF/50 V (SMD0402)
C24, C25: 1 µF/10 V (SMD0402)
C26, C27: 47 µF/10 V (SMD0805)
C28: 22 nF/50 V (SMD0603)
C29, C32, C33: 22 µF/10 V (SMD0805)
C30, C31: 0,1 µF/10 V (SMD0603)
C34...C36, C37: 0,1 µF/25 V (SMD0603)
C39, C41, C48: 2,2 µF/10 V (SMD0603)
C40, C47: 10 nF/25 V (SMD0402)
C44, C45, C51, C52: 47 pF/25 V (SMD0402)
Cx: 2,2 nF/1 kV (SMD1206)

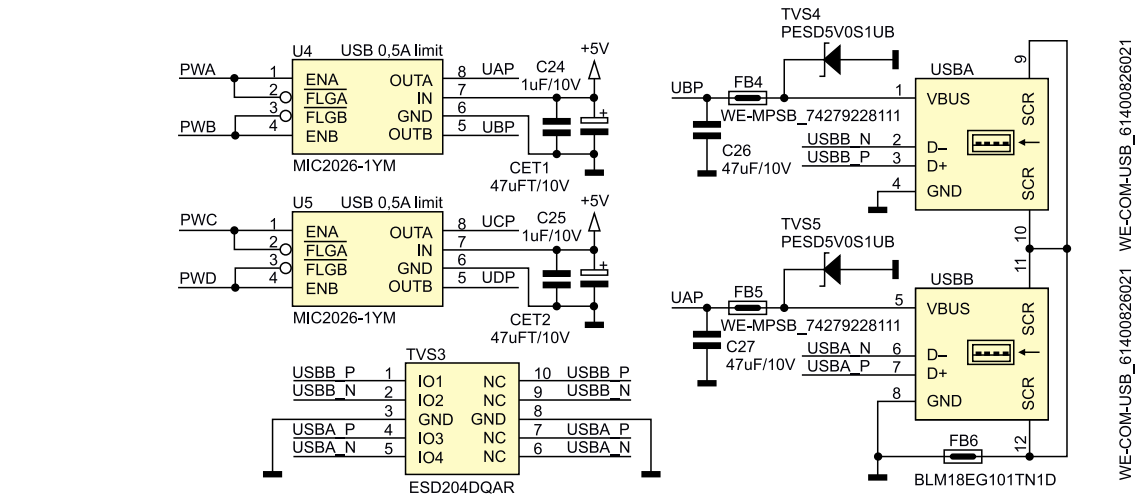
Półprzewodniki:
LD1, LD5: dioda LED żółta (SMD0603)
LD2, LD4: dioda LED zielona (SMD0603)
LD3: dioda LED czerwona (SMD0603)
TVS1...TVS3: dioda zabezpieczająca ESD204DQAR (USON10)
TVS4, TVS5: dioda zabezpieczająca PESD5.0S1UBV (SOD523)
TVS6, TVS7: dioda zabezpieczająca PESD15VL2BT (SOT23)
U1: LAN9514I-JZX (QFN64)
U2: 93LC66 AT-I/OT (SOT23-6)
U3: MCP100T-315I/TT (SOT23)
U4, U5: MIC2026-1YM (SOIC8N)
U6: NCP1597AMNTWG (DFN6)
U7: ADM3232EARUZ (TSSOP16)
U8, U10: 74LVC1G126W5-7 (SOT25)
U9, U11: FT234XD (DFN12)

Pozostałe:
ETH: transformator LAN (WE-RJ45-LAN 74990100011A)
FB1, FB2, FB4, FB5: koralik ferrytowy 110 R@100 MHz, 4,1 A (WE-MPSB 74279228111, SMD0603)
FB3, FB6...FB8: koralik ferrytowy 100 R@100 MHz 2 A BL-M18EG101TN1D (SMD0603)
GPIO: złącze szpilkowe lub podobne 2×20
L1: dławik 3,3 µH/32 mΩ 4,1 A (WE-LHMI 5030 74437336033)
RS232: złącze 2×3 (WE-MPC3 66200621022)
RS232A, RS232B: przełącznik small dip switch (WE-DISV 416131160802)
UART: złącze szpilkowe lub podobne 2×6, 2,54 mm
USB: złącze USB podwójne (WE-COM-USB 61400826021)
USBC: złącze USB-C (USB4110-GF-A)
XT1: rezonator kwarcowy CFPX180-25Mz (3,2×2,5 mm)

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 3. Schemat Huba LAN9514

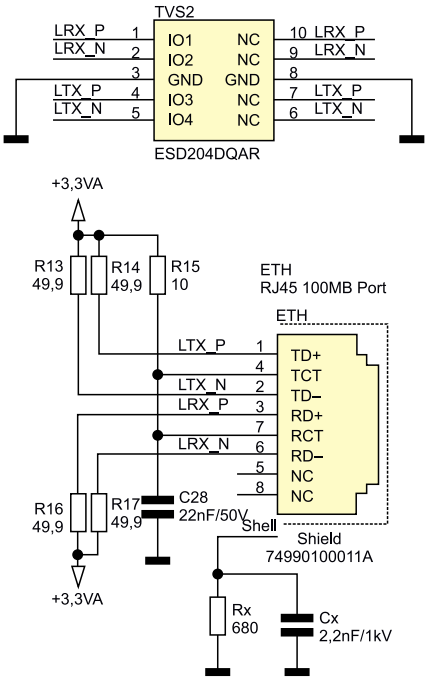


Rysunek 4. Schemat z kluczami zasilania i gniazdami interfejsu USB

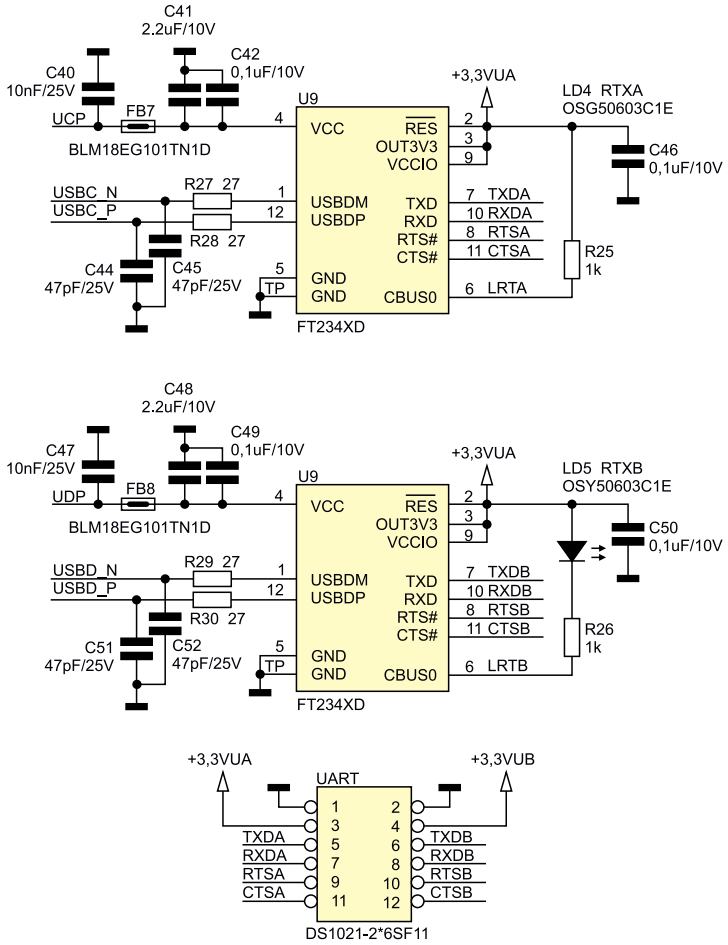
sygnałów RXD, TXD za pomocą konfiguratora FT_Prog. Na złącze UART wyprowadzone są sygnały obu kanałów szeregowych wraz z zasilaniem +3,3 VUBA/B. Oprócz podstawowych RXD/TXD dostępne są sygnały RTS/CTS do realizacji transmisji ze sprzętowym potwierdzeniem.

Układ konwertera USB/UART uzupełniają drivery RS232, zaprezentowane na **rysunku 7**. Każdy z kanałów UART ma możliwość podłączenia drivera U7 typu ADM3232 do zapewnienia konwersji z 3,3 V do poziomów wymaganych dla standardu RS232. Konwersja jest dostępna tylko dla sygnałów RXD/TXD każdego kanału. Przełącznikami RS232 A, B łączymy drivery z konwerterami UART. Należy pamiętać, aby w kanałach nie korzystać jednocześnie z sygnałów złącza UART i konwertera RS232, żeby nie doprowadzić do zwarcia wyjść we współpracujących układach i driverze ADM3232. Układy U8,9 izolują konwertery FT234 od drivera U7, gdy z jakiegoś powodu

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 5. Schemat interfejsu Ethernet



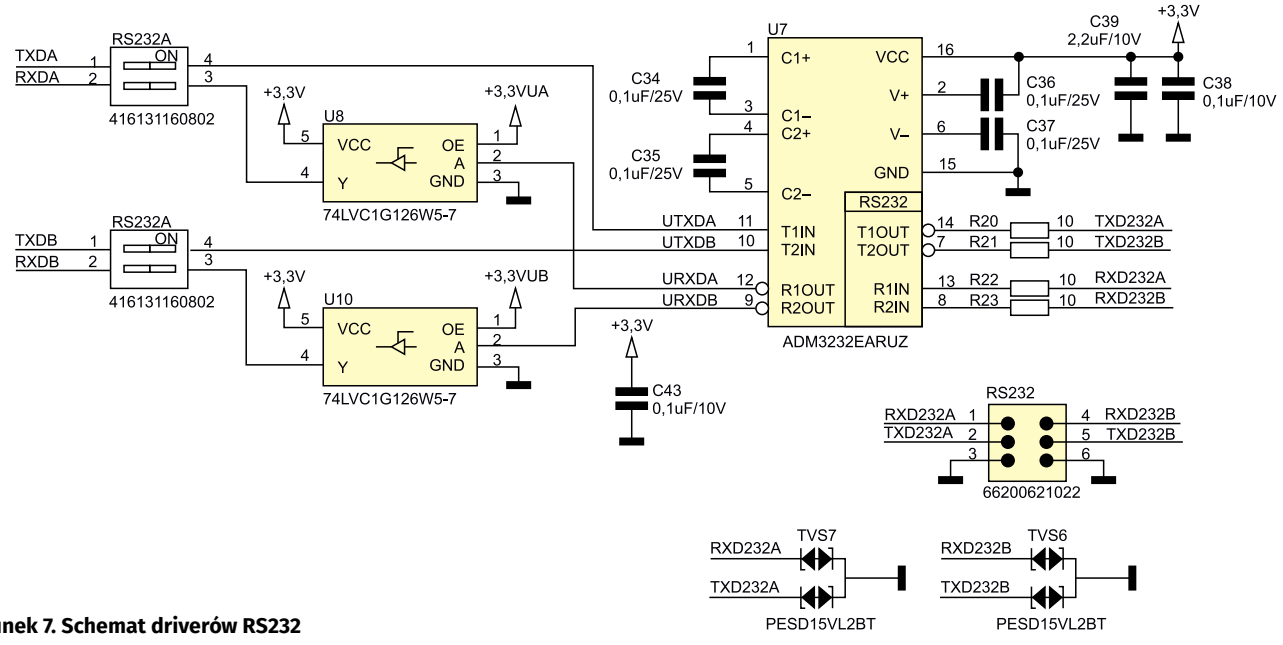
Rysunek 6. Schemat interfejsu UART

napięcia +3,3 VA/B są wyłączone, np. podczas przeciążenia lub inicjacji USB. Zapobiega to wstecznemu przepływowi zasilania do konwerterów. Sygnały w standardzie RS232 dostępne są na złączu RS232 typu MPC4. Diody TVS6, TVS7 dodatkowo zabezpieczają driver przed skutkami przepięć.

Montaż i uruchomienie

Interfejs zmontowany jest na czterowarstwowej płytce drukowanej, co jest wymuszone kontrolą impedancji ścieżek interfejsów Ethernet i USB. Schemat płytki został pokazany na **rysunku 8**. Montaż nie wymaga opisu, ale ze względu na gęste rastry i zastosowane elementy SMD 0402 wymagane jest zachowanie szczególnej staranności. Na układ U1 można nakleić niewielki radiator BGA. Złącze GPIO HAT_PI nie jest montowane. W przypadku korzystania z Raspberry Pi 4 płytka mocowana jest za pomocą słupków dystansowych, a złącze USB-C podłączone krótkim kabelkiem do interfejsu USB 3.0. W przypadku starszych wersji Pi należy zwrócić uwagę na pobór prądu podłączonych do Huba urządzeń USB, aby nie doprowadzić do przeciążenia portu USB 2.0.

Płytka pomimo pewnej złożoności nie wymaga uruchamiania, należy tylko zalutować zworę VBUS w położeniu PB. Pierwsze uruchomienie polecam wykonać z komputerem PC z systemem Windows. Po podłączeniu MultiHuba do PC z systemem Windows 10 wszystkie urządzenia powinny zostać zainstalowane automatycznie. W menedżerze urządzeń pojawią się: dodatkowy interfejs Ethernet, Hub oraz dwa porty szeregowe, zgodnie z **rysunkiem 9**.

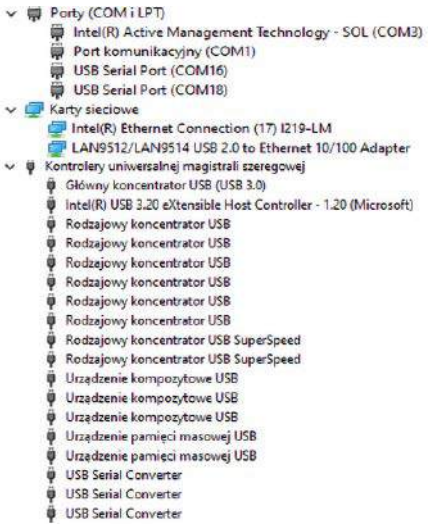


Rysunek 7. Schemat driverów RS232

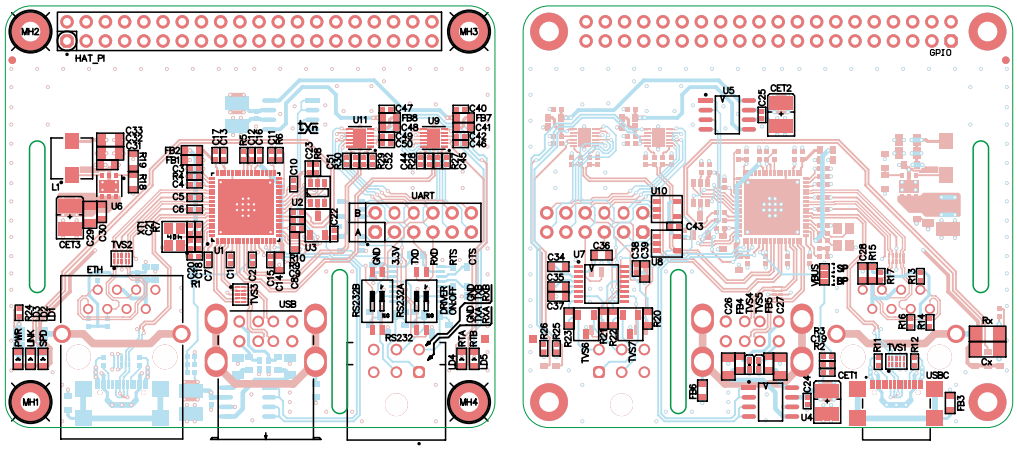
eprasa.pl b722c3c0ae

Jeżeli wszystkie urządzenia są dostępne, można sprawdzić transmisję poprzez Ethernet, do portów USB podłączyć testowo urządzenia np. pendrive i klawiaturę, należy jednak pamiętać o obciążalności portów i raczej nie próbować podłączać dysków HDD.

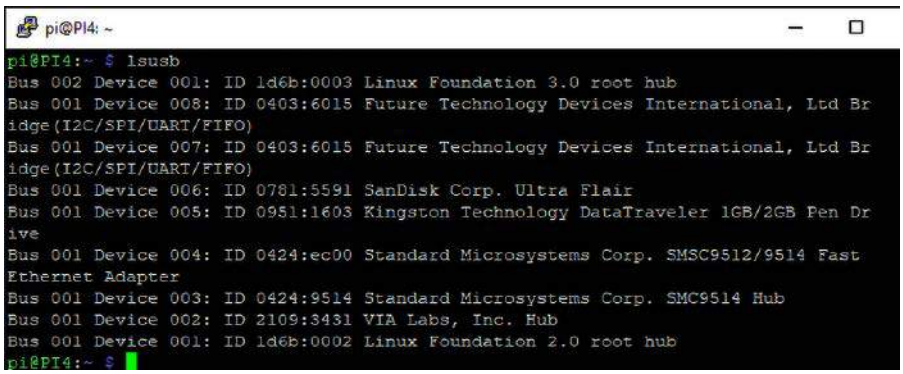
Konfiguracji za pomocą programu FT-Prog wymagają układy FT234, należy na wyprowadzeniu CBUS0 ustawić sygnalizację sumy RX/TX. Odpowiednia konfiguracja jest dołączona do materiałów jako plik *ft232.xml*. Po restarcie portów poprawność transmisji należy sprawdzić, używając terminali szeregowych. Porty A/B można połączyć ze sobą, łącząc RXA/TXB, RXB/TXA złącza UART i sprawdzić poprawność transmisji pomiędzy



Rysunek 9. Detekcja MultiHuba w systemie Windows 10



Rysunek 8. Schemat płytki PCB



Rysunek 10. Detekcja urządzeń USB



Rysunek 11. Przypisanie portów szeregowych

terminalami w trybie bez sprzętowego sterowania przepływem, a po skrzyżowaniu sygnałów CTS/RTS ze sprzętowym sterowaniem.

Jeżeli konwertery działają poprawnie, pozostaje sprawdzenie drivera RS232. Wypinamy wszystkie przewody ze złącza UART, mostkujemy w złączu RS232 sygnały RXD232 A/TXD232B, RXD232B/TXD232 A, ustawiamy wszystkie przełączniki RS232 A, B w położenia ON i ponownie sprawdzamy transmisję pomiędzy terminalami.

Jeżeli wszystko działa poprawnie, można podłączyć MultiHuba do Raspberry Pi. Po uruchomieniu w terminalu poleceniem `lsusb` możemy sprawdzić urządzenia na magistrali USB, wynik działania polecenia został pokazany na **rysunku 10**. Widoczne w tym przypadku jest urządzenie 004, czyli interfejs Ethernet wbudowany w LAN9512, urządzenie 003, czyli Hub USB oraz 007 i 008, czyli dwa konwertery FTDI. Widoczne są też pendrive podłączone do Huba 005, 006. Czyli wszystko zostało wykryte poprawnie. Przypisanie portów UART można sprawdzić poleceniem `dmesg | grep tty`. Wynik działania polecenia pokazuje **rysunek 11**, gdzie widzimy, że konwertery przypisane są do ttyUSB0, ttyUSB1. Korzystając z terminala np. minicom i ustawiając transmisję przez ttyUSB0, ttyUSB1, można sprawdzić poprawność działania.

Jeżeli wszystko działa poprawnie, moduł można zastosować we własnych aplikacjach.

Adam Tatuś, EP

REKLAMA



eprasa.pl b722c3c0ae



XXXI Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego – elektronika w sektorze zbrojeniowym

Na początku września w Kielcach miały miejsce targi MSPO. Na targi przybyło 61 oficjalnych delegacji z 43 różnych krajów z całego świata. Wystawa MSPO w tym roku zajęła niespotykaną dotąd powierzchnię, przekraczając 34 000 metrów kwadratowych, i po raz pierwszy w historii obejmowała także specjalnie wybudowaną, tymczasową halę o powierzchni 2800 metrów kwadratowych. W sumie na tegorocznym salonie przemysłu zbrojeniowego pojawiło się blisko 26 000 gości. Pośród firm dostarczających pojazdy opancerzone, amunicję, uzbrojenie etc. znaleźć można było również szereg firm dostarczających materiały czy wyposażenie dla elektroników pracujących w sektorze zbrojeniowym.

Elektronika jest nieodłącznym elementem nowoczesnych sił zbrojnych. W dzisiejszych czasach technologia odgrywa kluczową rolę w różnych aspektach obronności, począwszy od zaawansowanych systemów komunikacyjnych i rozpoznania po precyzyjne moduły kontroli uzbrojenia. Elektronicy, pracujący w sektorze zbrojeniowym, stawiają w związku z tym szczególne wymagania przed technologiami, które stosują.

Kluczowymi wymaganiami w tym sektorze jest bezpieczeństwo i niezawodność. Wymaganie to ma swoje odzwierciedlenie w ofercie na targach, szczególnie w ofercie złącz. Na targach można było zobaczyć szereg firm, które prezentowały ofertę światowych potentatów w zakresie elementów rozłącznych przeznaczonych do najtrudniejszych zastosowań. Oprócz tego prezentowano także różne technologie diagnostyczne dla modułów elektronicznych, jakie stosować można podczas produkcji, by zagwarantować odpowiedniej jakości gotowe moduły. Ofertę tego rodzaju usług uzupełniała oferta narzędzi do lutowania i napraw, która pozwala zachować najwyższe standardy produkcji.

Drugim aspektem, który widoczny był na targach, były pomiary ulotów elektromagnetycznych i zakłóceń EMI. Wojskowe normy wymagają precyzyjnego pomiaru emitowanych i przewodzonych zakłóceń elektromagnetycznych w urządzeniach, które często są bardzo gęsto upakowane i pracują przy wysokich częstotliwościach.

Arrow Electronics

Firma Arrow Electronics to globalny dystrybutor elementów elektronicznych oraz dostawca usług i rozwiązań technologicznych. Arrow Electronics oferuje szeroki zakres produktów elektronicznych i usług w obszarach takich jak elektronika, automatyka przemysłowa, systemy zasilania, komponenty elektroniczne, także dla przemysłu zbrojeniowego i wiele innych.

eprasa.pl b722c3c0ae



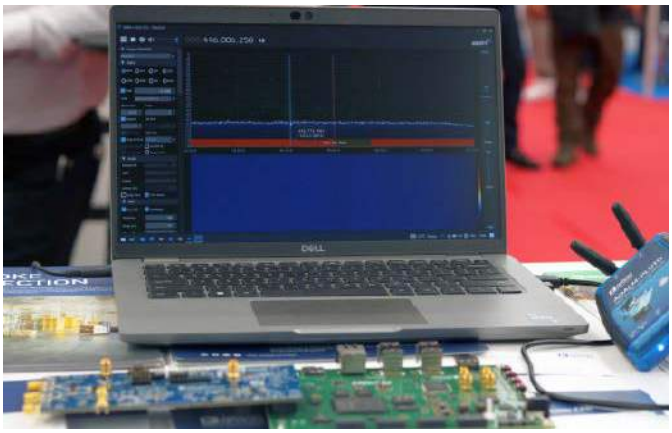
Fotografia 1. Stanowisko Arrow Electronics

Główne obszary działalności firmy Arrow Electronics, które prezentowały były na MSPO to układy scalone, zwłaszcza układy programowalne oraz złącza. Jeśli chodzi o tę pierwszą grupę elementów, na stoisku Arrow Electronics porozmawiać można było z przedstawicielami firm takich jak Analog Devices, Microchip czy Intel, którzy prezentowali swoje rozwiązania (**fotografia 1**). Arrow Electronics jest oficjalnym dystrybutorem produktów wszystkich trzech firm.

Wśród prezentowanych układów dominowały FPGA i układy radiowe. Nie powinno to dziwić, zważywszy na charakter targów – układy programowalne są często stosowane w sprzęcie wojskowym z kilku powodów, głównie z uwagi na ich elastyczność i programowalność (FPGA można programować i dostosowywać do różnych zadań bez zmian w sprzęcie) oraz szybkość działania (FPGA są znane z wysokiej wydajności i możliwości do pracy w czasie rzeczywistym), co jest istotne w przypadku systemów korzystających z algorytmów AI czy analizujących dane radiowe.



Fotografia 2. Płytka deweloperska DataStorm DAQ wraz z modułem z radiowym front-endem na bazie ADR9002 (na pierwszym planie) oraz moduł ADALM-PLUTO podłączony do komputera (na drugim planie)



Fotografia 3. Oprogramowanie obsługujące moduł ADALM-SDR uruchomione na żywo na stanowisku Arrow Electronics

Analog Devices prezentowało na swoim stanowisko demo na żywo modułu ADALM-PLUTO, który jest dedykowany do aktywnego uczenia w zakresie systemów RF. Moduł ten, pomaga studentom kierunku poznać podstawy radia definiowanego programowo (SDR), technologii radiowych (RF) i komunikacji bezprzewodowej. Moduł ten, zaprojektowany został dla studentów na różnych poziomach zaawansowania i z różnym poziomem wiedzy. Może być wykorzystywany zarówno w nauczaniu prowadzonym przez instruktora, jak i w samodzielnej nauce samodzielnej. Moduł ten pokazano na **fotografii 2**. Towarzyszy mu oprogramowanie PlutoSDR (**fotografia 3**), które działa jak przenośna pracownia, która może wzbogacić proces nauki. PlutoSDR może współpracować z wieloma innymi pakietami, takimi jak MATLAB czy Simulink. Sam system posiada intuicyjny interfejs graficzny, który umożliwia szybszą naukę, efektywną pracę i eksplorację nowych technologii RF.

Moduł ten ma niezależne kanały odbiorcze i nadawcze, które mogą działać w trybie pełnego dupleksu. Moduł może generować i pobierać sygnały analogowe RF w zakresie od 325 MHz do 3800 MHz z prędkością próbkowania do 61,44 mega próbek na sekundę (MSPS). PlutoSDR jest na tyle mały, że zmieści się w kieszeni, jest całkowicie niezależny i zasilany przez USB z domyślnym oprogramowaniem. Dzięki obsłudze sterowników libiio, PlutoSDR jest kompatybilny z systemami OS X, Windows i Linux, co pozwala uczyć się i eksplorować świat RF na różnych urządzeniach. Moduł ten posiada wiele zintegrowanych przykładów i pozwala między innymi na odbieranie informacji o pozycji statków powietrznych poprzez ADS-B, odbieranie obrazów satelitarnych NOAA i Meteor-M2, analizę sygnałów systemu GSM, odbieranie sygnałów TETRA, dekodowanie pagerów i wiele innych.

Na **fotografii 3** pokazano również nową płytkę deweloperską dystrybuowaną przez Arrow Electronics DataStorm DAQ. Jest to zestaw deweloperski bazujący na układzie Intel Cyclone V, który zaprojektowany został do prototypowania i rozwoju różnych technologii, dzięki możliwości podłączania dalszych modułów rozszerzeń. Na pokładzie znajduje się układ FPGA z 85 000 elementami logicznymi oraz dwurdzeniowy procesor ARM Cortex-A9. Na zdjęciu pokazano moduł z wpiętą płytką rozszerzeń z układem ADRV9002, który jest wysoce zintegrowanym nadajnikiem i odbiornikiem RF z podwójnymi kanałami nadawczymi, odbiorczymi, zintegrowanymi syntezatorami oraz funkcjami przetwarzania sygnałów cyfrowych.

Transceiver ten zaprojektowany został pod kątem optymalizacji systemów RF. Układ jest konfigurowalny i idealnie nadaje się do wymagającego sprzętu o niskim zużyciu energii, przenośnego i zasilanego bateryjnie. ADRV9002 działa w zakresie od 30 MHz do 6000 MHz i obejmuje pasma UHF, VHF, przemysłowe,

REKLAMA

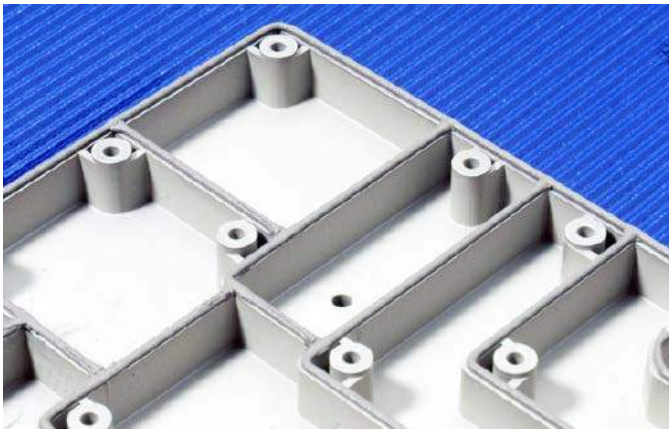
BORNICO | Teraz większe MOŻLIWOŚCI
bornico.com.pl
montaż kontraktowy elektroniki
projektowanie urządzeń i systemów
Zakład Elektroniczny BORNICO
ul. Małęczyńska 25
26-600 Radom
tel. +48 48 365 58 22
bornico@bornico.com.pl



eprasa.pl b722c3c0ae



Fotografia 4. Stoisko firmy Astat na MSPO



Fotografia 5. Uszczelka typu form-in-place (FIP) (źródło: materiały firmy Astat)

naukowe i medyczne (ISM), a także pasma częstotliwości komórkowej, zarówno w trybie TDD, jak i FDD. Dołączony do płytki deweloperskiej DataStorm DAQ moduł z tym transceiverem zawiera wszystkie elementy potrzebne do zestawienia kompletnego toru RF.

Platforma DataStorm DAQ zawiera przykładowe projekty i narzędzia, takie jak kod HDL, sterowniki urządzeń i przykłady projektów referencyjnych, które pozwalają na szybkie tworzenie własnych prototypów, co pozwala na skrócenie czasu rozwoju nowych systemów.

Astat

Astat to firma, która kompleksowo rozwiązuje kwestie związane z kompatybilnością elektromagnetyczną (EMC). Przez ponad dwie dekady istnienia na rynku zebrała ona spore doświadczenie i portfolio produktów do izolacji elektromagnetycznej. Jest to bardzo istotny sektor w elektronice wojskowej, gdzie temat ulotów elektromagnetycznych jest traktowany bardzo poważnie.

Na **fotografii 4** pokazano stoisko firmy. Astat prezentował tam szereg ciekawych rozwiązań EMC, w szczególności szeroki zakres materiałów do ekranowania elektromagnetycznego – elastomery przewodzące, piankowe uszczelki z tkaniną przewodzącą, a także elastomery z zatopionymi drucikami czy uszczelki sprężyste z brązu berylowego. Firma prezentowała także szeroki wybór siateczek metalicznych, metalizowanych okienek czy specjalnych paneli wentylacyjnych zapewniających przepływ powietrza albo rękawów na przewody, które zapewniają ekranowanie przed ulotami elektromagnetycznymi.

Ciekawą technologią, o której można było dowiedzieć się na stoisku firmy był FIP, czyli tzw. uszczelki Form in Place. Astat to pionier w Polsce w zastosowaniu systemu do automatycznego aplikowania uszczelek EMI z przewodzącego silikonu bezpośrednio na elementy klienta za pomocą technologii CNC. Ta usługa gwarantuje precyzyjne i powtarzalne stosowanie uszczelek EMI w miejscach, gdzie tradycyjne uszczelki EMI są trudne do zastosowania z powodu ograniczonej przestrzeni.

Na **fotografii 5** pokazano uszczelkę form-in-place (FIP) naniesioną na obudowę przed jej montażem. Tego rodzaju uszczelka pozwala na idealne dopasowanie do aplikacji – tak kształt, jak i materiał może być dostosowany do potrzeb danego przypadku. Dodatkowo, tego rodzaju uszczelki nadają się do wielokrotnego rozbierania urządzenia, co zapewnia serwisowalność tak uszczelnionych systemów.

Na stoisku Astat jeszcze jedna rzecz przykuwała uwagę – skaner EMC firmy Pendulum (pokazany na **fotografii 6**). Urządzenie to pozwala na skanowanie całych płytek drukowanych podczas pracy, aby mapować natężenie pola elektromagnetycznego wokół urządzenia (**fotografia 7**). Pozwala to w prosty sposób identyfikować, jakie komponenty czy subsystemy naszego projektu mają największy wkład w emitowane zakłócenia i pozwala skrócić czas poprawek w projekcie na etapie optymalizowania zgodności elektromagnetycznej.

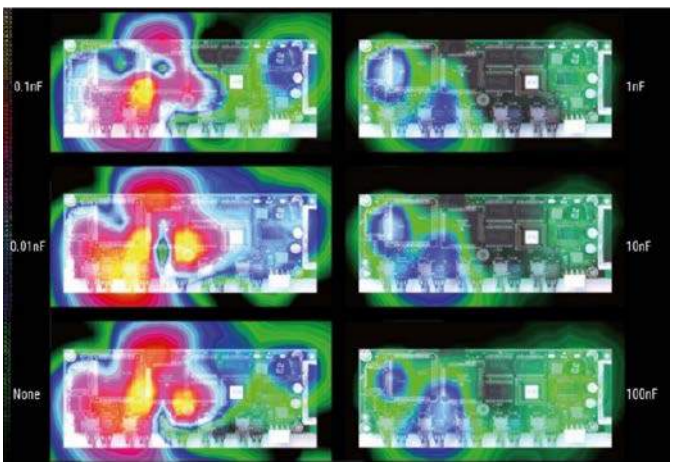
Dacpol

Innym wystawcą, który prezentował m.in. szerokie spektrum materiałów do izolacji EMC była firma DACPOL. Dostawca ten jest obecny na polskim rynku od ponad 30 lat i specjalizuje się w kompleksowych dostawach podzespołów z branż takich jak elektrotechnika, elektronika, automatyka, energetyka oraz energoelektronika. Zakres jej działalności obejmuje nie tylko handel, ale także doradztwo, usługi i produkcję. W chwili obecnej firma DACPOL reprezentuje ponad trzystu czołowych producentów podzespołów aktywnych i pasywnych, modułów pomiarowych, elementów mechanicznych, komponentów klimatyzacyjnych do szaf, kabli, złączy i różnych materiałów.

Na stoisku firmy DACPOL uwagę przykuwał szeroki wybór materiałów izolacyjnych i termoprzewodzących. W szczególności ciekawe

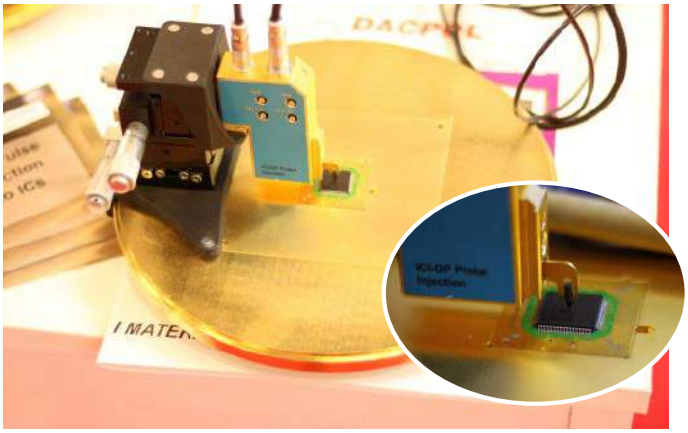


Fotografia 6. Skaner EMC firmy Pendulum na stoisku firmy Astat



Fotografia 7. Rozkład pola elektromagnetycznego wokół PCB uzyskany za pomocą skanera EMC firmy Pendulum (źródło: mat. Astat)

eprasa.pl b722c3c0ae



Fotografia 8. Stanowisko do pomiarów zgodności EMC firmy Langer EMV-Technik, prezentowane na stoisku firmy DACPOL. W systemie zainstalowana jest impulsowa sonda magnetyczna, która pozwala badanie odporności układów scalonych na wstrzykiwanie zewnętrznego pola

są materiały oparte na graficie. Charakteryzują się one bardzo wysoką przewodnością cieplną, jednakże pamiętać należy, że przewodzą również prąd. Ciekawą ofertą były również granulaty z materiałów termoprzewodzących, które przeznaczone są do produkcji detali metodą formowania wtryskowego. Pozwala to na formowanie niemalże dowolnych detali, które zapewniać będą dobrą przewodność cieplną i izolację elektryczną.

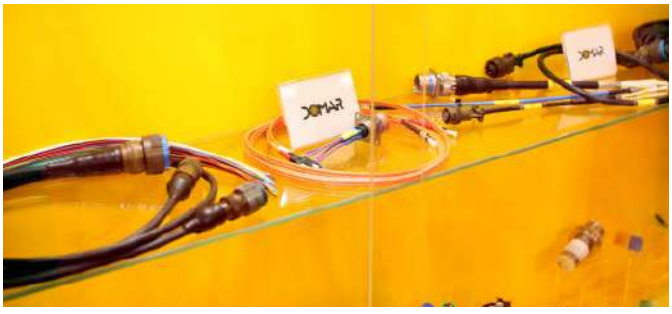
Na stanowisku DACPOL obecne było również zagadnienie zgodności elektromagnetycznej. Oprócz materiałów uszczelniających czy ekranujących, wystawiony był bardzo ciekawy skaner pola firmy Langer EMV-Technik, który pokazano na **rysunku 8**. Jest to układ dedykowany do testowania pojedynczych układów scalonych w zakresie zgodności elektromagnetycznej. Urządzenie to oferuje szeroki wachlarz detektorów i promienników, które pozwalają na pomiar różnych parametrów lub emulowanie zakłóceń. Taki system pozwala na pomiary poziomu zakłóceń elektromagnetycznych – przewodzonych i promieniowanych, a także odporności elementów na zakłócenia zewnętrzne, a także wyładowania elektrostatyczne i przepięcia.

Domar

Warszawski Domar reklamuje się hasłem „Złącza do misji specjalnych" – nie bez powodu. Firma na MSPO wystawiała szeroki wybór złącz i wiązek kablowych, bazujących na elementach renomowanych firm, takich jak Souriau-Sunbank, Glenair, Radiall czy Bernier. Część (niewielką) oferty firmy, która prezentowana była na targach, pokazano na **fotografii 9**.

Elmark

Firma Elmark, znane przedsiębiorstwo dostarczające zintegrowane urządzenia i komponenty dla rynku automatyzacji, zaprezentowało na swoim stoisku nowe komputery specjalnie zaprojektowane do zastosowań w przetwarzaniu danych z pomocą AI na krawędzi chmury. Stanowisko firmy pokazano na **fotografii 10**.



Fotografia 9. Stoisko firmy Domar



Fotografia 10. Stanowisko firmy Elmark

Komputer SEMIL-1700GC to zaawansowane urządzenie z imponującymi możliwościami. Wyposażony został w potężny układ GPU NVIDIA Tesla T4 (lub Quadro P2200), stanowi doskonałe narzędzie do przetwarzania obrazów i analizy danych. Jego solidna obudowa zapewnia ochronę na poziomie IP67, co sprawia, że jest odporny na wpływ wody, kurzu i innych czynników środowiskowych. Dzięki temu sprawdza się idealnie w trudnych warunkach przemysłowych i militarnych, a także w miejscach, gdzie występują agresywne substancje chemiczne. Kompaktowy format 19" 2U umożliwia wygodny montaż w różnego rodzaju zastosowaniach. Co istotne, SEMIL-1700GC może pracować w temperaturach sięgających nawet 62°C, nie tracąc wydajności.

Maszyna ta oferuje wsparcie dla różnych procesorów, w tym Intel Xeon E oraz procesorów z serii Core i7/i5/i3 dziewiątej i ósmej generacji. Ta elastyczność, która pozwala użytkownikom dostosować

REKLAMA



eprasa.pl b722c3c0ae



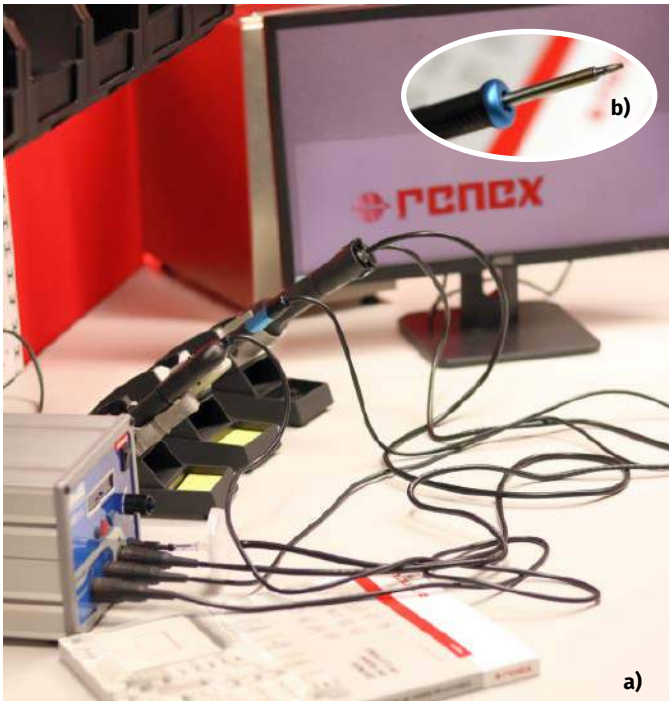
Fotografia 11. Detal drukowany w technologii SLS z użyciem materiału ESD

konfigurację komputera do konkretnych potrzeb ich projektów. Mnogość portów i złączy to kolejny atut SEMIL-1700GC. Wyposażony jest on w maksymalnie osiem portów Gigabit PoE+ 802.3at ze złączami M12 o kodowaniu X, a także porty VGA, USB 2.0 i COM z złączami M12 o kodowaniu A. Ta wszechstronność czyni go niezwykle elastycznym w zastosowaniu. System obsługuje szeroki zakres napięć zasilania (od 8 V do 48 V), co pozwala na stosowanie go w różnych miejscach. Urządzenie ma certyfikaty zgodności z normami MIL-STD-810G i EN 50155, potwierdzające jego niezawodność i trwałość w trudnych warunkach eksploatacyjnych.

3D Phoenix

Podczas targów MSPO firma 3D Phoenix zaprezentowała rozwiązania w dziedzinie druku 3D, które mają potencjał do rewolucjonizacji sektora obronnego. Jednym z najciekawszych partnerów na tym polu jest polska firma Sinterit, która specjalizuje się w produkcji zaawansowanych drukarek 3D typu SLS.

Sinterit to polska firma produkująca drukarki SLS. Tworzy ona także materiały przeznaczone do druku 3D, takie jak proszek PA11 ESD – materiał nylonowy pochodzenia biologicznego, który wyróżnia się odpornością na ciepło oraz ochroną przed wyładowaniami elektrostatycznymi. Ten konkretny materiał doskonale nadaje się do produkcji części używanych w przemyśle elektronicznym i motoryzacyjnym, ponieważ spełnia rygorystyczne standardy dotyczące bezpieczeństwa elektrostatycznego. Zastosowanie go w druku 3D pozwala na wytwarzanie precyzyjnych, trwałych i bezpiecznych w użytkowaniu elementów dokładnie wtedy, gdy są potrzebne. To stanowi ogromną zaletę w sektorze obronnym, gdzie szybkość i jakość odgrywają kluczową rolę.



Fotografia 12. a) Stacja lutownicza Pace MBT-360 z rączką TD-200, termopęsetą MT-200 i rozlutownicą SX100; b) Zbliżenie na grot z technologią AccuDrive w rączce TD-200

Renex

Renex to jeden z najstarszych dostawców rozwiązań i technologii związanych z elektroniką i produkcją układów elektronicznych w Polsce. Zajmuje się ona szerokim zakresem usług, w tym dostarczaniem sprzętu do produkcji i testowania elektroniki, dostarczaniem materiałów oraz środków pomocniczych do produkcji, a także oferowaniem różnorodnych rozwiązań szkoleniowych i konsultacyjnych z zakresu elektroniki.

Jednym z ich obszarów działań jest również specjalizacja w technologiach związanych z lutowaniem, technikami montażu powierzchniowego (SMT), lutowaniem bezołowiowym i innymi aspektami związanymi z produkcją i naprawą elektroniki. Na targach prezentowali oni głównie wyposażenie warsztatowe do lutowania w serwisach.

Najciekawszym punktem w ofercie Renexa, która pokazywana była na targach, była chyba nowa stacja naprawcza firmy Pace – model MBT-360. Jest to następca stacji MBT-350. Nowa stacja łączy w sobie technologię grzania SensaTemp od PACE z zaawansowanym wkładem grzewczym AccuDrive. Stacja umożliwia dostosowanie stanowiska pracy do wielu narzędzi ręcznych z rodzin AccuDrive lub SensaTemp, zapewniając nieograniczone możliwości i oszczędności. Pace MBT-360 to stacja przeznaczona do użytku profesjonalnego, do naprawy urządzeń elektronicznych i wylutowywania elementów SMD i THT.

Warto zaznaczyć, że tylko PACE oferuje pełną interoperacyjność i zgodność narzędzi w całym swoim nowym systemie. Przedstawiciel Renex podkreślił, że taka stacja jest wyjątkowo ekonomiczna w zastosowaniach przemysłowych. Na stanowisku prezentowano wraz ze stacją rozlutownicę SX100 z odsysaczem cyny do demontażu układów przewlekanych, a także rączkę TD200, wyposażoną w szeroki wybór różnych grotów oraz termopęsetę MT-200, doskonałą do precyzyjnego usuwania elementów SMD. Wszystkie trzy narzędzia podłączone mogą być do omawianej stacji.

Semicon

Firma Semicon istnieje na rynku elektroniki od ponad 30 lat i charakteryzuje się szeroką ofertą produktów i usług. Zatrudniając ponad 100 pracowników w pięciu różnych działach, firma specjalizuje się między innymi w dystrybucji materiałów, podzespołów i narzędzi do produkcji elektroniki, a także w usługach EMS (Electronic Manufacturing Services – produkcja w zakresie elektroniki).

Jeśli chodzi o dystrybucję materiałów dla elektroniki, to na targach w Kielcach Semicon chwalił się szerokim portfolio produktów dla sektora lotniczego i obronnego. W szczególności na stanowisku prezentowano nowe firmy, których przedstawicielem został Semicon – Zip Chem, Armite i Nyco. Jeśli chodzi o materiały prezentowano także nowe pokrycia ochronne i zalewy dla elektroniki, które firma może nie tylko dostarczać, ale również nakładać w ramach świadczenia usług EMS.

Firma prezentowała ciekawsze płytki, jakie wykonuje, między innymi laminaty typu flex-rigid, jakie pokazano na **fotografii 13**. Semicon chwalił się także uruchomieniem nowej usługi w zakresie usług EMS – testami elektrycznymi systemem z latającą sondą, tzw. Flying Probe (FPT).

Latająca sonda to specjalistyczne urządzenie, które służy do testowania płytek drukowanych i całych modułów w procesie produkcji elektroniki. System stosowany przez firmę Semicon (**fotografia 14**) ma osiem ruchomych sond, które przemieszczają się po powierzchni

eprasa.pl b722c3c0ae



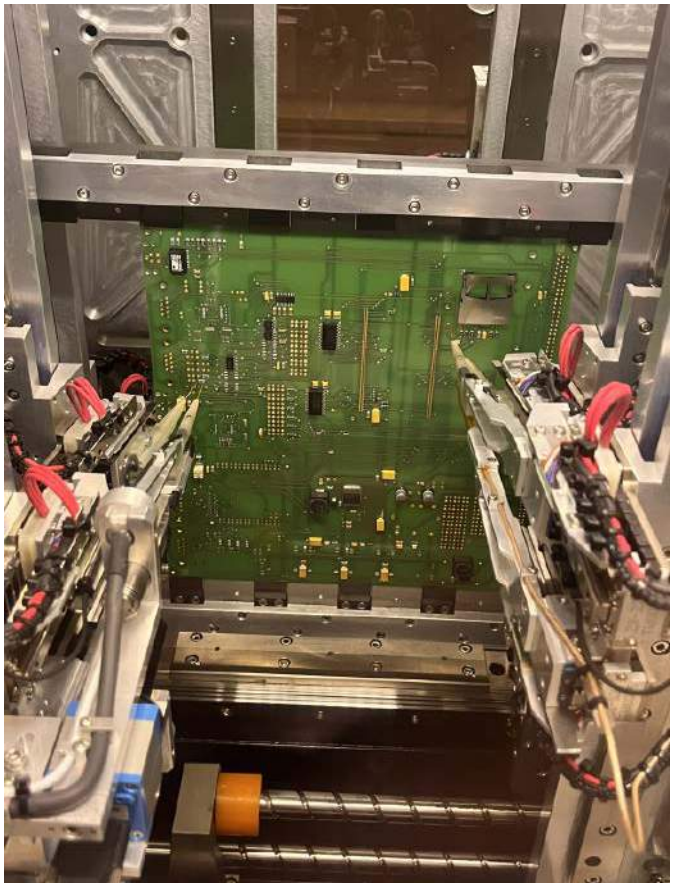
Fotografia 13. Płytka w technologii Flex-Rigid, produkowana przez Semicon. Płytka jest po montażu pokryta powłoką konformalną, która zabezpiecza ją przed wilgocią itp.

płytki PCB, aby testować połączenia, komponenty i inne elementy układu. Tester tego rodzaju jest szczególnie przydatny w produkcji niskoseryjnej i prototypowej, gdzie koszty tradycyjnych systemów testowych często są zbyt wysokie ze względu na niskie ilości produkowanych modułów. Dlatego stanowi idealne rozwiązanie do elastycznego testowania różnych projektów PCB bez konieczności używania specjalistycznych narzędzi. Choć zastosowanie latającej sondy jest wolniejsze niż masowe testy bazujące na tzw. „nail bedach", to jest znacznie bardziej ekonomiczne w małej skali. To ma szczególne znaczenie w branżach takich jak obronność, lotnictwo i technologie medyczne, gdzie produkcja często jest realizowana w małej ilości.

Wprowadzenie nowego urządzenia Semicon w połączeniu z istniejącymi systemami inspekcji wizualnej i rentgenowskiej pozwala osiągnąć znaczący wzrost niezawodności produkowanych systemów i zwiększenie wydajności procesu kontroli jakości PCB i modułów. To ma szczególne znaczenie w zaawansowanych branżach takich jak wojsko, lotnictwo, przemysł kosmiczny i medycyna, gdzie produkcja często jest ograniczona ilością, ale wymagania, co do niezawodności są ogromne.

Podsumowanie

Targi MSPO 2023 zdecydowanie były prestiżowym wydarzeniem branżowym, skupiającym się na dziedzinie obronności i przemysłu zbrojeniowego. Organizowane, co roku w Polsce, stanowią doskonałą platformę spotkań dla przedstawicieli wojska, przemysłu i instytucji związanych z bezpieczeństwem narodowym. Podczas MSPO 2023 zaprezentowano najnowsze osiągnięcia technologiczne w dziedzinie uzbrojenia, wyposażenia wojskowego, systemów bezpieczeństwa i innych rozwiązań z zakresu obronności. Przy tej okazji prezentowano też ofertę wielu firm, które dostarczają rozwiązania,



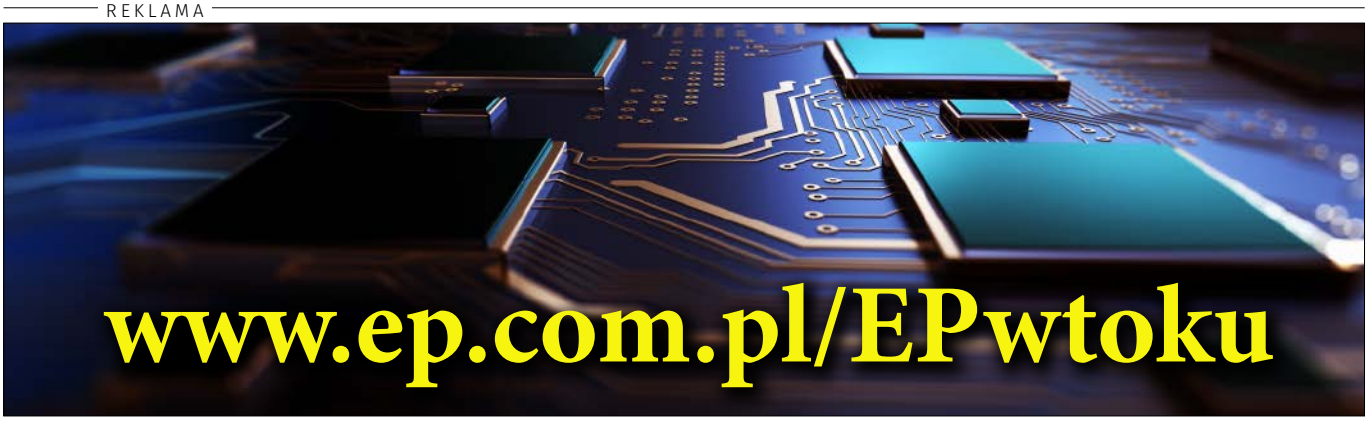
Fotografia 14. System pomiarowy z latającymi sondami (źródło: mat. firmy Semicon)

technologie i materiały dla elektroników, pracujących na rzecz przemysłu zbrojeniowego.

W powyższym artykule zawarto bardzo subiektywny przegląd wydarzenia z zeszłego miesiąca. Elektronika wojskowa czy ogólnie, o specjalnym zastosowaniu, ma swoje miejsce w Polskim sektorze elektronicznym, jednak nie jest to coś, z czym większość z czytelników ma, na co dzień do czynienia. Z drugiej strony, należy pamiętać, że sektor wojskowy jest często swoistą „wylęgarnią" technologii, które następnie trafiają do mainstreamu. Jako przykład wskazać można chociażby… płytki drukowane! Sama technologia raczkowała w latach 30. i 40. XX wieku i dopiero potrzeba użycia jej (w 1944) do konstrukcji zapalników do bomb i pocisków artyleryjskich spowodowała, że nabrały one znanego nam obecnie kształtu i dojrzałości technologicznej. Armia USA upubliczniła tę technologię, w 1948, co spowodowało jej szybką adaptację w innych dziedzinach. Teraz pozostaje nam obserwować działkę elektroniki specjalnej, wypatrując kolejnych nowinek, które mogą pójść w ślady PCB.

Nikodem Czechowski, EP

REKLAMA



eprasa.pl b722c3c0ae

Dział „Projekty Czytelników”. zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.
Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Przysyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

PROJEKT NR 258



Wzmacniacz lampowy o mocy 2×80 W z katodowym sprzężeniem zwrotnym

W grudniowym wydaniu EP z 2019 roku ukazał się mój artykuł opisujący przeciwsobny wzmacniacz 2×40 W z katodowym sprzężeniem zwrotnym CFB [1]. Projekt cieszył się znacznym zainteresowaniem ze strony czytelników, ponieważ oferuje dobre parametry odsłuchowe – ma dobrą charakterystykę fazową, wysoki współczynnik tłumienia i zwarty bas. Postanowiłem pójść o krok dalej i zbudować wzmacniacz o większej mocy i podobnych parametrach.

Nowa konstrukcja prezentuje się bardzo efektownie. Zastosowanie lamp KT88 pozwoliło na uzyskanie większej mocy wyjściowej a dodatkowo wpływa pozytywnie na atrakcyjność wizualną wzmacniacza.

Budowa i działanie przedwzmacniacza i wzmacniacza

Schemat blokowy urządzenia został pokazany na **rysunku 1**. Układ składa się z dwóch bloków. Pierwszy to płyta PCB na której znajdują się dwa kanały wzmacniacza. Schemat ideowy tego bloku został pokazany na **rysunku 2**. Każdy z nich ma wzmacniacz wstępny na lampie ECC81, odwracacz fazy na lampie ECC82 oraz podwójny układ lamp mocy z lampami KT88 dobranymi w kwadry – a w tym przypadku – oktawy.

Wzmacniacz wstępy wraz z odwracaczem fazy to typowy układ z lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku opisany szczegółowo w poprzednim artykule. Wzmacniacz mocy pracuje w klasie AB w układzie ultralinearnym gdzie siatki drugie połączone są przez rezystory ograniczające z odczepami w uzwojeniu pierwotnym transformatora głośnikowego. Powoduje to zwiększenie mocy wyjściowej i zmniejszenie zniekształceń nieliniowych.

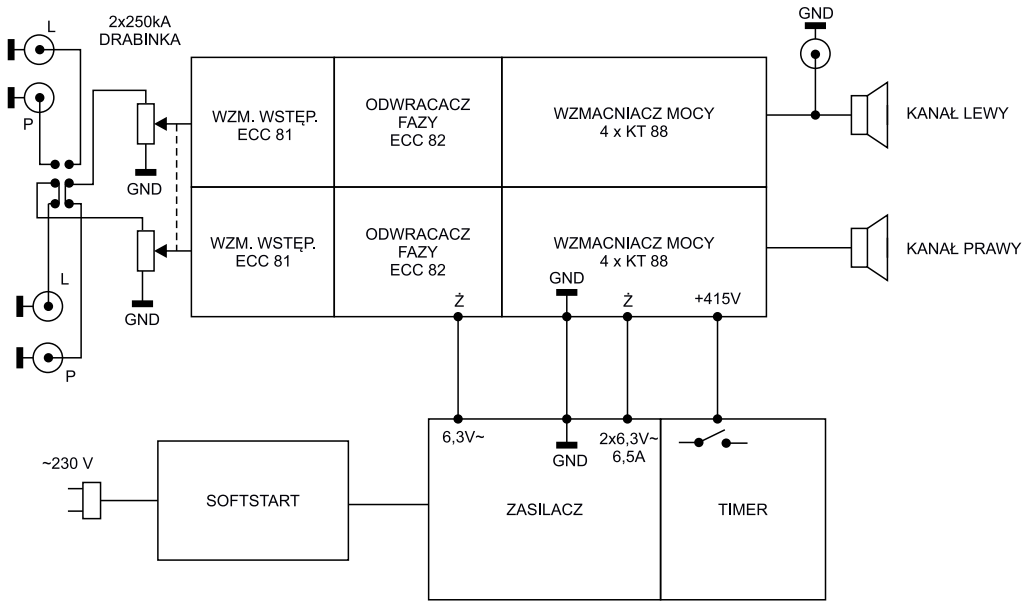
Katody lamp mocy mają wspólny rezystor o wartości 10 Ω na którym sumują się prądy anodowe o wartości 45 mA. Tak więc na tym rezystorze odkłada się napięcie 900 mV, które trzeba ustawić regulując helitrimami HEL1 i HEL2 dla każdej gałęzi osobno. Układ rezystorów R15...R18 wraz z potencjometrami precyzyjnymi daje możliwość regulacji ujemnego napięcia siatek sterujących w granicach od 35 do 50 V. Można zwiększyć precyzję regulacji napięcia stosując helitrim o wartości 10 kΩ lecz trzeba przeliczyć wartości oporników stosując prawo Ohma w obliczeniach. Aby ustawić napięcie 900 mV na rezystorze katodowym potrzebne jest napięcie ujemne rzędu 42 V.

Transformator głośnikowy ma dwa dodatkowe uzwojenia CFB odpowiednio włączone w obwód katodowy, które powodują ujemne

eprasa.pl b722c3c0ae

sprzężenie zwrotne. Gorący koniec uzwojenia z wyprowadzeniami fioletowymi łączy się z masą, a z wyprowadzeniami różowymi do katody przeciwległej lampy. Połączenia muszą być w ścisłym reżimie ponieważ w przeciwnym razie przebieg będzie zniekształcony.

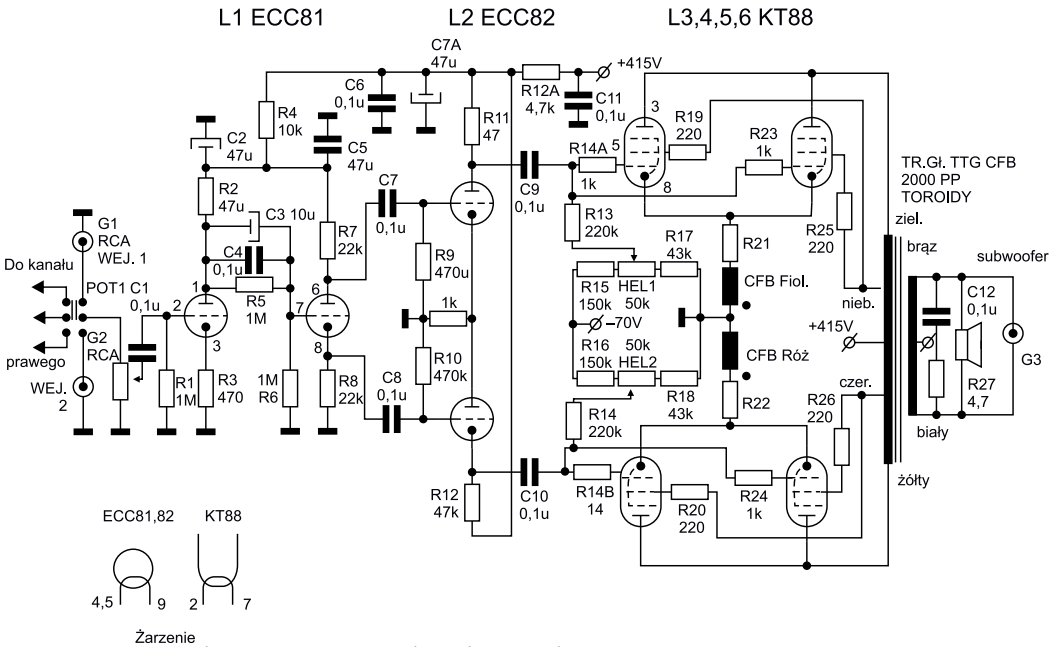
Konieczne jest podłączenie na wyjście wzmacniacza oscyloskopu z obciążeniem w postaci rezystora 8 lub 4 Ω o mocy minimum 50 W. Po włączeniu na wejście wzmacniacza generatora funkcyjnego obserwujemy przebieg sinusoidalny. Po przesterowaniu połówki sinusoidy mają być symetrycznie obcinane. Nie należy w tym czasie podłączać głośników, gdyż mogą ulec uszkodzeniu. Do wyjścia jednego transformatora podłączone jest gniazdo RCA w celu podłączenia subwoofera.



Rysunek 1. Schemat blokowy wzmacniacza

Budowa i działanie bloku zasilania

Na **rysunku 3** pokazano schemat ideowy bloku zasilania. Zbudowany jest z trzech osobnych płytek PCB. Pierwsza z nich od strony zasilania sieciowego to soft-start. Układ jest niezbędny, ponieważ duża moc transformatora sieciowego powoduje silny impuls magnesujący. Nie wytrzymuje tego bezpiecznik o wartości nominalnej 1,6 do 2 A. Dla lepszej ochrony transformatora bezpiecznik ten powinien być szybki. Uruchomienie tego układu sprowadza się do dobrania wartości kondensatora C1 tak, aby na przekaźniku pojawiło się napięcie znamionowe tego przekaźnika. Stała czasowa C3, C5, P1 wynosi około 0,3 sek.



Rysunek 2. Schemat ideowy przedwzmacniacza i wzmacniacza mocy

Transformator sieciowy ma szereg napięć wtórnych:

- uzwojenie 6,3 V, 2,5 A to żarzenie lamp sterujących,
- uzwojenie 2×6,3 V, 6,5 A to żarzenie lamp mocy lewego i prawego kanału,
- wyjście 50 V, 0,1 A służy do zasilania prostownika napięcia ujemnego (M3),

Wykaz elementów, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

Blok zasilania

Rezystory:
R1, R2: 470 Ω, 1 W
R3: 220 Ω, 0,5 W
R4: 100 Ω, 25 W z radiatorem, opcjonalnie dławik DŁ1 firmy TOROIDY TDS 12/400
R5, R6: 47 Ω, 5 W
R7: 10 kΩ 0,25 W
R8: 100 kΩ 0,25 W
R9: 10 kΩ 0,25 W
R10: 1,5 kΩ 0,25 W

Kondensatory:
C1: 330 nF/400 V dobrany do napięcia 24 V na przekaźniku P1
C2, C4: 0,1 µF/ 400 V
C3, C5: 470 µF/ 50 V
C6, C7: 470 µF/ 500 V
C8, C10: 100 µF/ 100 V
C9: 470 µF/ 16 V
C11: 10 nF/ 100 V
C12: 100 µF/ 16 V
C13: 0,1 µF/ 100 V
C14: 10 µF/ 16 V

Półprzewodniki:
M1...M4: mostek prostowniczy DB104
U1: timer 555
S1: stabilizator 7812
D1: dioda dwukolorowa
TR1: tranzystor PNP BC557

Pozostałe:
P1: przekaźnik RM84 24 V DC/10 A
P2: przekaźnik RM84 12 V DC/10 A
B1: bezpiecznik 20×5 WTA: F 1,6 A
B2: bezpiecznik WTA-T 600 mA
T1: termistor na napięcie 300 V
Transformator sieciowy TT400/62 Firmy SIZEI, o uzwojeniach wtórnych:
350 V, 0,8 A – napięcie anodowe,
50 V, 0,1 A – ujemne napięcie siatek sterujących lamp mocy,
6,3 V, 2,5 A – żarzenie lamp sterujących,
6,3 V, 6,5 A – żarzenie lamp mocy lewy kanał,
6,3 V, 6,5 A – żarzenie lamp mocy prawy kanał.

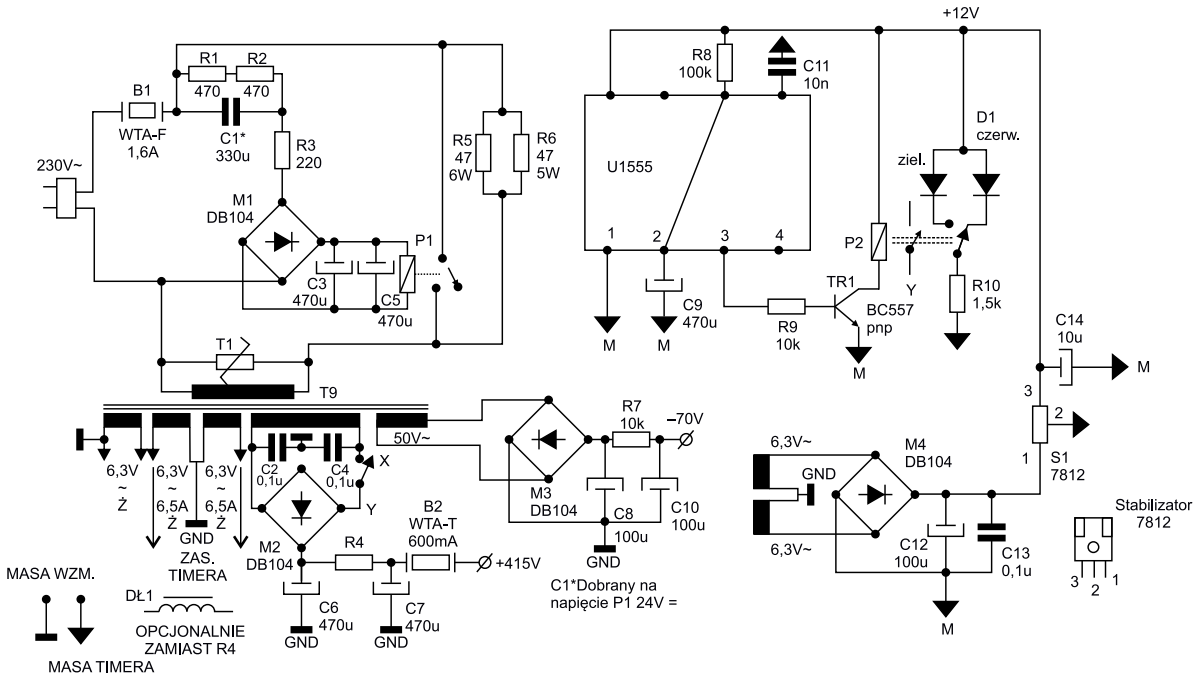
Wzmacniacz CFB (jeden kanał)

Rezystory: (wszystkie 1 W, 1%)
R2, R5, R6: 1 MΩ
R2, R11, R12: 47 kΩ
R3: 470 Ω
R4: 10 kΩ
R7, R8: 22 kΩ
R9, R10: 470 kΩ
R12 A: 4,7 kΩ
R13, R14: 220 kΩ
R14A, R14B: 1 kΩ
R15, R16: 150 kΩ
R17 R18: 43 kΩ
R19, R20, R25, R26: 220 Ω
R21, R22: 10 Ω
R23, R24: 1 kΩ
R27: 4,7 Ω

Kondensatory:
C1, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12: 0,1 µF/400 V
C3: 10 µF/250 V
C7 A: 47 µF/400 V

Pozostałe:
L1: ECC81
L2: ECC82
L3, L6: KT88
HEL1, HEL2: 50 kΩ
G1, G2, G3: RCA do chassis
Pot1: 2×250 kΩ drabinka
Transformator głośnikowy: TTG-CFB 2000 PP (TOROIDY)

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 3. Schemat ideowy bloku zasilania

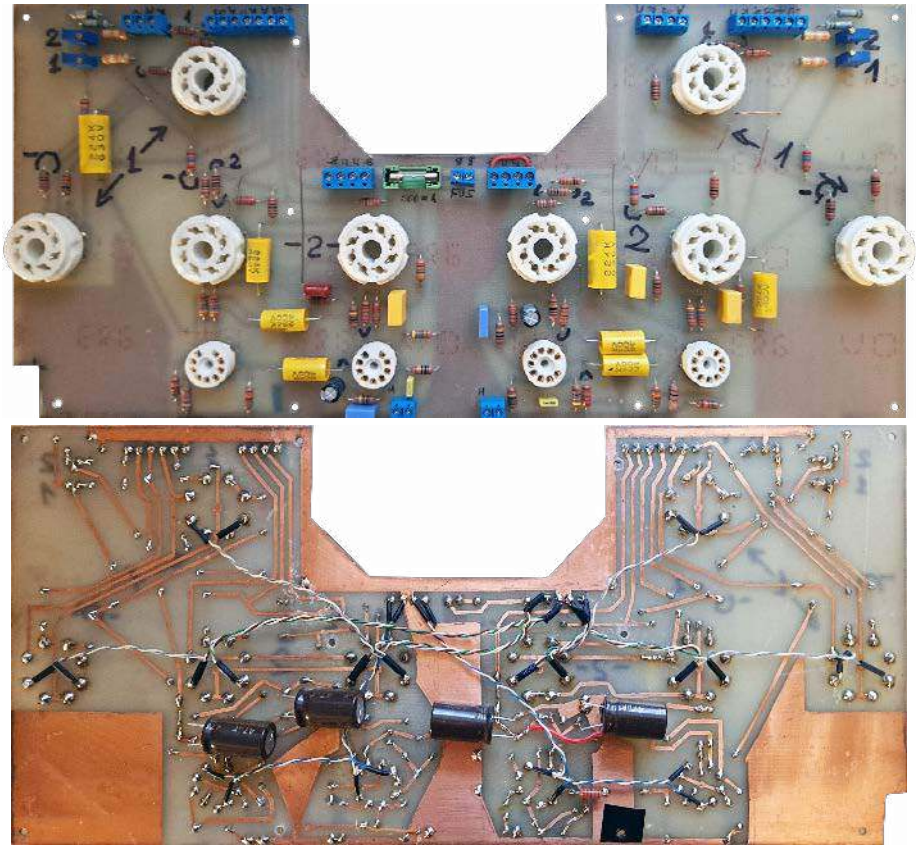
- napięcie 350 V służy do zasilania prostownika w obwodzie napięcia anodowego (M2) składającego się z elementów C6, R4, C7 i B2.

Rezystor R4 o mocy 25 W wyposażony w radiator, jest dodatkowo przykręcony do blachy aluminiowej o powierzchni kilkudziesięciu centymetrów kwadratowych w celu odprowadzenia znacznej ilości ciepła. Opcjonalnie można zastosować dławik TDS12/400 lecz wzrosną wtedy koszty.

UWAGA!

Na biegu jałowym zasilacza anodowego występuje napięcie bliskie 500 V. Jest ono bardzo niebezpieczne, w związku z czym należy zastosować pewne kroki w celu zminimalizowania niebezpieczeństwa porażenia. Należy podłączyć równolegle z kondensatorem C6 układ szeregowo-równoległy złożony z czterech rezystorów 220 kΩ 2 W, które będą rozładowywały napięcie na kondensatorach C6 i C7. Dodatkowo należy zaopatrzyć się w dwie żarówki starego typu (nie LED) połączone szeregowo i przy ich użyciu należy dokonywać rozładowania kondensatorów przed każdą czynnością wykonywaną w obwodach wzmacniacza.

Na trzeciej płytce PCB znajduje się układ do opóźnionego włączania napięcia anodowego. Przy pomocy timera 555 uzyskuje czas około 50 sekund, po którym dokonuje włączenia napięcia anodowego stykiem przekaźnika P2 (styk oznaczony XY) w obwodzie mostka prostowniczego M2. Drugi styk przekaźnika steruje dwukolorową diodą LED. Czerwony kolor sygnalizuje podgrzewanie katod lamp mocy, a zielony – normalną pracę wzmacniacza. Zasilanie stabilizatora S1 jest doprowadzone z prostownika M4, do którego są dołączone dwa szeregowo połączone uzwojenia 6,3 V.



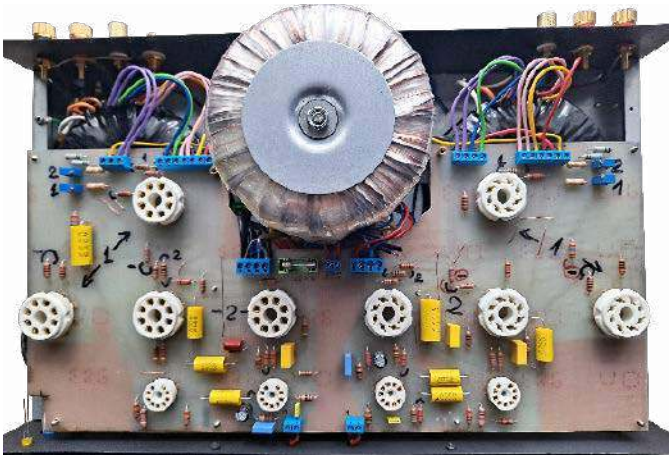
Fotografia 1. Wygląd zmontowanej płytki wzmacniacza

Uruchomienie

Proces uruchamiania sprowadza się do sprawdzenia napięć na anodach lamp sterujących. Powinny mieć wartości zbliżone do połowy napięć zasilania. Napięcia zbyt małe lub zbliżone do zasilania wskazują źle dobrane punkty pracy lamp. Jak wspomniano wcześniej – należy ustawić punkty pracy lamp mocy ustawiając napięcia na rezystorach katodowych na wartość 0,9 V, regulując potencjometrami HEL1 i HEL2. Lampa ECC82 powinna być precyzyjnie dobrana ze względu na wymaganą symetrię.

Ważną sprawą jest też takie zaprojektowanie płytek PCB, aby zminimalizować zakłócenia pochodzące od sieci zasilającej. Należy prowadzić masy o dużej szerokości i unikać tzw. pętli masy. Do tego problemu należy podejść z należytą powagą i jej nie bagatelizować, gdyż podłączenie subwoofera będzie sprawdzianem jakości szczególnie niskich tonów. Osoby z mniejszym doświadczeniem

eprasa.pl b722c3c0ae



Fotografia 2. Wygląd wnętrza wzmacniacza



Fotografia 3. Wygląd gotowej konstrukcji

powinny zacząć od budowy prostszych rozwiązań. Przy budowie tego wzmacniacza radzę uzbroić się w cierpliwość.

W którymś z poprzednich wydań EP napisałem artykuł z poradami dla początkujących konstruktorów [2] – warto się z nim zapoznać. Natomiast przy pierwszym włączeniu warto trzymać rękę na wyłączniku, ponieważ mogą się pojawić niemiłe niespodzianki w postaci spalonego bezpiecznika lub dymiącego opornika.

Podsumowanie

Życzę miłego odsłuchu, ponieważ wzmacniacz brzmi naprawdę dobrze! Proszę śmiało do mnie pisać – z chęcią udzielę porad. Odnośnie wykonania płytek PCB – wykonuję je niezbyt profesjonalnie, ale mogę udostępnić rysunki, które pomogą w zaprojektowaniu płytek np. w KiCad.

Henryk Michałowski
michalowskihenio@gmail.com

[1] https://tiny.pl/c52l6
[2] https://tiny.pl/c52lv

REKLAMA

Sięgnij po archiwalne wydania „ELEKTRONIKI PRAKTYCZNEJ”



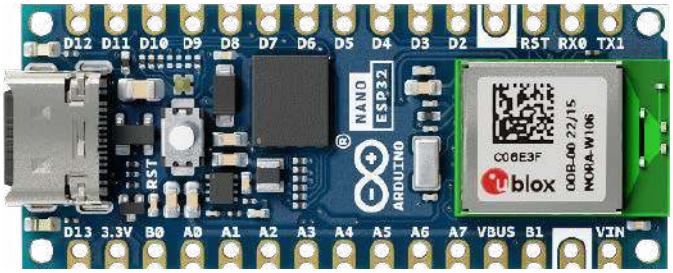
Przesyłka GRATIS

Zamów wygodnie na www.UlubionyKiosk.pl

eprasa.pl b722c3c0ae

Arduino Nano ESP32

Zespół Arduino jest w tym roku wyjątkowo aktywny – do zaprezentowanych płytek z procesorami ARM: Arduino Giga WiFi (STM32H747XI), Arduino UNO R4 Minima/WiFi (R7FA4M1AB3CFM), Arduino Portenta 33 (R7FA6M5BH2CBG), dołączyła najmniejsza – Arduino Nano ESP32.



Płytka Nano ESP32 pokazana na fotografii tytułowej, bazuje na układzie SoC Espressif ESP32-S3 z dwurdzeniowym MCU XTensa LX7 i zintegrowaną komunikacją bezprzewodową Wi-Fi 802.11 b/g/n oraz Bluetooth 5 (LE), przeznaczonym do aplikacji IoT. Wykonana jest w niewielkim i wygodnym formacie płytek prototypowych – Nano. Standardowo dostępna jest bez wlutowanych szpilek (ABX00092) oraz z wlutowanymi (ABX00093). Cena w oficjalnym sklepie arduino.cc została ustalona odpowiednio na 18 i 19 €.

Specyfikacja

Arduino Nano ESP32 ma ułatwić tworzenie zaawansowanych aplikacji IoT dzięki wydajnemu procesorowi i komunikacji bezprzewodowej. W **tabeli 1** zestawiono podstawowe parametry nowego rozwiązania.

W firmowym pudełku otrzymujemy płytkę, ulotkę i naklejki oraz złącza szpilkowe, jeśli wybraliśmy wersję bez wlutowanych złączy. Płytka ma otwory z metalizacją krawędzi, która umożliwia wlutowanie jej bezpośrednio do urządzenia, traktując ją jak element SMD.

Sercem Nano ESP32 jest moduł firmy uBLOX typu Nora W106-10B przystosowany do współpracy z zewnętrzną pamięcią programu QSPI. Dlatego na płytce znajduje się także układ pamięci typu GD25B128EWIGR – 128 Mbitów (16 MB).

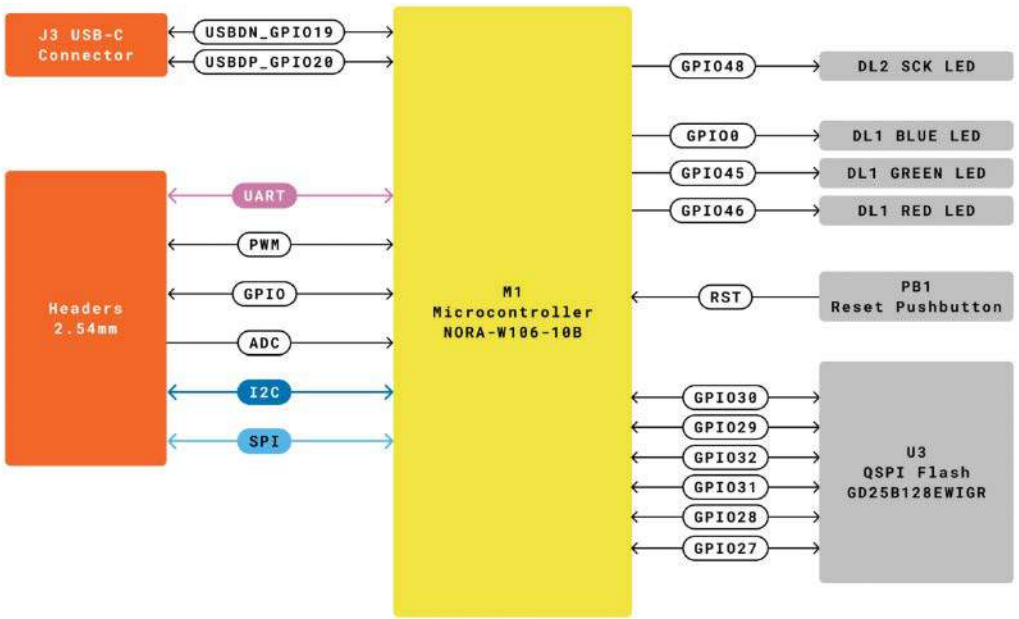
Ponadto moduł Nora W106-10B jest wyposażony we wbudowaną antenę pcb, bez możliwości podłączenia anteny zewnętrznej, co może być przeszkodą w niektórych zastosowaniach. Warto wspomnieć, że uBlox oferuje też moduły z wbudowaną pamięcią 8 MB i wyprowadzonym pinem anteny zewnętrznej typu NoraW-101-00B oraz z wbudowaną anteną pcb typu Nora W106-00B.

Na **rysunku 1** został pokazany schemat blokowy płytki Nano, pokazujący wszystkie kluczowe komponenty tego małego systemu.

Układ wyprowadzeń

W przypadku Nano ESP32, pomimo zachowania formatu, należy zwrócić uwagę na wyprowadzenia GPIO, których kilka przypisanych jest nieco inaczej niż w pozostałych płytkach Nano. Inne są też funkcje wyprowadzeń zasilania. Przyporządkowanie wyprowadzeń modułu zostało pokazane na **rysunku 2**.

Płytka może być zasilana poprzez złącze USB-C z typowym napięciem 5 V oraz poprzez wyprowadzenie VIN z napięciem z zakresu 6...21 V. Moduł Nora wymaga zasilania napięciem 3,3 V pochodzącym z wbudowanej przetwornicy obniżającej firmy MPS typu MP2322. Przetwornica w całym zakresie zasilania cechuje się sprawnością przekraczającą 85%. **Wyprowadzenia GPIO są zgodne ze standardem 3,3 V, podłączenie wyższego napięcia uszkodzi moduł**.



Rysunek 1.

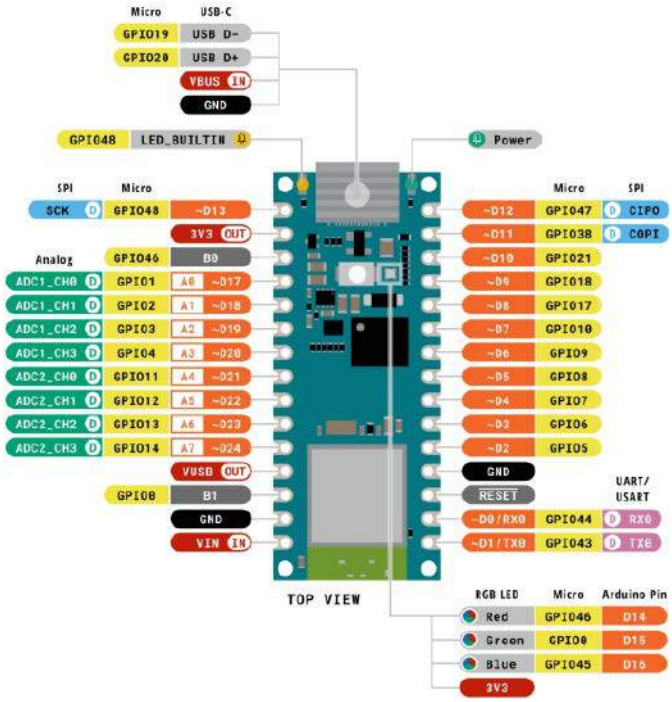
Zasilanie

Schemat bloku zasilania został pokazany na **rysunku 3**. Dosyć dziwną rzeczą jest brak jakiegokolwiek wsparcia dla zasilania z baterii lub akumulatora, płytka nie ma obwodów ładowania ani przełączania zasilania rezerwowego. Podtrzymanie zasilania lub wsparcie dla zasilania akumulatorowego jest wymagane w większości urządzeń IoT, bo w przeważającej ilości przypadków są to jednak urządzenia przenośne. Z kolei zakres zasilania VIN większy niż 6 V wymaga zastosowania kilku akumulatorów połączonych w pakiet szeregowy, co nie jest rozwiązaniem ani tanim, ani kompaktowym. Mamy więc sytuację, gdzie komunikacja jest bezprzewodowa, a zasilanie nie…

Ewentualną próbą uratowania sytuacji jest użycie zworki SJ1 do odłączenia przetwornicy 3,3 V i doprowadzenia własnego zasilania 3,0...3,6 V poprzez wyprowadzenia +3V3. Wymaga to dodatkowej przetwornicy obniżająco-podwyższającej np. TPS63031, aby zapewnić 3,3 V w całym zakresie napięcia typowego akumulatora litowego lub pakietu baterii. Naprawdę szkoda, że nie dopracowano obwodu zasilania, to niepotrzebne utrudnienie w aplikacji Nano.

Sekcja zasilania ma też kilka innych uproszczeń, które należy mieć na uwadze przy aplikacji płytki. Na wyprowadzeniu VIN podczas zasilania z USB pojawia się napięcie VUSB, obniżone o spadek napięcia na diodzie D2. Więc wyprowadzenie VIN staje się wyprowadzeniem VOUT – trzeba na to zwrócić uwagę. W szereg z VUSB nie wprowadzono żadnego elementu zabezpieczającego, co przy przypadkowym

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 2.

zwarciu na VIN może mieć opłakane skutki, jeżeli równie oszczędnościowo zaprojektowany jest HUB lub port USB we współpracującym komputerze.

Obecność zasilania +3,3 V sygnalizowana jest przez diodę. Płytka nie udostępnia też napięcia 5 V. W przypadku Nano Every na wyprowadzeniu +5 V było obecne napięcie używane do zasilania układów współpracujących. W przypadku ESP32 zmieniona została fukcjonalność wyprowadzenia +5 V i jest na nie wyprowadzone napięcie VUSB, które dostępne jest tylko wtedy, gdy zasilamy moduł z USB. Zasilając z napięcia VIN, nie mamy źródła 5 V przydatnego np. do zasilania konwerterów poziomu i urządzeń niezgodnych z 3,3 V. To kolejna płytka po serii UNO R4, w której uproszczenia w obwodach zasilania są uciążliwe dla użytkownika w większości możliwych aplikacji.

Różnica w GPIO nie jest duża, ale należy na nią zwrócić uwagę, szczególnie jeżeli używany płytek rozszerzeń. Nano Every ma wyprowadzony sygnał RESET na dwa wyprowadzenia (fizyczne zmostkowanie na pcb), ESP32 tylko na jedno. Drugie z wyprowadzeń pełni funkcję GPIO0 oraz pinu BOOT1 (B1 – Board Reset 1). Różnica jest także w wyprowadzeniu AREF, które w ESP32 jest drugim pinem trybu BOOT0 (B0 – Board Reset 0). Bez modyfikacji PCB się nie obejdzie, inaczej możemy mieć problemy z uruchomieniem płytki NANO ESP32. Arduino rekomenduje użycie pinów B0/GPIO46, B1/GPIO0 tylko jako wyjść, aby uniknąć problemów ze startem płytki w przypadku nieokreślonych stanów tych wyprowadzeń. Oba z wyprowadzeń odpowiadają za zmianę trybu bootowania ESP32 podczas startu/resetu.

Płytka nie jest wyposażona w żadne peryferia oprócz przycisku RESET, diody LED oraz dodatkowej diody RGB, która w pierwszych wersjach płytki miała zamienione kolory niebieski z zielonym. Dla eksperymentujących na spodzie płytki są wyprowadzone pady interfejsu JTAG i USB.

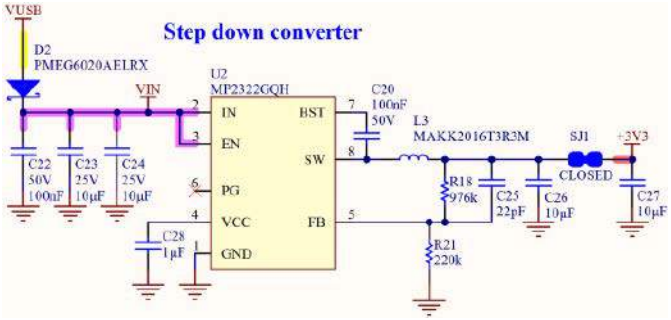
Oprogramowanie

Od strony programowej płytka oczywiście wspierana jest poprzez środowisko Arduino, które zostało uzupełnione o podstawowe przykłady zgodne z Nano ESP32. W dalszym ciągu nie usunięto problemów z DFU – po załadowaniu programu nie jest w stanie odnaleźć do którego podłączony jest ESP32:

```
Cannot open DFU device xxxx:yyyy found on devnum 1
(LIBUSB_ERROR_NOT_SUPPORTED)
```

Tabela 1. Parametry płytki Arduino Nano ESP32

Płytka		Nano ESP32
Nr katalogowy		ABX00092/93
Mikrokontroler		Espressif ESP32-S3 XTensa 32-bit LX MCU
USB/programator		USB-C
GPIO	DIO	14
	ADC	8 (12-bitowy)
	PWM	6
	Maksymalny prąd GPIO	28 mA (sink) 40 mA (source)
Porty komunikacyjne	UART	2
	I²C	1
	SPI	1
	I²S/PDM	2
	CAN/TWAI®	1
Zasilanie	VCC	3,3 V
	VIN	6...21 V
	USB	5 V
Taktowanie	CPU CLK	do 240 MHz
Pamięć	ROM	384 kB
	SRAM	512 kB
	Flash	16 MB QSPI
Wi-Fi		802.11 b/g/n
Bluetooth		5 (BLE)
Pozostałe		LED SCK/PWR, LED RGB, przycisk reset



Rysunek 3.

Zapewniona została zgodność z Arduino Cloud. Możliwa jest też instalacja Micropythona z obrazów udostępnionych na stronie producenta (aktualnie: *ARDUINO_NANO_ESP32-20230824-unstable-v1.20.0-396-g1dedb65e6.uf2*) i współpraca ze środowiskiem Arduino Lab for Micropython. Debugowanie dalej nie jest wspierane, jak twierdzi i przeprasza Arduino – „jeszcze", ponieważ jest niezgodne z aktualnym środowiskiem, czyli znowu rzeczywistość nie zdążyła za reklamą. Jak zwykle pozostaje więc poszukać alternatywy.

Podsumowanie

Bardzo niepokojąca staje się tendencja do wypuszczania na rynek mocno niedopracowanych produktów, która oczywiście dotyczy nie tylko zespołu Arduino. Mamy więc dostępne płytki z BLE, który jest nieaktywny, płytki z debuggerem, który jeszcze nie działa itp. Oczywiście wszystkie te funkcje są w materiałach reklamowych i niebawem zostaną uruchomione…

Adam Tatuś, EP

eprasa.pl b722c3c0ae

Podstawowe parametry:
- może być zasilany ładowarką lub zasilaczem USB-C,
- dostarcza napięć 3,3 V i 5 V,
- wbudowane ograniczenie prądowe.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

AVT5977	Stabilizator napięcia symetrycznego z regulacją współbieżną (EP 3/2023)
AVT5963	Zasilacz warsztatowy cz. 1 i 2 (EP 12/2022 01/2023)
AVT5915	Zasilacz 5 V/1 A z szerokim zakresem napięć wejściowych (EP 1/2022)
AVT5908	Beztransformatorowy impulsowy zasilacz sieciowy (EP 12/2021)
AVT5872	Regulowany zamiennik stabilizatora 78xx (EP 7/2021)
AVT1990	Regulowany zasilacz do płytek stykowych (EP 8/2018)

* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja **[B]** nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji **[B]** zawiera elementy elektroniczne (w tym **[UK]** – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- **wersja [C]** – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw **[B]** (elementy wlutowane w płytkę PCB),
- **wersja [A]** – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.

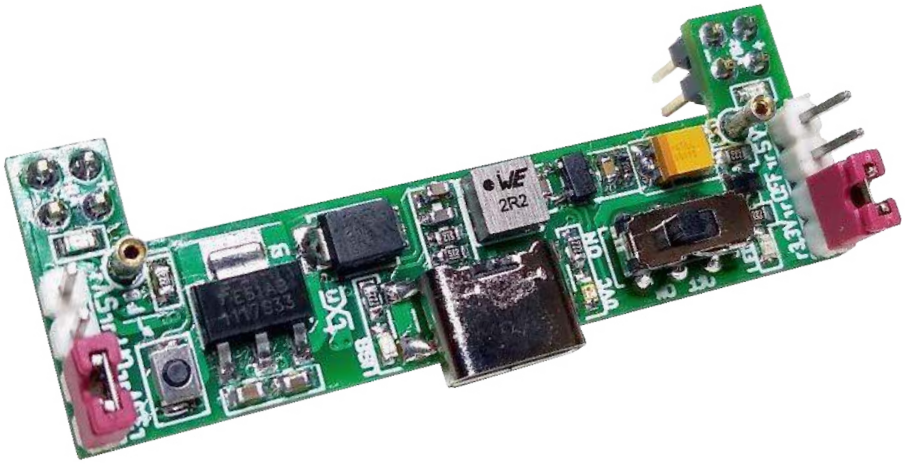
Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- **wersja [A+]** – płytka drukowana **[A]** + zaprogramowany układ **[UK]** i dokumentacja,
- **wersja [UK]** – zaprogramowany układ.

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! **http://sklep.avt.pl**

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: **kity@avt.pl**.

Zasilacz do płytek stykowych ze złączem USB-C

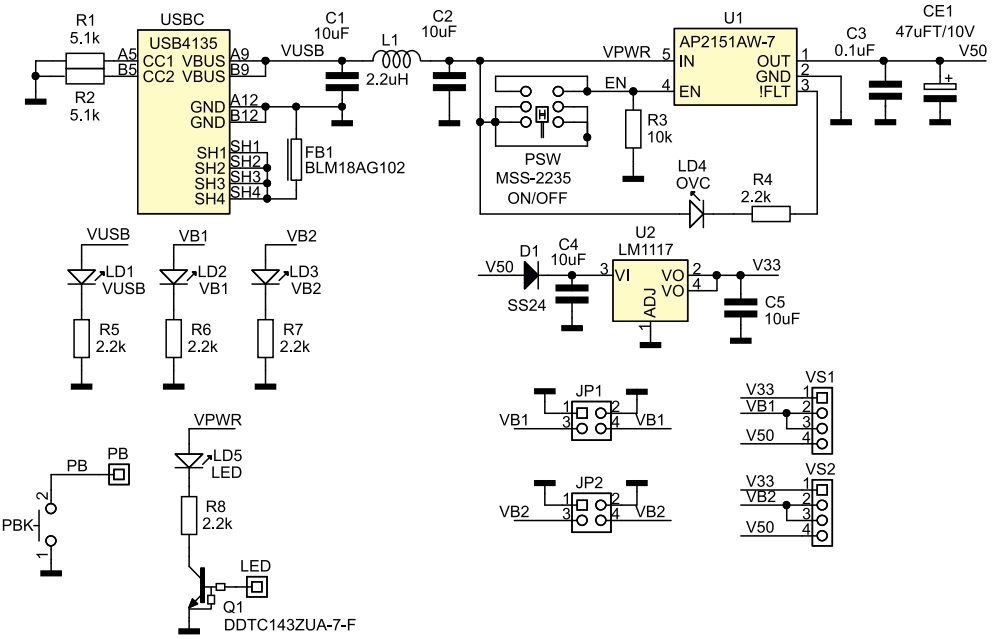
Opisany w artykule zasilacz przyda się wszystkim uruchamiającym swoje prototypy przy użyciu płytek stykowych. Układ zasilany ładowarką lub zasilaczem USB-C dostarcza napięć 3,3 V i 5 V, a wbudowane ograniczenie prądowe pomoże zabezpieczyć uruchamiany układ.



Budowa i działanie

Schemat układu zasilacza został pokazany na **rysunku 1**. Układ zasilany jest z typowej ładowarki lub zasilacza z wtykiem USB-C 5 V (np. z zasilacza od Raspberry Pi). Zastosowane gniazdo USB-C typu GCT-USB4135 przeznaczone jest do aplikacji zasilających pozbawionych transmisji danych, co pozwala ograniczyć do minimum liczbę wyprowadzeń i ułatwia jego montaż. Napięcie 5 V po filtracji z użyciem elementów C1, C2, L2, redukującej część zakłóceń z ładowarek o niższej jakości, doprowadzone jest do układu U1 typu AP2151. Dioda LD1 VUSB sygnalizuje obecność zasilania z ładowarki.

Układ AP2151 to klucz zasilania stosowany w aplikacjach USB. Jego zadaniem jest kluczowanie napięć zasilających płytkę stykową oraz ograniczenie prądu zwarcia do maksymalnie 800 mA, co jest szczególnie istotne przy ładowarkach o dużej wydajności, w których ekonomicznie potraktowano



Rysunek 1. Schemat ideowy zasilacza

Wykaz elementów, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

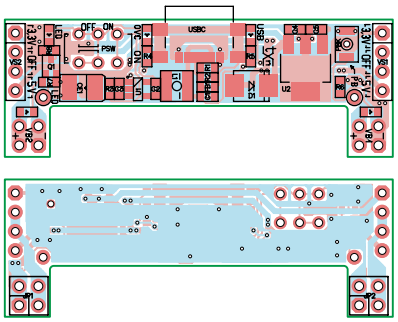
Rezystory: (SMD0603, 1%)
R1, R2: 5,1 kΩ
R3: 10 kΩ
R4, R5, R6, R7, R8: 2,2 kΩ

Kondensatory: (SMD0603)
C1, C2, C4, C5: 10 µF 10 V
CE1: 47 µFT/10 V tantalowy (3528)
C3: 0,1 µF/10 V

Półprzewodniki:
D1: dioda Schottky'ego SS24
LD1: dioda LED czerwona (SMD0603)
LD4: dioda LED żółta (SMD0603)
LD5: dioda LED zielona (SMD0603)
LED, PB: gniazdo kielichowe z podstawki precyzyjnej
Q1: tranzystor cyfrowy DDTC143ZUA-7-F(4,7k/47k) (SOT-323)
U1: AP2151AW-7 (SOT-25)
U2: LM1117 (SOT-223)

Pozostałe:
FB1: koralik ferrytowy BLM18AG102 (SMD0603)
JP1, JP2: złącze szpilkowe SIP4, 2,54 mm
L1: dławik mocy DJNR4018-2R2-S2,2 µH (DJNR4018)
PBK: mikroprzełącznik (B3U-1000P)
PSW: przełącznik suwakowy MSS-2235
USB-C: gniazdo USB4135
VS1, VS2: złącze IDC 2×2, 2,54 mm

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 2. Schemat płytki PCB

zabezpieczenia zwarciowe. U1 sygnalizuje przeciążenie stanem niskim na wyprowadzeniu !FLT, co zastosowano do sygnalizacji przeciążenia diodą LD4 OVC. Dłuższe zwarcie powoduje nagrzewanie układu U1 i aktywację jego zabezpieczenia termicznego redukującego prąd do minimum. Przełącznik PSW umożliwia wyłączenie napięć zasilających płytkę stykową.

Napięcie V50 po kluczu U1 doprowadzone jest do stabilizatora liniowego 3,3 V U2 typu LM1117-3.3. Dioda D1 zmniejsza straty w U2. Oba napięcia V50 i V33 doprowadzone są do zwór VS1, VS2 umożliwiających wybór wartości lub wyłączenie zasilania poszczególnych szyn płytki stykowej. Napięcie zasilania doprowadzone jest do płytki stykowej poprzez złącza JP1, JP2. Obecność napięć sygnalizowana jest świeceniem odpowiednio LD2, LD3. Na płytce pozostało nieco miejsca, więc umieszczono na niej dodatkowy mikroprzełącznik PBK i buforowaną tranzystorem Q1 diodę LED, które wyprowadzone są na złącza kielichowe pozyskane z podstawki precyzyjnej.

Montaż i uruchomienie

Układ zmontowany jest na niewielkiej dwustronnej płytce drukowanej, wcięcie w płytce zapewnia dostęp do wszystkich pól płytki stykowej. Schemat płytki został pokazany na **rysunku 2**. Montaż nie wymaga opisu. Układ nie wymaga uruchamiania, po podłączeniu do zasilacza USB-C, należy sprawdzić obecność napięć 3,3 V, 5 V, po odpowiednim ustawieniu zwór VS1, VS2 zgodnie z opisem na płytce. Zwierając wyprowadzenia złączy zasilających VB1, VB2, można sprawdzić działanie ograniczenia prądu i sygnalizacji OVC.

Adam Tatuś, EP

AVT sklep

Podstawowe parametry:
- port szeregowy w standardzie RS232 z potwierdzaniem sprzętowym,
- izolowany galwanicznie,
- zawiera kontroler UART typu SC16IS740 sterowany poprzez I²C.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

AVT5914	Zasilacz buforowy dla RPi Zero (EP 1/2022)
AVT5913	Cyfrowy wzmacniacz audio 2×10 W w formacie RPi Zero (EP 1/2022)
AVT5909	Sterownik czterech mikrosilników dla Pi Zero (EP 12/2021)
AVT5896	Karta sieciowa z PoE dla RPi Zero (EP 10/2021)
AVT5890	Interfejs wyświetlacza TFT RGB dla RPi Zero (EP 9/2021)
AVT5882	Podwójny klucz zasilania High Side (EP 8/2021)

* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja **[B]** nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji **[B]** zawiera elementy elektroniczne (w tym **[UK]** – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- **wersja [C]** – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw **[B]** (elementy wlutowane w płytkę PCB),
- **wersja [A]** – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.

Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:

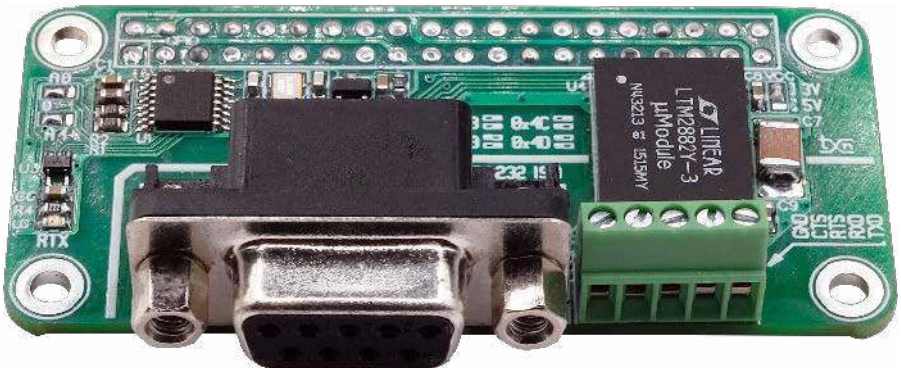
- **wersja [A+]** – płytka drukowana **[A]** + zaprogramowany układ **[UK]** i dokumentacja,
- **wersja [UK]** – zaprogramowany układ.

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! http://sklep.avt.pl

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

Izolowany interfejs RS232 dla Raspberry Pi

Dzięki zastosowaniu ekspandera możemy uzupełnić Raspberry Pi Zero o dodatkowy izolowany galwanicznie port szeregowy w standardzie RS232, przydatny w aplikacjach automatyki domowej.

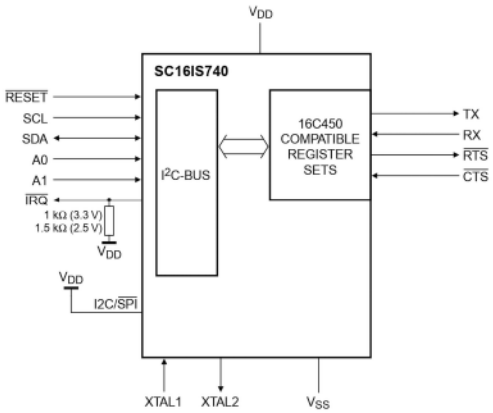


Moduł zawiera jednokanałowy kontroler UART sterowany poprzez magistralę I²C typu SC16IS740 firmy NXP, którego schemat wewnętrzny został pokazany na **rysunku 1**. Układ jest wspierany przez dystrybucję Linuxa dla Raspberry Pi i umożliwia realizację transmisji z typowymi prędkościami, także w trybie z potwierdzeniem sprzętowym i elastyczną konfiguracją ramki przy zachowaniu niewielkiego poboru mocy. Dzięki użyciu magistrali I²C domyślny interfejs UART komputerka Raspberry można zastosować do innych zadań np. SSH.

Budowa i działanie

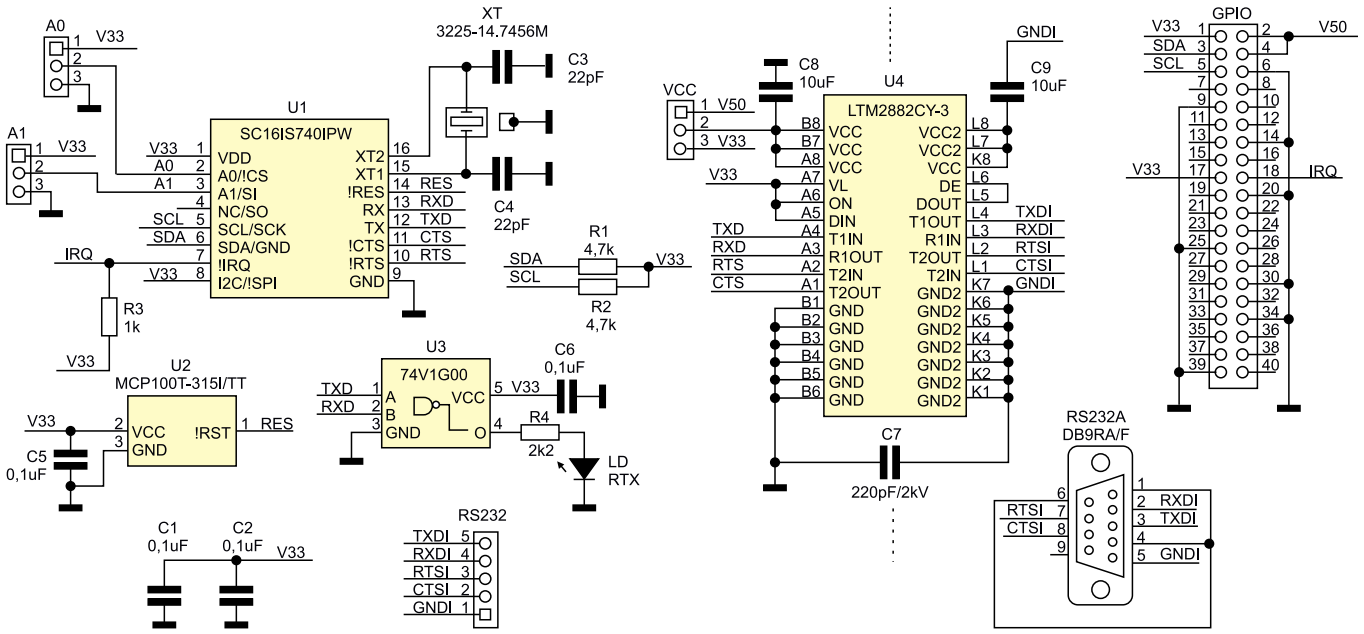
Schemat ideowy modułu został pokazany na **rysunku 2**. Magistrala I²C doprowadzona jest ze złącza GPIO, na które wyprowadzony jest też niezbędny do poprawnej pracy sygnał przerwania IRQ. U2 zapewnia poprawny restart U1 po włączeniu zasilania. Sygnały UART, TXD, RXD, CTS, RTS doprowadzone są do minimodułu izolatora RS232, układu U4 typu LTM2882. Integruje on obwody izolacji optycznej sygnałów UART, nadajniki i odbiorniki standardu RS232 oraz izolowaną przetwornicę zasilania, upraszczając aplikację do kondensatorów odsprzęgających C8, C9. Sygnały po izolacji wyprowadzone są na zaciski śrubowe złącza RS232 i do złącza RS232 typu DB9F.

Układ U3 buforuje sygnały RXD/TXD sterujące diodą RTX sygnalizującą aktywną transmisję. Zwory A0, A1 umożliwiają ustawienie 4 adresów (zwora



Rysunek 1. Schemat wewnętrzny układu SC16IS740 (za notą NXP)

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 2. Schemat nakładki

Tabela 1. Adresacja układu SC16IS740

A1	A0	Adres
1	1	0x48 (1001000x)
1	0	0x49 (1001001x)
0	1	0x4C (1001100x)
0	0	0x4D (1001101x)

zwarta Ax=GND=0, zwarta Ax=V33=1) zgodnie z **tabelą 1**. Należy zwrócić uwagę, aby ustawiony adres nie pokrywał się np. z termometrami I²C.

Nakładka zasilana jest z napięcia 3,3 V Raspberry Pi. Układ LTM2882 występuje w dwóch wykonaniach –3, –5 wymagających zasilania odpowiednio 3,3 V i 5 V, które można wybrać zworą VCC.

Montaż i uruchomienie

Moduł zmontowany jest na dwustronnej płytce drukowanej zgodnej z Raspberry Pi Zero. Schemat płytki został pokazany na **rysunku 3**. Sposób montażu jest klasyczny i nie wymaga opisu. Dla szybkiego sprawdzenia działania nakładkę podłączamy do Raspberry Pi. Domyślny adres modułu to 0×4D (obie zwory A0, A1 zwarte do GND). Używając biblioteki i2ctools, po ustawieniu adresu bazowego, moduł powinien być widoczny po odczycie magistrali poleceniem:

```
i2cdetect -y 1
```

co pokazano na **rysunku 4** (ustawiony adres bazowy 7-bitowy 0×4D).

Jeżeli układ jest widoczny na magistrali I²C, można zainicjować jego driver, w tym celu edytujemy plik *config.txt*, wpisując polecenie:

```
sudo nano /boot/config.txt
```

i dodając na końcu pliku linię:

```
dtoverlay=sc16is750-i2c,int_
pin=24,addr=0×4D
```

W zależności od zastosowanych wyprowadzeń gpio i ustawionego adresu należy zmodyfikować parametr, *addr*. Układ SC16IS740 jest uproszczoną o GPIO wersją SC16IS750 i w zakresie obsługi UART jest w 100% zgodny. Po edycji należy zrestartować system poleceniem:

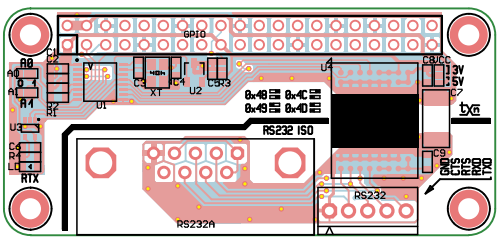
```
sudo reboot now
```

Po uruchomieniu systemu, poleceniem:

```
i2cdetect -y 1
```

sprawdzamy, czy w miejscu adresu 0×4D pojawi się tekst *UU*, świadczący o kontrolowaniu urządzenia przez driver.

Obecność dodatkowego portu szeregowego w systemie możemy sprawdzić poleceniem:



Rysunek 3. Schemat płytki PCB



Rysunek 4. Detekcja SC16IS740

```
ls /dev/tty*
```

wśród urządzeń powinien znaleźć się wpis *ttySC0*, który odpowiada nowemu portowi transmisji szeregowej.

Dla sprawdzenia poprawności transmisji można użyć emulatora terminala minicom lub picocom, instalując go poleceniem:

```
sudo apt-get install minicom
```

lub

```
sudo apt-get install picocom
```

a po uruchomieniu wpisujemy:

```
sudo minicom
```

ustalamy parametry transmisji (ttySC0, ANSI, 115200,8,N,1). Menu minicoma wywołujemy kombinacją CTRL A+Z, następnie opcje konfiguracji portu P, ustawień terminala T, konfiguracji minicom O, zgodnie z **rysunkiem 5**. Po konfiguracji zwieramy wyprowadzenie TXD/RXD modułu, wprowadzone znaki powinny wracać do terminala, a transmisja powinna być sygnalizowana diodą RTX.

Po podłączeniu do terminala PC poprzez konwerter USB/RS232 dla sprawdzenia komunikacji możemy też wykorzystać polecenia systemowe:

Wykaz elementów, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

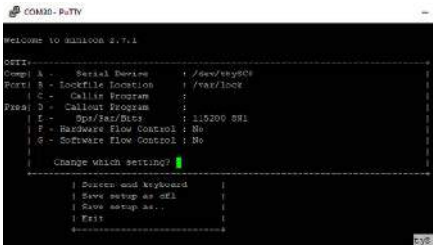
Rezystory: (SMD0603, 1%)
R1: 2,2 kΩ
R2: 1 kΩ
R3, R4: 10 kΩ
R5, R6: 4,7 kΩ

Kondensatory: (SMD0603)
C1, C5: 0,1 µF 16 V
C2: 10 µF 16 V
C3, C4: 22 pF 16 V NP0

Półprzewodniki:
LD: dioda LED (SMD0805)
U1: SC16IS740IPW (TSSOP16)
U2: MCP100T-315I/TT (SOT-23)

Pozostałe:
ADR, PU: listwa IDC8 + zwory
I²C1: złącze JST4 1 mm
I²C: złącze EH4 kątowe
J1: listwa SIP5 prosta męska
J2: listwa SIP8 prosta męska
XT: kwarc 14,7456 MHz (CFPX-180) 3,2×2,5

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 5. Konfiguracja minicom

```
while (true) do cat -A /dev/
ttySC0 ; done
```

odbierające znaki z zewnętrznego terminala lub

```
echo „1234567890 test 16IS740„ >
/dev/ttySC0
```

wysyłające znaki do zewnętrznego terminala przy domyślnych ustawieniach portu szeregowego. Zmieniając ustawienie terminala na transmisję z sprzętowym potwierdzeniem, zwieramy wyprowadzenie RTS z CTS i ponownie sprawdzamy poprawność komunikacji. Jeżeli wszystko działa, możemy moduł zastosować we własnej aplikacji.

Adam Tatuś, EP

W ofercie AVT*
AVT6008

Podstawowe parametry:
- zwieranie wyjścia typu OC po wykryciu poboru prądu przez podłączony odbiornik prądu przemiennego,
- zwieranie dwóch wyjść typu OC na 2 s po wykryciu rozpoczęcia i zakończenia poboru prądu,
- maksymalny prąd pobierany przez nadzorowane obciążenie: 15 A,
- próg zadziałania regulowany potencjometrem w przedziale 0,1...5 A wartości skutecznej prądu,
- wbudowany sygnalizator dźwiękowy, wydający dwa różne dźwięki: na początku pobierania prądu przez odbiornik i na końcu (z możliwością jego wyłączenia),
- pobór mocy z sieci około 0,5 W w stanie spoczynku (przy zasilaniu 230 V AC),
- wszystkie wyjścia odizolowane galwanicznie od sieci,
- zasilanie napięciem przemiennym 100...240 V, pobór mocy ok. 0,5 W przy 230 V AC.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

AVT5954	Warsztatowy Multi Tester (EP 10/2022)
Projekt 232	Miliamperomierz TRMS (EP 9/2017)
AVT5548	Licznik czasu pracy wyzwalany za pomocą przepływu prądu (EP 9/2016)
AVT5507	Miernik UIPTR (EP 7/2015)
AVT5399	Dwukanałowy multimetr panelowy (EP 6/2013)
AVT5386	Podwójny woltomierz i amperomierz (EP 3/2013)
AVT5383	Miernik tablicowy UIPt (EP 2/2013)

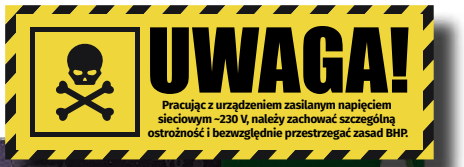
* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja **[B]** nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji **[B]** zawiera elementy elektroniczne (w tym **[UK]** – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- **wersja [C]** – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw **[B]** (elementy wlutowane w płytkę PCB),
- **wersja [A]** – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.

Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- **wersja [A+]** – płytka drukowana **[A]** + zaprogramowany układ **[UK]** i dokumentacja,
- **wersja [UK]** – zaprogramowany układ.

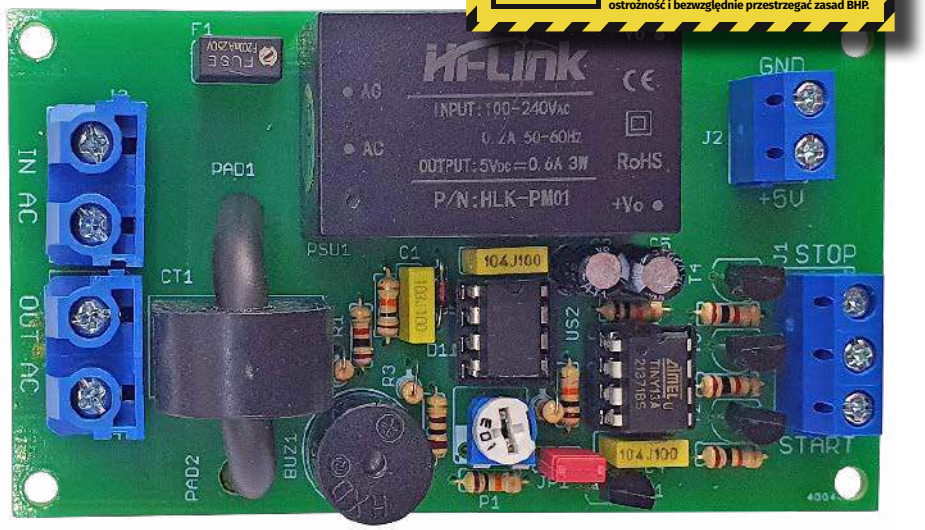
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!
http://sklep.avt.pl

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

Sygnalizator poboru prądu



Zaprezentowany układ realizuje jedną, za to użyteczną funkcję: informuje, czy urządzenie zasilane napięciem przemiennym pobiera z sieci prąd o dostatecznie wysokim natężeniu. Ma dwa dodatkowe wyjścia, służące do sygnalizacji rozpoczęcia i zakończenia tego procesu. I jeszcze sygnalizator dźwiękowy, który może szybko i czytelnie oznajmić początek oraz koniec. Tyle możliwości!



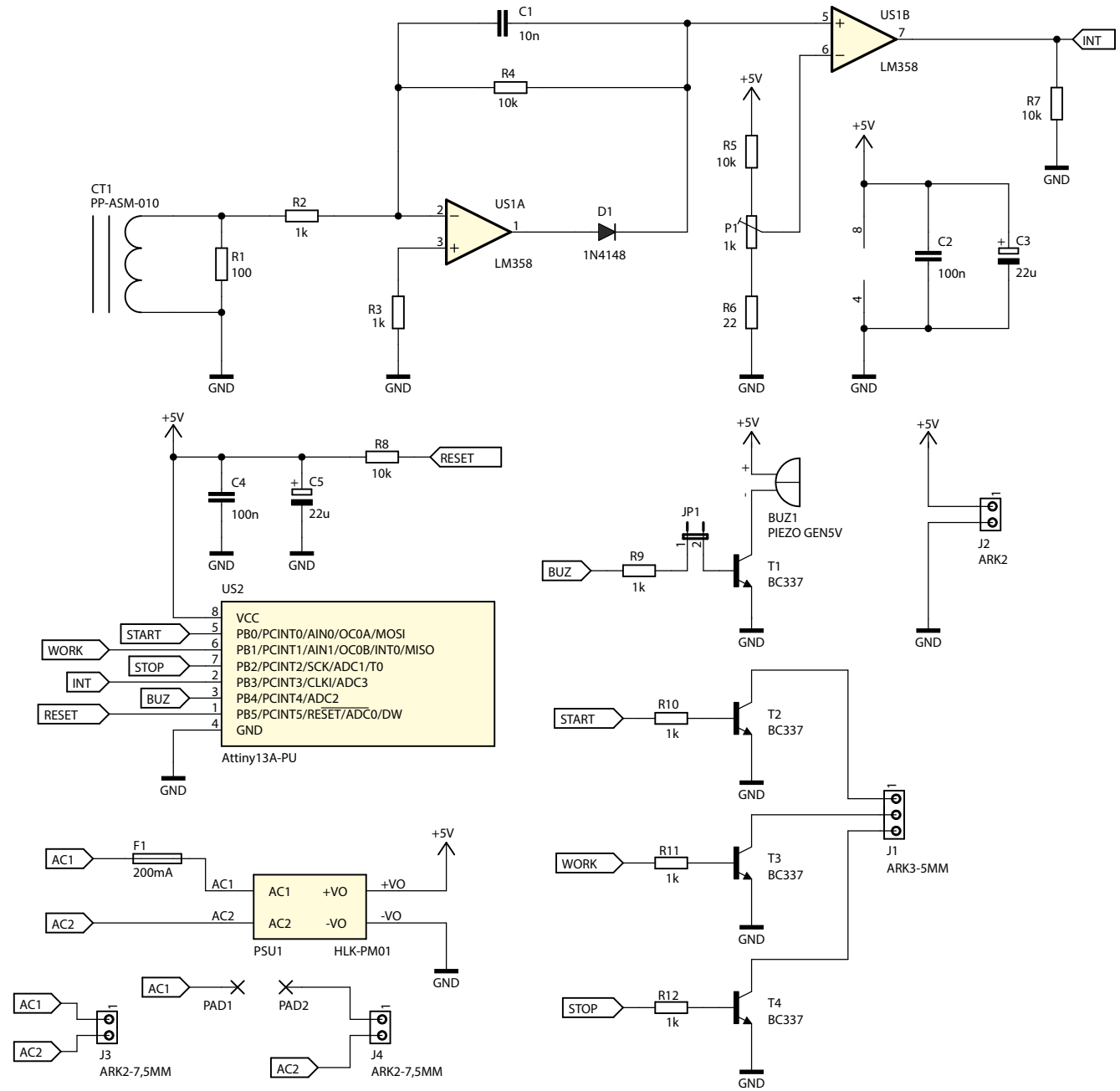
Układ może rozpoznać, czy dane urządzenie pobiera jeszcze prąd z sieci (o natężeniu wyższym od ustawionego progu), przez co mamy szansę dowiedzieć się, czy jeszcze pracuje, czy też może zakończyło już realizację swojego zadania. Do czego to się może przydać? Przede wszystkim do integracji popularnych urządzeń AGD (ale nie tylko) z systemami smart home – układ wystawia na swoim wyjściu bardzo wygodną w dalszej obróbce, zero-jedynkową informację. Ale to nie wszystko, ponieważ sygnalizator dźwiękowy informuje, że nadzorowane urządzenie właśnie zaczęło pracę (jeden długi pisk) lub właśnie ją zakończyło (dwa krótsze piski). Ta sama informacja pojawia się również przez 2 s na jednym z dwóch wyjść, którymi można wysterować, na przykład, elektrozawór lub potężniejszy sygnalizator.

Budowa i działanie

Schemat ideowy omawianego układu znajduje się na **rysunku 1**. Napięcie sieciowe (z sieci elektroenergetycznej 230 V lub 115 V – bez znaczenia) należy podłączyć do zacisków złącza J3. Prąd płynący przez zaciski tego złącza dociera zarówno do nadzorowanego odbiornika, który należy podłączyć do zacisków złącza J4, jak i do przetwornicy impulsowej PSU1, która daje na swoim wyjściu stabilizowane napięcie stałe o wartości 5 V. Wejście przetwornicy zostało zabezpieczone bezpiecznikiem kubkowym F1, który ma odciąć jej zasilanie w przypadku znaczącego wzrostu poboru prądu – na przykład wskutek wystąpienia w jej strukturze uszkodzenia.

Ale, ale! Złącze J4 nie jest jedynie zwykłym odgałęzieniem zasilania sieciowego, bowiem stanowi wyjście układu mierzącego natężenie pobieranego przez odbiornik prądu. Między polami lutowniczymi PAD1 i PAD2 został wlutowany kawałek grubego przewodu o długości kilku centymetrów, który uprzednio przewleczono przez

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 1. Schemat ideowy sygnalizatora poboru prądu

otwór w przekładniku prądowym CT1. Tak skonstruowany układ jest bardzo prostym transformatorem, którego uzwojeniem pierwotnym jest ów przewód, zaś wtórne znajduje się wewnątrz przekładnika.

Przekładniki prądowe działają liniowo w bardzo szerokim zakresie prądów. W tym układzie nie jest to szczególnie istotne, gdyż chodzi jedynie o wykrycie poboru prądu, którego natężenie przekracza zadany próg. Kolejną istotną cechą jest izolacja galwaniczna, która umożliwia proste sprzęgnięcie obwodu mierzonego z innymi podzespołami bez obawy o porażenie – uzwojenie wtórne jest bardzo dobrze odizolowane od sieci elektroenergetycznej.

Prąd indukowany w uzwojeniu wtórnym powoduje odkładanie się napięcia na rezystorze R1. Wartość tego rezystora jest dwukrotnie większa od tej, którą zakłada producent przekładnika (50 Ω), aby uzyskać sygnał napięciowy o większej amplitudzie, lecz bez nieliniowej jego pracy. Ponieważ ma on postać sinusoidy o niewielkiej wartości szczytowej (kilka...kilkadziesiąt miliwoltów) i zerowej składowej stałej, jest on prostowany i wzmacniany jednocześnie. Wzmacniacz operacyjny US1A pracuje w układzie wzmacniacza odwracającego o wzmocnieniu –10 V/V, co wynika ze stosunku R4/R2.

Wykaz elementów, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

Rezystory: (THT o mocy 0,25 W)
R1: 100 Ω
R2, R3, R9...R12: 1 kΩ
R4, R5, R7, R8: 10 kΩ
R6: 22 Ω
P1: 1 kΩ montażowy leżący

Kondensatory:
C1: 10 nF raster 5 mm MKT
C2, C4: 100 nF raster 5 mm MKT
C3, C5: 22 µF 25 V raster 2,5 mm

Półprzewodniki:
D1: 1N4148
T1...T4: BC337
US1: LM358 DIP8
US2: ATtiny13A-PU DIP8

Pozostałe:
BUZ1: PIEZO GEN5 V
CT1: PP-ASM-010
F1: 200 mA kubkowy szybki BKS
J1: ARK3/500
J2: ARK2/500
J3, J4: ARK2/750
JP1: goldpin 2 piny męski 2,54 mm THT + zworka
PSU1: HLK-PM01
Dwie podstawki DIP8
Odcinek miękkiego przewodu izolowanego o przekroju 2,5 mm² i długości około 6 cm

eprasa.pl b722c3c0ae

Ponieważ układ ten jest zasilany niesymetrycznie, dodatnia połówka sygnału wejściowego nie jest przepuszczana, jedynie ujemna ulega wzmocnieniu. Kondensator C1 zawęża pasmo przenoszenia tego układu, co tłumi zakłócenia występujące w sieci.

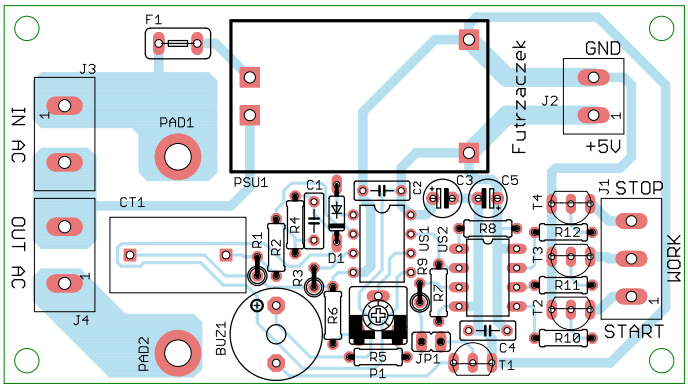
Rola diody D1 może być zagadkowa, gdyż nie jest ona niezbędna do realizacji prostownika jednopołówkowego na wzmacniaczu operacyjnym zasilanym z pojedynczego napięcia. Znalazła się tam z prostego powodu: minimalne napięcie, jakie może pojawić się na wyjściu wzmacniacza typu LM358, może wynosić nawet 20 mV. Wstawiając w szereg z wyjściem zwykłą diodę krzemową, mamy możliwość uzyskania na wyjściu tak zbudowanego stopnia wzmacniającego napięcia o wartości 0 V, gdyż wzmacniacz operacyjny musi podnieść potencjał swojego wyjścia do (przynajmniej) 0,6 V, by miało ono jakiekolwiek oddziaływanie na wyjście tego wzmacniacza odwracającego. Wprawdzie cierpi na tym szybkość układu, gdyż powstają zniekształcenia skrośne, lecz w tak mało wymagającym zastosowaniu nie mają one żadnego znaczenia.

Następny stopień, zawierający wzmacniacz operacyjny US1B, to zwykły komparator porównujący dwa napięcia. Jednym z nich jest wyprostowane jednopołówkowo i wzmocnione napięcie z przekładnika, zaś drugim napięcie ustalone przy użyciu potencjometru P1. Rezystor R6 ustala minimalny potencjał wejścia odwracającego tego wzmacniacza, natomiast R5 – maksymalny. Oznacza to, że użytkownik może ustawić próg przerzutu komparatora w przedziale od 10 mV do 464 mV. To zaś przekłada się na przedział wartości skutecznej pobieranego przez odbiornik prądu od około 0,1 A do 5 A.

Chwilowe przekroczenie progu przerzutu komparatora powoduje ustawienie jego wyjścia w stanie wysokim, który dla LM358 w tym układzie może wynosić 3,5 V lub więcej. R7 obciąża wyjście komparatora, by tranzystor obsługujący jego wyjście miał zapewniony prąd emitera do prawidłowej pracy. Przy przełączaniu mogą występować oscylacje, lecz nie mają one znaczenia dla pozostałych podzespołów.

Informację o impulsach zbiera i przetwarza mikrokontroler US2 – popularny, mały i tani ATtiny13 A. Czemu układ programowalny, a nie kilka przerzutników monostabilnych? Odpowiedź jest prosta: takie rozwiązanie układowe jest pewniejsze w działaniu, mniejsze, tańsze, prostsze do uruchomienia oraz polutowania. Czy tego chcemy, czy nie, ma ono (w tym konkretnym urządzeniu) same zalety. Odpowiednia sieć układów logicznych realizująca dokładnie te same funkcje byłaby znacznie bardziej złożona i zajmowała zdecydowanie więcej miejsca.

Wspomniany już US2 steruje czterema wyjściami. Jedno z nich załącza sygnalizator akustyczny BUZ1, który obwieszcza początek i koniec działania nadzorowanego obciążenia. Pozostałe trzy są do dyspozycji użytkownika i zostały zbuforowane kluczami nasyconymi na tranzystorach bipolarnych NPN, toteż na zaciski złącza J1 wyprowadzone zostały wyjścia typu otwarty kolektor. Rozwarcie zworki JP1 wyłącza dźwięk wbudowanego buzzera, jeżeli byłby on w danej aplikacji zbędny. Do dyspozycji użytkownika jest również napięcie stałe o wartości 5 V (złącze J2), którego można użyć do zasilania innych sygnalizatorów lub nawet bardziej rozbudowanych modułów komunikacyjnych – na przykład dla systemu smart home.



Rysunek 2. Schemat płytki PCB

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 90×50 mm, której schemat został pokazany na **rysunku 2**. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się cztery otwory montażowe, każdy o średnicy 3,2 mm.

Montaż proponuję rozpocząć od elementów o najmniejszej wysokości obudowy, czyli rezystorów i diod. Pod układy US1 i US2 warto zastosować podstawki, aby ułatwić ich wymianę w razie uszkodzenia oraz programowanie mikrokontrolera. Na samym końcu trzeba wlutować przekładnik CT1, uprzednio przekładając przez otwór w jego rdzeniu przewód o przekroju 2,5 mm² z odizolowanymi i pobielonymi końcówkami. Ścieżki łączące zaciski złączy J3 i J4 oraz pola lutownicze przy przekładniku zostały odsłonięte spod maski lutowniczej, by możliwe było ich pogrubienie warstwą zwykłego spoiwa lutowniczego.

Na etapie uruchamiania konieczne jest zaprogramowanie pamięci Flash mikrokontrolera dostarczonym wsadem oraz zmiana jego bitów zabezpieczających na nowe wartości:

Low Fuse = 0×6 A

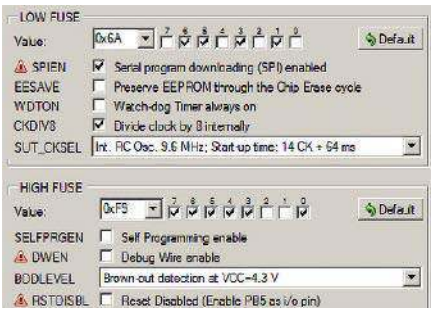
High Fuse = 0xF9

Szczegóły są widoczne na **rysunku 3**, który zawiera widok okna konfiguracji bitów z programu BitBurner. W ten sposób zostanie uruchomiony Brown-Out Detector, który wprowadzi mikrokontroler w stan zerowania, jeżeli jego napięcie zasilające spadnie poniżej 4,3 V. To znacznie zmniejsza ryzyko zawieszenia się układu podczas uruchamiania oraz przy krótkotrwałych zanikach napięcia sieciowego.

Poprawnie zaprogramowany układ jest gotowy do działania po podłączeniu zasilania sieciowego do zacisków złącza J3 (IN AC) oraz nadzorowanego urządzenia do zacisków złącza J4 (OUT AC). Dotyczy to przewodów: fazowego (L) i neutralnego (N). Przewód ochronny (PE) należy połączyć poza płytką. Można w tym celu użyć gniazda natynkowego, na przykład A1397 z oferty Sklepu AVT. Maksymalny prąd, jaki może pobierać obciążenie, wynosi 15 A i wynika z dopuszczalnego prądu przepływającego przez zaciski złączy J3 i J4 oraz z wytrzymałości użytego przekładnika.

Jedyną czynnością uruchomieniową, jaką należy wykonać w tym układzie, jest ustawienie progu zadziałania przy użyciu potencjometru P1. Skręcając jego ślizgacz w lewo, obniżamy ten próg (prąd o mniejszym natężeniu wywoła reakcję układu), zaś w prawo – zwiększamy, czyli układ wykryje przepływ prądu o większym natężeniu. Można w ten sposób uczynić układ niewrażliwym na prąd pobierany stale, niezależnie od stanu pracy, na przykład przez zegar sterujący i oświetlenie wnętrza piekarnika.

Przy podłączaniu układu należy pamiętać, że dla wyjść ze złącza J1 istnieje wspólny zacisk masy w złączu J2 – nawet jeżeli zasilanie dla elementów wykonawczych będzie brane z innego źródła niż wbudowany zasilacz 5 V. Dopuszczalny prąd pobierany z J2 to około 600 mA, co wynika z mocy



Rysunek 3. Szczegóły ustawienia bitów zabezpieczających

eprasa.pl b722c3c0ae

wyjściowej użytej przetwornicy (3 W). Przez każdy z zacisków złącza J1 może płynąć prąd o natężeniu nie większym niż 200 mA, co wynika z konieczności utrzymania tranzystora obsługującego to wyjście w stanie nasycenia. Dopuszczalne napięcie utrzymujące się między rozwartym wyjściem a masą wynosi 45 V, co wynika z wytrzymałości użytych tranzystorów BC337. W przypadku sterowania z tych wyjść przekaźnikami lub innymi elementami o charakterze indukcyjnym należy pamiętać o dodaniu diody zabezpieczającej.

Rozpoczęcie poboru prądu o natężeniu większym niż zadany jest sygnalizowany na trzy sposoby:

- wyjście START jest zwierane na 2 s, po czym ulega rozwarciu,
- wyjście WORK jest zwierane i zostaje w tym stanie,
- sygnalizator BUZ1 daje ciągły dźwięk o czasie trwania 2 s.

Z kolei zakończenie pobierania prądu jest oznajmiane nieco inaczej:

- wyjście STOP jest zwierane na 2 s, po czym ulega rozwarciu,
- wyjście WORK jest rozwierane natychmiast po wykryciu zaprzestania poboru prądu,
- sygnalizator BUZ1 daje dwa krótkie dźwięki o czasie trwania 0,5 s z przerwą 0,5 s.

Układ podtrzymuje działanie wyjścia WORK, o ile następny impuls z obwodu obsługującego przekładnik nadejdzie w czasie nie dłuższym niż 170 ms. Jeżeli się to nie wydarzy, zaczyna sygnalizować koniec poboru prądu.

Michał Kurzela, EP

Podstawowe parametry:

- sterowanie przy pomocy prostych komend ASCII,
- moduł przystosowany jest do sterowania układów niskonapięciowych, maksymalne napięcie przełączane to 30 V AC/DC, przy obciążalność styku przekaźnika 5 A,
- całkowity pobór mocy modułu wynosi 0,5 W przy aktywnych wszystkich przekaźnikach.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.ulubionykiosk.pl/media

----	Moduł wejść cyfrowych z optoizolacją i interfejsem USB-C (EP 9/2023)
AVT5988	Konwerter USBC-RS485 (EP 7/2023)
----	Konwerter USB-UART w standardzie Grove (EP 5/2023)
AVT5717	Konwerter USB-UART z ekstenderem (EP 10/2019)
AVT5648	Izolowana przejściówka USB/UART (EP 9/2018)
AVT1780	USB_FT230XQ Miniaturowy konwerter USB/UART (EP 11/2013)
AVT1775	Miniaturowy konwerter USB/UART z układem FT230XS (EP 9/2013)
AVT1595	Miniaturowy konwerter USB/UART (EP 10/2010)

* **Uwaga!** Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania! Podstawową wersją zestawu jest wersja **[B]** nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji **[B]** zawiera elementy elektroniczne (w tym **[UK]** – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu. Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:

- **wersja [C]** – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw **[B]** (elementy wlutowane w płytkę PCB),
- **wersja [A]** – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji.

Kity, w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:

- **wersja [A+]** – płytka drukowana **[A]** + zaprogramowany układ **[UK]** i dokumentacja,
- **wersja [UK]** – zaprogramowany układ.

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik PDF! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! **http://sklep.avt.pl**

W przypadku braku dostępności na stronie sklepu osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: **kity@avt.pl**.

Moduł czterech wyjść przekaźnikowych z interfejsem USB-C

UWAGA!
Moduł przystosowany jest do sterowania układów niskonapięciowych, maksymalne napięcie przełączane to 30 V AC/DC, przy obciążalność styku przekaźnika 5 A.

Moduł czterech wyjść przekaźnikowych o obciążalności 30 V/5 A umożliwia sterowanie urządzeń przy pomocy komputera PC. Komunikacja odbywa się poprzez interfejs USB-C w trybie zgodności z USB, a zastosowanie fabrycznego mostka UART/GPIO/I²C z gotowym protokołem komunikacyjnym, zwalnia nas od tworzenia aplikacji dla mikrokontrolera, przenosząc oprogramowanie na komputer PC.



Zaprezentowany układ interfejsu zawiera dwa specjalizowane układy – pierwszy to konwerter USB/UART typu FT230, drugi to układ mostka UART/GPIO/I²C typu SC18IM704 firmy NXP, którego strukturę wewnętrzną pokazano na **rysunku 1**. Układ SC18IM704 komunikuje się z komputerem nadrzędnym poprzez standardowy interfejs szeregowy UART, korzystając z komunikacji znakowej ASCII. Interfejs GPIO dostępny jest poprzez rejestry wewnętrzne układu, każde z wyprowadzeń GPIO może pracować w trzech trybach: wejścia, wyjścia z otwartym drenem i wyjścia Push-Pull. Układ obsługuje także magistralę I²C w trybie odczytu i zapisu. Obsługa I²C nie jest używana w opisanym projekcie. Cała praca programistyczna podczas używania SC18IM704 ogranicza się do opracowania aplikacji na PC komunikującej się poprzez UART. Aby zapewnić komunikację z SC18IM704 jego port szeregowy podłączony jest z PC poprzez interfejs konwertera USB/UART.

Budowa i działanie

Schemat interfejsu został pokazany na **rysunku 2**. Magistrala USB-C doprowadzona jest do gniazda typu USB4110 GCT, które ma ograniczoną do trybu zgodności USB 2.0, liczbę wyprowadzeń. Dostępne są jedynie linie interfejsu USB2.0, zasilanie oraz wyprowadzenia konfiguracji interfejsu. Zmniejszona liczba wyprowadzeń USB-C ułatwia montaż, który nie wymaga specjalistycznych narzędzi.

eprasa.pl b722c3c0ae

Wykaz elementów, kupuj na stronie sklep.avt.pl (Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. +48222578451, e-mail: handlowy@avt.pl)

Rezystory: (SMD0603, 1%)
R1, R2: 27 Ω
R3: 470 Ω
R4: 2,2 kΩ
R5, R6, R7, R8, R9, R10: 5,1 kΩ
R11: 22 kΩ
R12: 100 Ω
R13: 220 kΩ
RP1: drabinka rezystorowa 4×10 kΩ (CRA06S08)
RP2: drabinka rezystorowa 4×100 kΩ (CRA06S08)

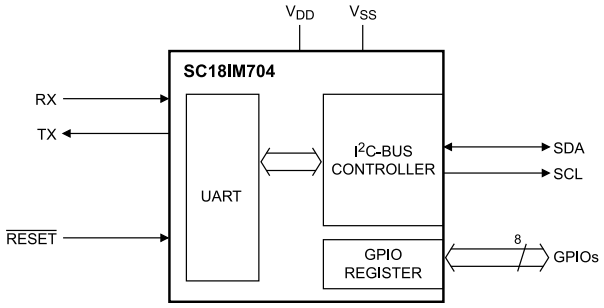
Kondensatory: (SMD0603)
C1, C2: 47 pF/25 V COG
C3, C4, C6: 0,1 µF/10 V
C5, C8, C9: 10 µF/10 V
C7: 1 nF/10V

Półprzewodniki:
D1, D2, D3, D4: dioda uniwersalna 1N4448W-TP (SOD123)
LD1: dioda LED żółta 2 mA (SMD0603)
LD2: dioda LED czerwona 2 mA (SMD0603)
LD3...LD6: dioda LED zielona 2 mA (SMD0603)
Q1, Q2, Q3, Q4, Q5: tranzystor MOSFET DMG3414U (SOT-23)
U1: FT230XS (SSOP16)
U2: MCP100T-315I/TT (SOT-23)
U3: SC18IM704PWJ (TSSOP16)
U5: AP2151AW-7 (SOT-25)

Pozostałe:
FB1, FB2: koralik ferrytowy BLM18EG101TN1D (SMD0603)
OUTPUT: złącze śrubowe rozłączane 3,81 mm, komplet
RL1, RL2, RL3, RL4: przekaźnik miniaturowy Panasonic APAN3105
USBC: złącze USB-C USB4110GTC (USB4110)

Układ U1 typu FT230XS pełni funkcję interfejsu USB/UART, dioda LD2 sygnalizuje obecność zasilania, dioda LD1 aktywną transmisję szeregową (dla obu kierunków transmisji RX/TX). Wbudowany w U1 stabilizator 3,3 V jest używany do zasilania części logicznej układu. Układ U3 typu SC18IM704 pełni funkcję mostka UART/GPIO. Za poprawny restart po włączeniu zasilania odpowiada U2 typu MCP100T-315. Mostek U3 ma 8 wyprowadzeń GPIO. W modelu do sterowania cewkami przekaźników używane są GPIO0...3.

W module zastosowano nowoczesne przekaźniki Panasonic APAN3105 cechujące się niewielkimi rozmiarami oraz niewielkim poborem mocy (110 mW). Pozwala to na obniżenie całkowitego poboru mocy modułu do 0,5 W przy aktywnych wszystkich przekaźnikach. Cewki przekaźników buforowane są tranzystorami Q1...Q4, każda cewka ma sygnalizację podania napięcia zrealizowaną na diodach LD3...LD6. Styki przekaźników wyprowadzone są na złącze śrubowe OUTPUT.

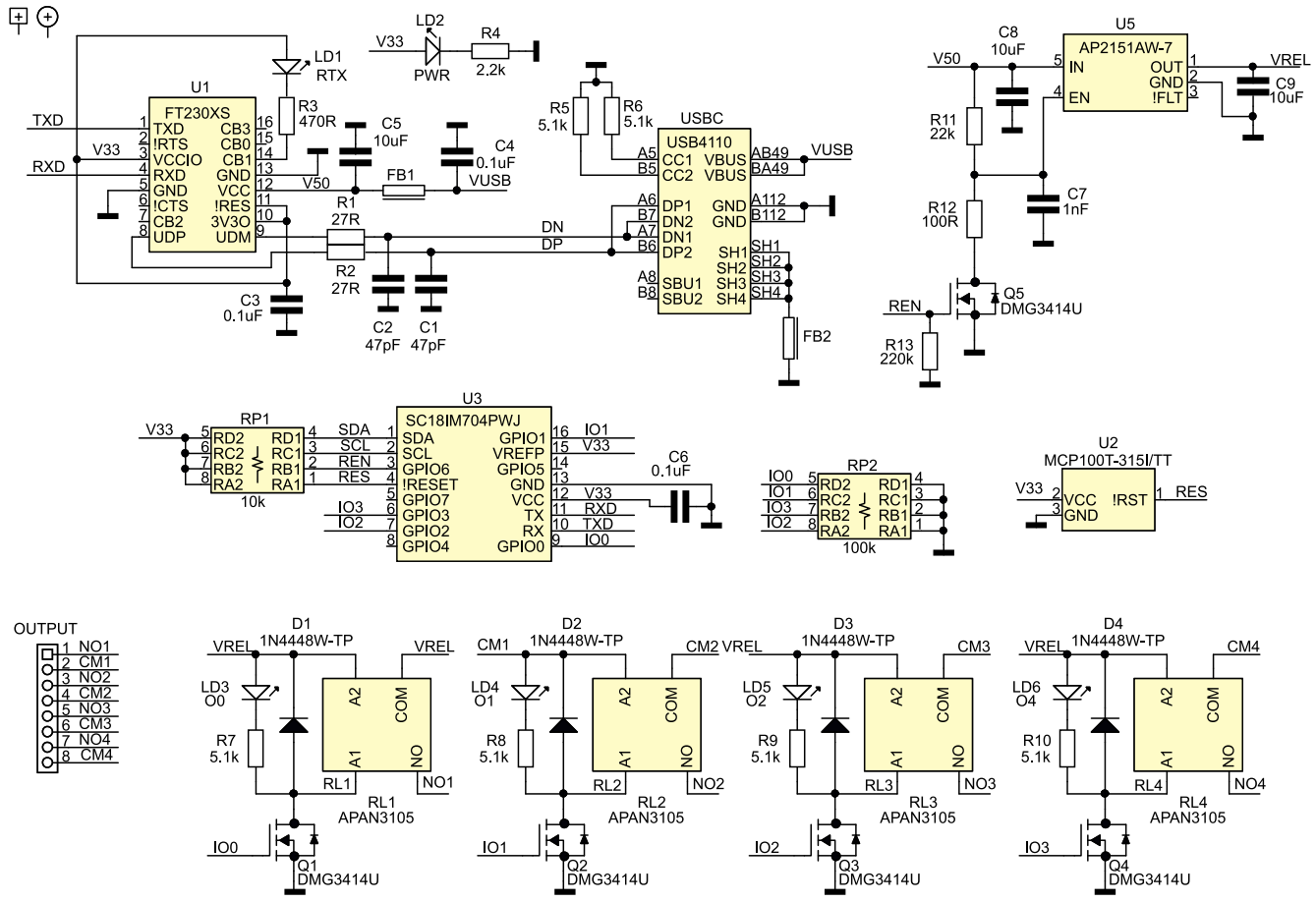


Rysunek 1. Schemat wewnętrzny układu SC18IM704 (za notą NXP)

Przekaźniki zasilane są potencjałem VREL, który kluczowany jest układem U5 typu AP2151AW z napięcia V50 z interfejsu USB-C. Dodatkowe kluczowanie zasilania VREL sterowane z GPIO6 U3 zapewnia eliminację stanów przejściowych podczas załączenia układu, oraz zapewnia minimalny pobór mocy podczas inicjacji interfejsu. Tranzystor Q5 zapewnia inwersję sygnału sterującego oraz konwersję poziomów napięcia.

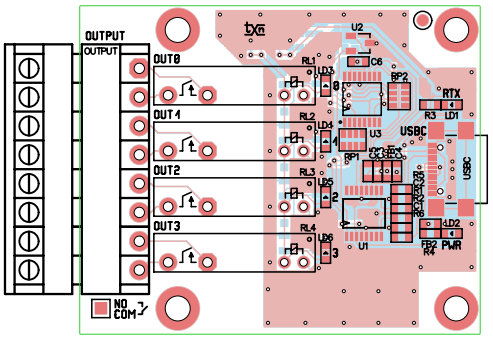
Montaż i uruchomienie

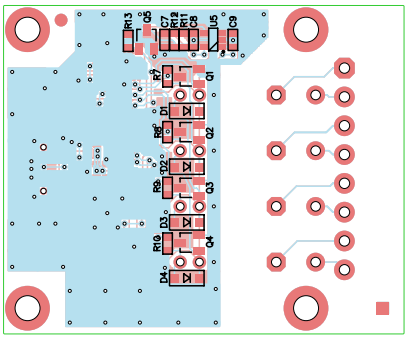
Moduł zmontowany jest na dwustronnej płytce drukowanej, której schemat został pokazany na **rysunku 3**. Poprawnie zmontowany układ nie wymaga uruchamiania. Po podłączeniu do portu USB, konwerter FT230 powinien zostać wykryty i powinno automatycznie zostać zainstalowane oprogramowanie. Przy użyciu oprogramowania narzędziowego FT Prog, należy skonfigurować prąd pobierany z magistrali – zgodnie z ustawieniami pokazanymi na **rysunku 4**. Następnie należy zmienić konfigurację wyprowadzenia C1, na sygnalizację sumy sygnałów RXD/TXD – zgodnie z **rysunkiem 5**. Jeżeli konfiguracja została ustalona i zapisana, należy układ zrestartować poprzez



Rysunek 2. Schemat ideowy modułu

eprasa.pl b722c3c0ae

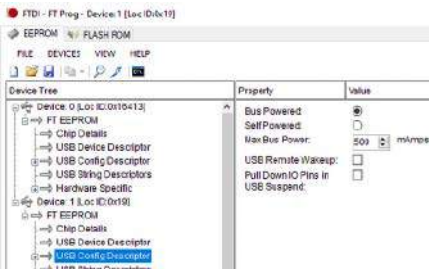




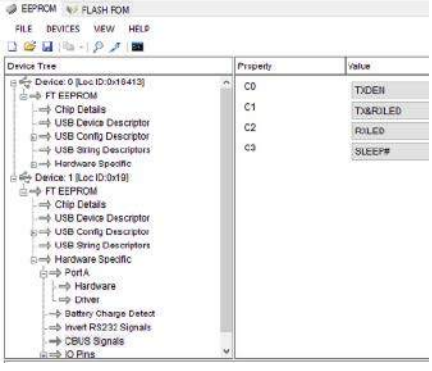
Rysunek 3. Schemat płytki PCB

odłączenie i ponowne podłączenie do magistrali USB.

Dla sprawdzenia modułu należy zainstalować terminal portu szeregowego z możliwością wysyłania sekwencji znaków np.: Realterm. Komunikacja z układem SC18IM704 odbywa się poprzez wysłanie polecenia w postaci komendy ASCII, zestaw rozpoznawanych komend zestawiono w **tabeli 1**. Komendy nierozpoznane są ignorowane. Układ ma wbudowany licznik time-out, który kasuje zawartość buforów, jeżeli odbiór kolejnych dwóch znaków zajmuje więcej niż 655 ms.



Rysunek 4. Konfiguracja prądu portu USB w programie FT Prog



Rysunek 5. Konfiguracja wyprowadzenie C0 w programie FT Prog

Tabela 1. Komendy ASCII układu SC18IM704

Komenda ASCII	Kod hex	Opis
S	0x53	I²C start
P	0x50	I²C stop
R	0x52	Odczyt rejestrów wewnętrznych
W	0x57	Zapis rejestrów wewnętrznych
I	0x49	Odczyt portu GPIO
O	0x4F	Zapis portu GPIO
Z	0x5A	Tryb obniżonego poboru mocy

Po restarcie układ jest skonfigurowany wstępnie, standard transmisji ustawiony jest na 9600,8,N,1. Konfiguracja może zostać zmieniona w rejestrach układu, które pokazano na **rysunku 6,** i szczegółowym opisem w dokumentacji *SC18IM704PWJ.pdf* dołączonej do materiałów dodatkowych projektu. Po uruchomieniu terminala i resecie układu, zwrócone zostaną znaki OK, potwierdzające połączenie z układem. Dla sprawdzenia poprawnej komunikacji z układem SC18IM704 odczytujemy jego sygnaturę wysyłając:

```
56 50
```

Układ powinien zwrócić ciąg:

```
53 43 31 38 49 4D 37 30 34 20 31
2E0 30 2E 32 00
```

czyli typ i wersję układu:

```
SC18IM704 1.0.2
```

Do zmiany konfiguracji służą sekwencje poleceń zapisu rejestru wewnętrznego:

```
W <rejestr 0> <dana 0>...<rejestr
N> <dana N> P
```

lub odczytu:

```
R <rejestr 0> ...<rejestr N> P
```

po którym SC18IM704 zwróci ciąg wartości:

```
<dana 0> ... <dana N>
```

Dla przykładu – odczyt rejestru 00 to sekwencja:

```
52 00 50
```

– która po resecie zwraca wartość domyślną 0xF0

Przed użyciem wyprowadzeń GPIO w rejestrach PortConf1/2 należy ustawić wymaganą konfigurację wyprowadzenia, zgodnie z **tabelą 2**. Dla sterowania przekaźnikami oraz sygnałem klucza zasilania konieczne jest ustawienie GPIO6 oraz GPIO3...0 jako wyjść Push-Pull (10). Wymaga to zapisu rejestrów wewnętrznych PortConf1 0x02 (GPIO3...0) oraz PortConf2 0x03 (GPIO7...4):

Tabela 2. Konfiguracja wyprowadzeń GPIO

GPIOx.1	GPIOx.0	Konfiguracja
0	x	Wejście
1	0	Wyjście Push-Pull
1	1	Wyjście OD

```
57 02 AA 50
```

– która ustawia w rejestrze PortConf1 (0x02) piny GPIO3...0, jako wyjścia PP;

```
57 03 20 50
```

– która ustawia rejestrze PortConf2 (0x03) pin GPIO6 jako wyjście PP, a pozostałe jako wejścia. Weryfikację zapisu rejestrów można wykonać poleceniem odczytu rejestru wewnętrznego:

```
52 02 50
```

– która powinna zwrócić zapisaną wartość 0xAA,

```
52 03 50
```

– która powinna zwrócić zapisaną wartość 0x20.

Do zmiany stanu GPIO służą sekwencje poleceń odczytu I oraz zapisu O:

```
49 50
```

– po której układ zwróci `<stan GPIO>`

```
4F <dana> 50
```

– po której układ zapisze stan GPIO.

Sterowanie przekaźnikami oraz kluczowanie zasilania wymaga zapisu portu GPIO:

```
4F 00 50
```

– która załącza klucz VREL (aktywny stan niski GPIO6) oraz wyłącza sterowanie wszystkich przekaźników. Wysterowanie poszczególnych cewek odbywa się poprzez ustawienie stanu wysokiego na odpowiadających wyprowadzeniach GPIO3...0, przykładowo – załączenie przekaźnika RL1 wymaga polecenia:

```
4F 01 50
```

– załączenie przekaźnika RL1.

Po sprawdzeniu działania wszystkich wyjść moduł można zastosować we własnej aplikacji.

Adam Tatuś, EP

Register address	Register	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	Default value
General register set											
0x00	BRG0	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	R/W	0xF0
0x01	BRG1	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	R/W	0x02
0x02	PortConf1	GPIO3.1	GPIO3.0	GPIO2.1	GPIO2.0	GPIO1.1	GPIO1.0	GPIO0.1	GPIO0.0	R/W	0x55
0x03	PortConf2	GPIO7.1	GPIO7.0	GPIO6.1	GPIO6.0	GPIO5.1	GPIO5.0	GPIO4.1	GPIO4.0	R/W	0x55
0x04	IOState	GPIO7	GPIO6	GPIO5	GPIO4	GPIO3	GPIO2	GPIO1	GPIO0	R/W	- [1]
0x05	reserved	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	-	0x00
0x06	I2CAdr	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	R/W	0x26
0x07	I2CClkL	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	R/W	0x13
0x08	I2CClkH	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	R/W	0x00
0x09	I2CTO	TO7	TO6	TO5	TO4	TO3	TO2	TO1	TE	R/W	0x66
0x0A	I2CStat	1	1	1	1	I2CStat[3]	I2CStat[2]	I2CStat[1]	I2CStat[0]	R	0xF0

Rysunek 6. Rejestry wewnętrzne układu SC18IM704

eprasa.pl b722c3c0ae

KSIĄŻKI W ULUBIONYM KIOSKU

Z RABATEM DO 30%



Zobacz pełną ofertę!

PONAD 500 TYTUŁÓW

Zamów wygodnie na www.UlubionyKiosk.pl

eprasa.pl b722c3c0ae



Wielofunkcyjne kamery termowizyjne i dźwiękowe HIKMICRO

Termowizja pozwala z łatwością określać temperaturę obiektów – dzięki czemu stała się popularnym i niezastąpionym narzędziem diagnostycznym. Tymczasem do kamer tego typu w ostatnich latach dołączyły nowe urządzenia – łączące cyfrowe matryce fotograficzne z precyzyjnymi czujnikami akustycznymi.

Możliwość obrazowania cyfrowego przyniosła olbrzymie innowacje w zakresie diagnostyki obwodów elektronicznych, elektrycznych, a także instalacji przemysłowych. Kamery rejestrujące promieniowanie podczerwone zawierają precyzyjnie skalibrowane przetworniki, dzięki którym można – dosłownie – zobaczyć temperaturę obserwowanych obiektów. Do takich produktów należą produkty marki HIKMICRO, specjalizującej się w wytwarzaniu zaawansowanych urządzeń termowizyjnych. W portfolio producenta znalazły się także kamery akustyczne, które służą do szybkiego lokalizowania źródeł dźwięków. Rozwiązania te są już dostępne z katalogu TME.

Kamera termowizyjna HM-B1L/9HZ

Kamery termowizyjne HIKMICRO zaprojektowano jako uniwersalne przyrządy, przystosowane do szeregu aplikacji – od prac laboratoryjnych po inspekcje rozległych instalacji w terenie. Model HM-B1L/9HZ (**fotografia 1**) ma czułą matrycę o rozdzielczości 160×120 punktów, która przez detekcję i pomiar promieniowania podczerwonego precyzyjnie obrazuje temperaturę obiektów w zakresie od –20 do 550°C.

Dokonane pomiary prezentowane są na wbudowanym wyświetlaczu o przekątnej 3,2 cala z częstotliwością 9 Hz. Ponieważ urządzenie wykrywa także światło w jego widzialnym



Fotografia 1. Kamera termowizyjna HM-B1L/9HZ (https://shorturl.at/nqAJP)

eprasa.pl b722c3c0ae

spektrum, **użytkownik może skorzystać z funkcji obrazowania hybrydowego**, czyli połączenia zwykłego obrazu z tzw. heat mapą, ilustrującą dane o temperaturze widocznych osób, przedmiotów, płaszczyzn itd. Taka funkcjonalność pozwala szybko i z dużą dokładnością (±2°) zbadać właściwości termiczne stosunkowo dużych obszarów, przez co znakomicie sprawdza się przy prowadzeniu inspekcji instalacji przemysłowych, w gazownictwie, energetyce i elektryce, badaniu systemów HVAC, diagnostyce motoryzacyjnej, a także przy projektowaniu i serwisowaniu obwodów elektronicznych oraz do diagnostyki budynków.

Kamerę termowizyjną HM-B1L/9HZ wyposażono w akumulator Li-Ion, który zapewnia do 8 godzin pracy bezprzewodowej, oraz port USB C, który służy m.in. do ładowania urządzenia. Co więcej, produkt ma wbudowany moduł Wi-Fi pozwalający na przesyłanie obrazu z czujnika na ekran telefonu lub tabletu. Szczegółowe dane, w formacie pliku JPEG, mogą być zapisane w wewnętrznej pamięci kamery. Jej funkcjonalność obejmuje szereg prostych, przydatnych funkcji, np. alarm akustyczny i optyczny uruchamiany po wykryciu temperatury przekraczającej zadane wartości, automatyczne identyfikowanie punktów o najwyższej/najniższej temperaturze itd.

HIKMICRO zadbał o właściwie zabezpieczenie urządzenia, aby podczas pracy w terenie nie nastąpiło uszkodzenie. Obudowa ma klasę ochronności IP54, co oznacza wysoką odporność na pyły i szczelność.

Inspekcja obwodów elektronicznych

Szczegółowe obrazowanie i pomiar temperatury są znakomitą pomocą przy analizie pracy i diagnozowaniu wad obwodów elektronicznych. Przegrzewanie się jest symptomem uszkodzenia lub przeciążenia większości komponentów i układów elektronicznych, np. stabilizatorów napięcia, driverów, mikrokontrolerów, procesorów a także, oczywiście, oporników czy kondensatorów. Identyfikując element, którego temperatura przekracza tolerowane wartości, technik błyskawicznie zyskuje wiedzę na temat najbardziej prawdopodobnych przyczyn awarii. Szczegółowe badanie temperatury PCB pozwala też projektować sprawniejsze obwody, dokonywać stres testów, jak również opracowywać optymalne rozwiązania odpowiedzialne za odprowadzanie ciepła z urządzenia.

Termiczne obrazowanie niewielkich powierzchni i obiektów wymaga dodatkowych akcesoriów. Firma HIKMICRO przygotowała dwa istotne komponenty kompatybilne z kamerą HM-B1L/9HZ. Pierwszym jest makroobiektyw HM-B201-MACRO (**fotografia 2**) pozwalający uzyskać ostrość obrazu nawet



Fotografia 2. Makroobiektyw HM-B201-MACRO (https://shorturl.at/GINRT)



Fotografia 3. Statyw HM-BRACKET (https://shorturl.at/bJL23)

przy umieszczeniu urządzenia w odległości 30 mm od obserwowanej płaszczyzny. **Dzięki niemu nawet obiekty o rozmiarach 0,5×0,5 mm – czyli również drobne komponenty SMD będą bardzo dobrze widoczne**. Montaż makroobiektywu jest bardzo prosty, dokonuje się go przez nasunięcie na korpus kamery, gdzie zostaje unieruchomiony za pomocą zatrzasków.

Drugi istotny dodatek to statyw HM-BRACKET (**fotografia 3**) pozwalający na wykonywanie stabilnych obrazów. Ponieważ w produktach marki HIKMICRO zastosowano standardowe, calowe gwinty fotograficzne (UNC 1/4"-20), kamera może być z łatwością osadzona na każdym statywie – jednak ramię HM-BRACKET od HIKMICRO ma kilka wyjątkowych cech. Może być osadzone na brzegu blatu lub sztycy, a jego zaciśnięcia dokonuje się za pomocą śruby, co zapewnia stabilne umocowanie. **Ponadto przegub statywu, który umieszczono przy zacisku, jest sferyczny, ułatwiający skierowanie kamery pod pożądanym kątem**.

Kamera dźwiękowa HM-AP56-W/W-AI56

Nowością na rynku jest kamera dźwiękowa HIKMICRO. W urządzeniu zainstalowano standardową matrycę światłoczułą, a także matrycę „złożoną" z 64 precyzyjnych, kierunkowych mikrofonów wykonanych w technologii MEMS (*micro-electromechanical*



Fotografia 4. Kamera dźwiękowa HM-AP56-W/W-AI56 (https://shorturl.at/npuGL)

systems). Na dużym, kolorowym wyświetlaczu o przekątnej 4,3 cala użytkownik widzi nie tylko obraz fotograficzny, ale również wskazania, **z których miejsc emitowane są fale akustyczne o częstotliwości od 2 kHz do 65 kHz**. W ten sposób użytkownik może bez trudu, ze znacznej odległości – do 100 m, zidentyfikować źródło dźwięku. Taka zdolność pozwala na bezpieczną pracę techników pracujących w takich dziedzinach jak energetyka, pneumatyka, hydraulika czy gazownictwo. Przy użyciu modelu HM-AP56-W/W-AI56 lokalizowanie wycieków czy wyładowań zajmuje, dosłownie, kilka sekund. Kamera jest urządzeniem zasilanym akumulatorowo i może działać do do 3,5 godziny, a ponadto odznacza się niewielką masą – poniżej 1 kg z bateriami i szeroką tolerancją termiczną – działanie w temperaturach od –20 do 50°C. Urządzenie idealnie odpowiada potrzebom profesjonalistów pracujących w terenie.

Kamera dźwiękowa nie różni się kształtem od ergonomicznych modeli termowizyjnych. Należy podkreślić, że producent zadbał o wyposażenie kamery w komponenty wysokiej jakości, a także szereg przydatnych funkcji. Zainstalowany wyświetlacz ma ekran dotykowy, ułatwiający dokonywanie nastaw i wyświetla obraz odświeżany z częstotliwością 25 Hz. Użytkownik może dokonać zbliżenia (cyfrowy zoom) aż do 8-krotnego powiększenia. Obserwowany obraz może być zapisany na karcie SD. Pojemność 64 GB pozwala na zapis do 60 godzin materiału wideo lub 20000 plików graficznych. Dodatkowo, każde zdjęcie może mieć dołączoną notatkę tekstową (200 znaków), ale też głosową (do 60 sekund), co przyspiesza pracę i kompletowanie dokumentacji. Zadania te dodatkowo ułatwiają takie opcje, jak wyprowadzenie sygnału z kamery na zewnętrzny ekran (interfejs HDMI) czy też wybór trybu wizualizacji warunków akustycznych.

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.

https://shorturl.at/fjOWZ

eprasa.pl b722c3c0ae



Wykrywanie usterek na gorąco

Diagnostyka urządzeń elektronicznych za pomocą termowizji

W dzisiejszym świecie elektroniki, gdzie coraz bardziej skomplikowane urządzenia elektroniczne są integralną częścią naszego życia, diagnostyka i utrzymanie pełnej sprawności tych urządzeń stają się coraz ważniejsze. Jednym z nowoczesnych narzędzi, które rewolucjonizują proces diagnostyki elektroniki, jest termowizja. W tym artykule przyjrzymy się zastosowaniom termowizji w diagnostyce urządzeń elektronicznych i dowiemy się, jak ta technologia pozwala wykrywać problemy „na gorąco”.

Każdy, kto choć raz próbował dowiedzieć się, dlaczego ulubiony laptop zachowuje się jak piecyk do pizzy podczas zwykłych prac domowych, wie, że elektronika i ciepło to para niesamowicie ambiwalentna. Z jednej strony to tak, jakby próbować łączyć kota i wodę – o ile jedno i drugie to doskonałe źródło psot, to ich nieodpowiednie połączenie zwykle kończy się osłabieniem nerwów. Tak właśnie działa elektronika – po pewnym czasie układy zaczynają się nagrzewać, co z jednej strony jest zupełnie normalne, ale może również prowadzić do poważnych problemów. Z drugiej strony, współczesne urządzenia elektroniczne projektowane są tak, aby generowały jak najmniej ciepła, więc jeżeli coś nadmiernie się nagrzewa, to oznacza kłopoty.

Nie dajmy się zwariować – w świecie diagnostyki elektroniki mamy narzędzie, które pomaga nam rozwiązać tę gorącą zagadkę. To jak Sherlock Holmes z lupą w świecie elektroniki w sukurs przychodzi nam termowizja. To technologia, która pozwala zobaczyć, co dzieje się na gorąco w naszych urządzeniach. I to literalnie – kamery termowizyjne pozwalają zobrazować rozkład temperatur np. na powierzchni płytki drukowanej i umieszczonych na niej elementów elektronicznych. W zaprezentowanym artykule przyjrzymy się, dlaczego termowizja jest tak ważna, jak działa i jakie cuda elektroniczne można nią odkryć, a także, po jakie urządzenia możemy sięgnąć, aby nie zurzyć na to całego budżetu.

eprasa.pl b722c3c0ae

Kiedy elektronika jest gorąca...

Zastanówmy się przez chwilę nad tym, co się dzieje, gdy przykładowy obwód elektroniczny zaczyna się przegrzewać. Po pierwsze, odczuwamy to dosłownie na własnej skórze – np. nasz laptop staje się gorący jak patelnia, ale to dopiero początek. Nagrzewanie elektroniki może prowadzić do wielu problemów. Komponenty mogą ulegać degradacji, tracić sprawność, a w niektórych przypadkach nawet uszkodzić się na skutek przegrzania. To może skutkować awariami, utratą danych czy nawet poważniejszymi problemami. Działa to także w drugą stronę – jeśli jakiś element nie działa poprawnie, na ogół możemy dostrzec to badając jego temperaturę – będzie on nadmiernie ciepły, albo wręcz przeciwnie – nie będzie się w ogóle rozgrzewał.

Jak działa termowizja

Kamera termowizyjna to urządzenie, które mierzy temperatury obrazując otoczenie w zakresie promieniowania podczerwonego, podobnie jak zwykła kamera tworzy obraz za pomocą światła widzialnego (promieniowania elektromagnetycznego w zakresie od 400 nm do 700 nm). Kamery podczerwone są wrażliwe na promieniowanie o długości fal od około 1 000 nm (1 µm) do około 14 000 nm (14 µm).

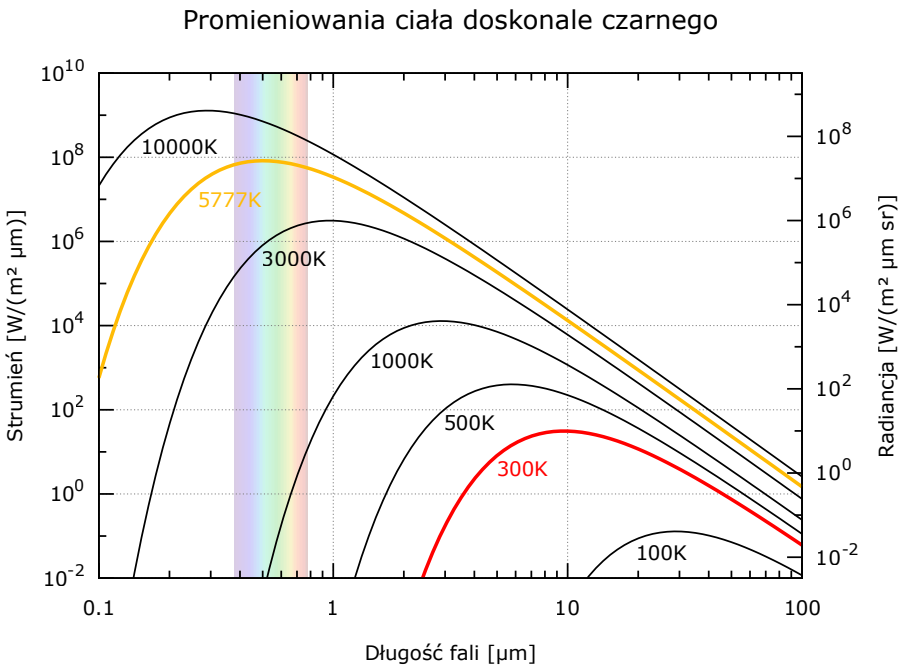
Zasada działania tych kamer jest bardzo prosta. Wystarczy spojrzeć na widmo promieniowania tzw. ciała doskonale czarnego (**rysunek 1**). Spektrum promieniowania ciała doskonale czarnego zmienia się w zależności od temperatury tego ciała. Dla temperatur typowo spotykanych w elektronice (od 300 K (ok. 27°C) do 450 K (177°C)) widmo to maksimum ma w zakresie od ok. 10 µm dla niższej z temperatur, do ok. 4 µm dla wyższej.

Ciało doskonale czarne emituje promieniowanie na skutek temperatury wyższej niż zero absolutne. Zmienia się także intensywność – im wyższa temperatura ciała, tym większa jest intensywność promieniowania w całym spektrum. Zależność tę opisuje tzw. prawo Stefana-Boltzmana. Wzrost temperatury powoduje przesunięcie maksimum intensywności ku krótszym falom, to tak zwane przesunięcia Wiena. Prawo Stefana-Boltzmanna opisuje całkowitą moc i widmo (rozkład Plancka) promieniowania emitowanego przez ciało doskonale czarne; w ogólności mówi ono, że natężenie tego promieniowania jest proporcjonalne do czwartej potęgi temperatury emitującego ciała.

Ogólnie rzecz biorąc, im wyższa jest temperatura obiektu, tym więcej promieniowania podczerwonego jest emitowane – zgodnie z zasadami opisującymi promieniowanie ciała doskonale czarnego. Specjalna kamera może wykryć to promieniowanie w sposób podobny do zwykłej kamery, która wykrywa światło widzialne. Działa nawet w całkowitej ciemności, ponieważ czuła jest na promieniowanie podczerwone, które emitowane jest przez ciało doskonale czarne, szczególnie dla niższych temperatur. Znaczną część tego promieniowania emitowana jest w zakresie podczerwieni, powyżej 10 µm, dlatego też do pomiaru czy obrazowania temperatury stosuje się detektory pracujące w zakresie od 7 µm do 14 µm.

Detektory

W technologii obrazowania cieplnego, stosuje się różne rodzaje detektorów podczerwieni do pomiaru temperatury i generowania obrazów bazujących na emisji cieplnej obiektów.



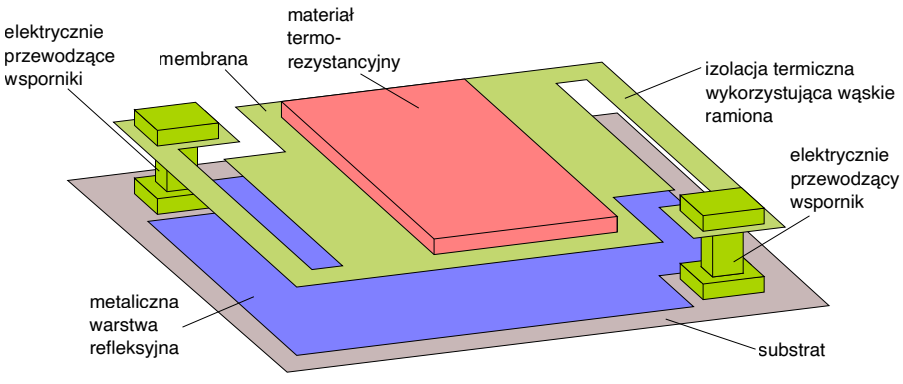
Rysunek 1. Widmo promieniowania ciała doskonale czarnego



Fotografia 1. Pojedynczy bolometr zawieszony na cienkich drucikach w kształcie pajęczej sieci – taka struktura zapewnia izolację termiczną pomiędzy bolometrem (w środku) a uchwytem. Obok pokazano bolometr w obudowie, integrującej w sobie system chłodzenia kriogenicznego

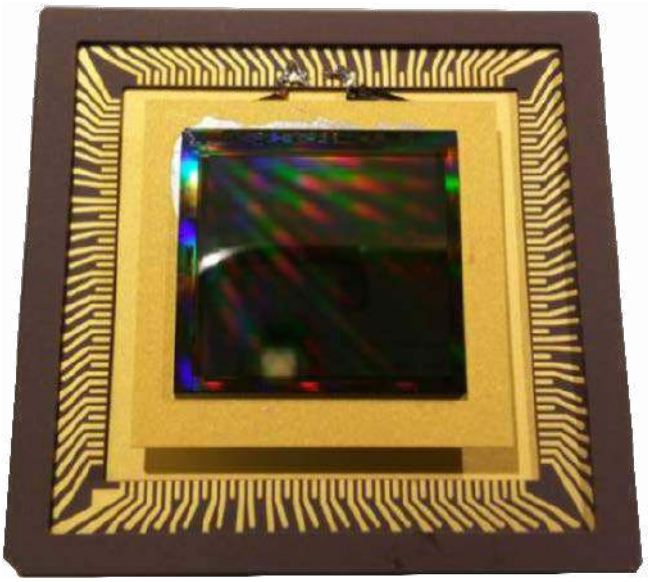
Oto kilka rodzajów detektorów podczerwieni, typowo stosowanych w termografii:

1. **Bolometry** – jedne z najważniejszych detektorów termicznych. Działają na zasadzie pomiaru zmiany oporu, napięcia lub prądu w odpowiedzi na zmiany temperatury sensora, który nagrzewany jest padającym na niego promieniowaniem podczerwonym. Bolometry mogą być chłodzone lub nieschładzane. Te chłodzone oferują wyższą rozdzielczość i czułość w porównaniu

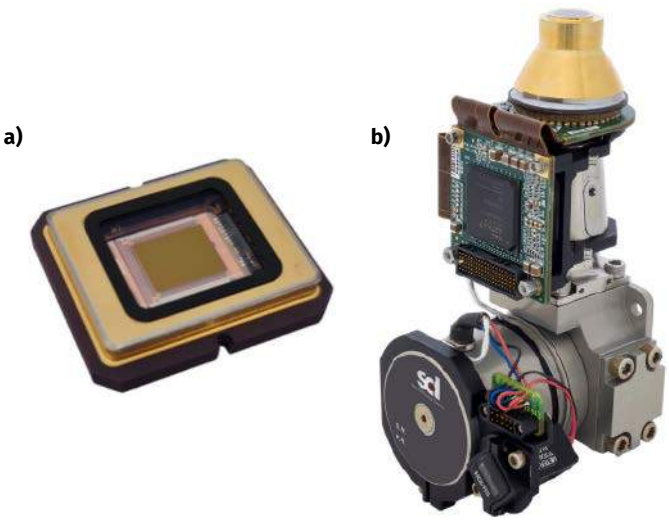


Rysunek 2. Schemat pojedynczego piksela mikrobolometru

eprasa.pl b722c3c0ae



Fotografia 2. Macierz mikrobolometrów (skok 17 μm) firmy Xenics

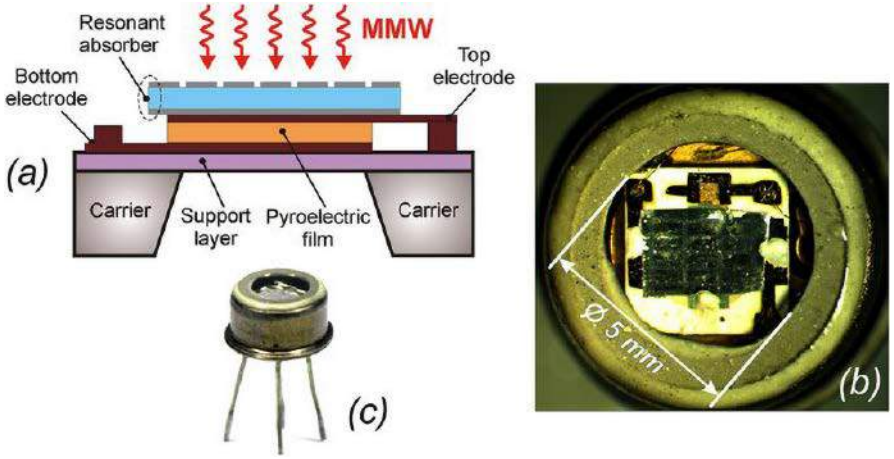


Fotografia 3. Półprzewodnikowy detektor do obrazowania w podczerwieni – termografii; a) sensor; b) sensor zintegrowany z kompresorem chłodzenia aktywnego i izolacją termiczną

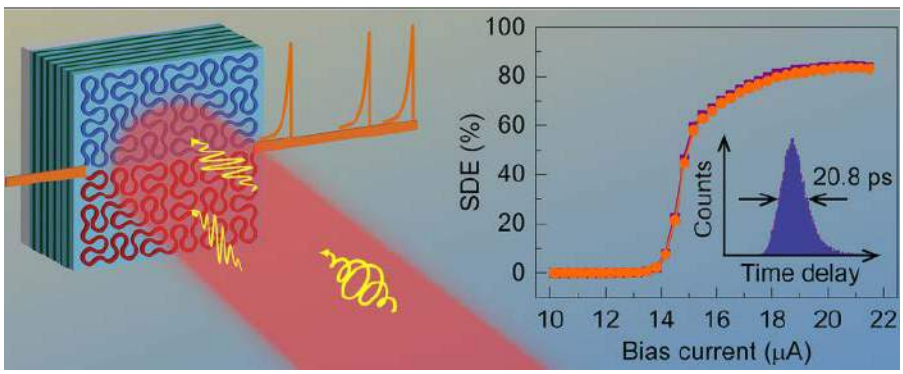
do nieschłodzonych. Są stosunkowo kosztowne i wymagają skomplikowanych układów chłodzenia w przypadku wersji aktywnie chłodzonych. Przykładowe bolometry pokazano na **fotografii 1**.

2. **Mikrobolometry** – rodzaj bolometrów, w których sensor składa się z macierzy mikroskopijnych bolometrów. Mikrobolometry są popularne w kamerach termowizyjnych ze względu na ich relatywnie niski koszt produkcji i brak konieczności chłodzenia kriogenicznego, kosztem rozdzielczości i czułości. Na **rysunku 2** pokazano schematyczny szkic pojedynczego piksela mikrobolometru, a na **fotografii 2**, sensor tego rodzaju.
3. **Detektory piroelektryczne** – te detektory podczerwieni reagują na zmiany w polaryzacji materiału sensora w odpowiedzi na zmiany jego temperatury. Temperatura sensora zmienia się na skutek absorpcji promieniowania podczerwonego – na ogół w szerokim pasmie, dzięki czemu detektory te są często używane do pomiaru promieniowania podczerwonego o zmiennej długości fali, co jest przydatne w szeregu zastosowań. Przykładowy detektor tego rodzaju pokazano na **rysunku 3**.
4. **Fotodetektory nadprzewodzące** – te detektory bazują na materiałach nadprzewodzących, które zmieniają swoje właściwości elektryczne w reakcji na nagrzewanie absorbowanym promieniowaniem podczerwonym. Są wyjątkowo czułe na zmiany temperatury i mogą rejestrować pojedyncze fotony. Są często stosowane w badaniach naukowych z uwagi na ich rozdzielczość i szybkość. Ich oczywistą wadą jest konieczność chłodzenia do temperatur kriogenicznych. Przykład takiego eksperymentalnego sensora pokazano na **rysunku 4**.
5. **Fotodetektory półprzewodnikowe** – fotodetektory te korzystają z półprzewodników, takich jak antymon indu lub materiały typu HgCdTe, aby wykrywać promieniowanie podczerwone o różnych długościach fal. Są stosunkowo drogie, ale z uwagi na ich dobre parametry, takie jak czułość czy szybkość, często są używane w profesjonalnych systemach termowizyjnych. Matrycę tego rodzaju pokazano na **fotografii 3**.

Wybór odpowiedniego detektora podczerwieni zależy od konkretnego zastosowania, rozdzielczości, czułości oraz, oczywiście, budżetu. W prezentowanych w dalszej części artykułu urządzeniach królują mikrobolometry, które obecnie są najczęściej stosowanymi matrycowymi sensorami podczerwieni, używanymi do pomiarów termowizyjnych.



Rysunek 3. Czujnik piroelektryczny; a) Schematyczna budowa czujnika piroelektrycznego ze zintegrowanym absorberem rezonansowym w przekroju; b) Zdjęcie struktury czujnika w powiększeniu, zrobione przez jego szafirowe okienko; c) Wygląd zewnętrzny czujnika w standardowej obudowie KT-3



Rysunek 4. Zasada działania nadprzewodzącego detektora podczerwieni służącego do wykrywania pojedynczych fotonów (pominięto elementy kriogenicznego chłodzenia sensora). Na wykresie widać m.in. jak szybki jest taki detektor

eprasa.pl b722c3c0ae



Fotografia 4. Przeźroczysty w podczerwieni substrat krzemowy – materiał ten nie nadaje się do produkcji sensorów IR, ale może być użyty do wykonania optyki do systemów termowizyjnych. Po lewej widoczne jest zdjęcie w podczerwieni, a po prawej stronie to samo, ale wykonane zwykłym aparatem w świetle widzialnym

Materiały

Jak wskazano wcześniej, do konstrukcji sensorów podczerwieni używane są specjalne materiały, takie jak tlenek wanadu (w przypadku mikrobolometrów) czy np. siarczek ołowiu(II) (PbS), tellurek rtęci i kadmu (znany, jako MCT, HgCdTe), antymonek indu (InSb) i wiele innych półprzewodników o wąskiej przerwie energetycznej (w przypadku detektorów półprzewodnikowych). Jest to konieczne, ponieważ materiały te muszą być aktywne w podczerwieni, gdzie energia fotonów jest niewielka i nie jest dostateczna, aby aktywować fotodetektory wykonane np. z krzemu. Jak widać na **fotografii 4** krzem dla podczerwieni jest przeźroczysty – promieniowanie nie oddziałuje z tym materiałem.

Specjalne wymagania dotyczą nie tylko samego sensora. Również optyka musi być wykonana z materiałów, które przepuszczają światło podczerwone w interesującym nas zakresie spektralnym. Stosuje się tutaj głównie materiały takie jak german, selenek cynku, fluorek wapnia, krystaliczny krzem lub nowo opracowany specjalny rodzaj szkła chalkogenkowego. Z wyjątkiem fluorku wapnia, wszystkie te materiały są dość twarde i mają wysoki współczynnik załamania (dla germanu jest to aż n=4), co prowadzi do bardzo wysokiego odbicia od powierzchni soczewek niepokrytych powłokami antyrefleksyjnymi (nawet ponad 30% padającego światła). Z tego powodu większość soczewek do kamer termowizyjnych jest pokrywana specjalnymi powłokami antyrefleksyjnymi. Wszystko to przekłada się na wyższy koszt tych specjalnych soczewek – jest to jeden z powodów, oprócz kosztów samych sensorów, dla których kamery termowizyjne są droższe od kamer, rejestrujących świat w zakresie światła widzialnego.

Chłodzone detektory IR

Kamery termowizyjne można również szerzej podzielić na dwa typy: te z chłodzonymi detektorami i te z detektorami bez chłodzenia. W czujnikach pracujących w temperaturze pokojowej, mierzone różnice temperatury w pikselach czujnika są niewielkie. Różnica temperatury 1°C w mierzonym obrazie przekłada się na różnicę zaledwie 0,03°C w czujniku. Czas reakcji piksela jest również dość wolny, w zakresie dziesiątek milisekund.

Czujniki chłodzone są w stanie wykryć różnicę temperatury na poziomie 0,1°C lub nawet mniej w obrazowanym przedmiocie. Osiągają to dzięki bardziej zaawansowanym technologiom chłodzenia sensora, co pozwala osiągnąć temperaturę nawet do 80 K (–194°C). Pozwala to nie tylko zwiększyć rozdzielczość pomiaru temperatury, o co najmniej rząd wielkości, ale też zredukować czas reakcji do kilku milisekund lub krócej.

Dodatkowo chłodzenie sensora zapewnia zmniejszenie efektu szumu cieplnego. Wysoka temperatura sensora termowizyjnego generuje tzw. szum cieplny, który jest spowodowany ruchem termicznym atomów w samym czujniku. W wyniku tego ruchu pojawiają się niewielkie fluktuacje napięcia wyjściowego z piksela, co przejawia się

REKLAMA

TME Electronic Components
TRANSFER MULTISORT ELEKTRONIK

ZAOSZCZĘDŹ CZAS,
WYKORZYSTAJ
GO LEPIEJ



Wygodne rozwiązania dla firm

Realizacja zamówień terminowych

Możliwość tworzenia kilku zamówień równocześnie

Szybkie zamówienia z gotowych list

Możliwość zamówień ponad stan magazynowy

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.
Łódź, Polska, dso@tme.pl
Dołącz do nas:
tme.eu tme.com

eprasa.pl b722c3cd4e

na obrazie, jako szum. Chłodzenie sensora zmniejsza termiczną aktywność atomów, co skutkuje znacznym zmniejszeniem szumu cieplnego.

Zastosowanie termowizji w diagnostyce elektroniki

Termografia znajduje wiele innych zastosowań. Na przykład strażacy używają jej do oglądania sytuacji przez dym, odnajdowania ludzi czy lokalizowania ognisk pożaru. Dzięki obrazowaniu termicznemu technicy budownictwa lokalizują mostki cieplne czy oceniają stan i jakość izolacji termicznej domu, aby poprawić efektywność chłodzenia lub ogrzewania pomieszczeń. W elektronice, zwłaszcza w serwisie, technologia ta ma ogromne znaczenie praktyczne.

Przez źródło ciepła do źródła problemów – to hasło doskonale oddaje sedno zastosowania termowizji w diagnostyce urządzeń elektronicznych. W dzisiejszym świecie, w którym elektronika jest nieodłącznym elementem naszego życia, poszukiwanie problemów w skomplikowanych układach elektronicznych czasami może przypominać szukanie igły w stogu siana. Z pozoru wszystko może działać bez zarzutu, ale diabeł tkwi w szczegółach, a te potrafią ukrywać się głęboko pod powierzchnią.

Termowizja to narzędzie, które przenosi nas w fascynujący świat niewidzialnego dla ludzkiego oka promieniowania cieplnego. Dzięki temu, coś, co jest dla nas niewidoczne, staje się widoczne na ekranie kamery termowizyjnej. Jest to jak wizyta u lekarza, który potrafi dostrzec nieprawidłowości w organizmie, jeszcze zanim poczujesz pierwsze objawy choroby, korzystając z prześwietlenia, tomografii czy innych metod obrazowania. Tak samo termowizja pozwala dostrzec problemy w układach elektronicznych, nawet zanim stają się one poważnymi awariami. Jeżeli jednak dotrzemy do tego lekarza już ciężko chorzy czy ranni, to te same metody diagnostyczne pozwolą dokładnie namierzyć, co nam jest – tak samo termowizja pozwala łatwo wskazać, jaki element układu jest przyczyną problemów całego systemu.

W tym rozdziale przyjrzymy się, jak termowizja rewolucjonizuje diagnostykę w elektronice. Poznamy zastosowania tej technologii w różnych dziedzinach, a także przyjrzymy się fizycznej stronie nagrzewania się układów, co pozwoli nam lepiej zrozumieć obserwacje na ekranie kamery. Finalnie zaprezentowane zostaną konkretne aplikacje tej techniki w różnych dziedzinach elektroniki itp. od produkcji po utrzymanie ruchu czy serwis urządzeń, oraz dowiemy się, dlaczego termowizja jest kluczowym narzędziem dla każdego – nie tylko profesjonalnego – elektronika. Zapraszam do fascynującej podróży przez świat ciepłych tajemnic elektroniki.

Typowe i nietypowe źródła ciepła w urządzeniach elektronicznych

W układzie elektronicznym każdy komponent musi być rozważany, jako źródło ciepła. Kondensatory przewodzące duży prąd zmienny nagrzewają się z powodu ich niezerowej równoważnej rezystancji szeregowej (ESR), co może ograniczyć ich żywotność, zwłaszcza w przypadku kondensatorów elektrolitycznych. Urządzenia indukcyjne, takie jak transformatory i dławiki, również generują straty i, ze względu na swoją zwartą budowę, tworzą obszary o podwyższonej temperaturze. Rezystory zazwyczaj nie są krytyczne, ponieważ są przeznaczone do rozpraszania energii, a projektanci są świadomi ich zachowania termicznego.

Głównymi źródłami ciepła w układach są też półprzewodniki. Działają one typowo, jako elementy przełączające, tzn. są albo w pełni przewodzące, albo w pełni blokujące, szczególnie w systemach przetwornic impulsowych. Podczas, gdy straty w stanie zaporowym zazwyczaj są na tyle niskie, że można je zignorować, spadek napięcia w stanie włączenia musi być brany pod uwagę. W fazie przejścia między stanem włączenia, a wyłączenia obecny jest zarówno prąd płynący przez półprzewodnik, jak i spadek napięcia na nim, co powoduje powstanie tzw. strat przełączania.

Przy projektowaniu urządzeń elektronicznych, powyższe elementy dobierane są tak, aby ich temperatura podczas poprawnej pracy układu, nie przekraczała pewnego poziomu. Z pomocą kamery termowizyjnej możliwe jest obrazowanie rozkładu temperatur w urządzeniu. Nawet, jeśli nie mamy możliwości dokonania pomiarów odniesienia, to z łatwością da się zidentyfikować przegrzewające się elementy.

Rezystory z ciągłym obciążeniem muszą być zaprojektowane tak, aby zapewnić wystarczającą ciągłą wymianę ciepła z otoczeniem. Przy stabilnej temperaturze otoczenia, temperatura rezystora również powinna być stabilna i nie przekraczać ok. 100...120°C dla większości typów oporników. Jedynie rezystory drutowe wysokiej mocy przystosowane są do osiągania istotnie wyższych temperatur, na poziomie do 300°C, dlatego też stosowane są w układach wysokiej mocy.

Wzrost temperatury opornika w układzie jest proporcjonalny do mocy, wydzielanej na tym elemencie (można tutaj przyjąć też moc średnią, jeśli mamy do czynienia np. z układami impulsowymi, aczkolwiek w przypadku prądu impulsowego dokładne szacunki są bardziej złożone). Ta z kolei jest iloczynem płynącego przez element prądu i spadku napięcia. Jeśli opornik przegrzewa się, oznacza to, że wydziela się na nim nadmierna moc, co zazwyczaj oznacza przetężenie tej sieci układu. Informacja taka powinna istotnie pomóc przy naprawie układu, gdyż wiadomo którędy płynie nadmierny prąd i łatwo jest sprawdzić, co go wymusza lub jaki układ go pobiera i kontynuować diagnozę.

Dodatkowo, przegrzewanie się oporników może wskazywać na brak odpowiedniego chłodzenia. Jeśli opornik nie ma wystarczającej ilości chłodzenia w postaci radiatora czy innego ciepłowodu, to ciepło, które generuje, może nie być odpowiednio rozpraszane. To jest szczególnie ważne w przypadku oporników, które są obciążone dużym prądem. Takie objawy wskazywać mogą na uszkodzenie układu chłodzącego, np. konieczność wymiany pasty termoprzewodzącej na świeżą, wyczyszczenie filtrów wentylatora itp. Z drugiej strony, przegrzewanie się opornika wskazywać może na jego uszkodzenia. Fizyczne uszkodzenia opornika, takie jak zgniecenie lub pęknięcia, mogą zmienić jego właściwości termiczne i prowadzić do przegrzewania. Podobnie praca w trudnych warunkach otoczenia może negatywnie wpłynąć na zdolność opornika do rozpraszania ciepła.

Przewody i złącza również muszą być traktowane jak rezystory i są projektowane tak, aby zapewnić wystarczającą wymianę ciepła z otoczeniem i nie nagrzewać się powyżej pewnych temperatur. Przegrzewanie się tych elementów również może być czynnikiem diagnostycznym wskazującym np. na uszkodzenie się styków złącz.

Elementy magnetyczne, takie jak dławiki i transformatory, rozpraszają moc zarówno w rdzeniu, jak i w uzwojeniu. Straty w rdzeniu wynikają z indukowanych tam prądów wirowych i strat wynikających z histerezy materiału. W zależności od częstotliwości prądu w uzwojeniach, straty na skutek prądów wirowych są minimalizowane różnymi środkami. Dla niskich częstotliwości do około 1 kHz rdzenie są budowane z płytek, a dla wyższych częstotliwości (od 1 kHz do około 10 kHz) stosuje się rdzenie proszkowe.

Nadmierne nagrzewanie się cewki np. w przetwornicy może wynikać z różnych przyczyn i jest ważne, aby zdiagnozować je dalej, ponieważ może to prowadzić do poważnych problemów z układem elektronicznym. Kilka potencjalnych przyczyn nadmiernego nagrzewania się cewki w przetwornicy obejmuje przeciążenie układu – nadmierny prąd, płynący przez cewkę, co może wskazywać tym, że zasilany układ nie działa poprawnie – pobiera więcej prądu, niż przewidziano. Ponadto, jeśli cewka przegrzewa się, to może wskazywać również na uszkodzenie samej cewki, np. pęknięcie rdzenia, zwarcie w uzwojeniu itp. Finalnie, przegrzewanie się cewki może sugerować niepoprawne sterowanie stabilizatorem lub pojawianie się niepożądanych zakłóceń elektromagnetycznych, które indukują w cewce/rdzeniu dodatkowe prądy itp.

Finalnie – półprzewodniki. Ich przegrzewanie się następuje na ogół na skutek uszkodzenia ich samych (zwarcie w układzie/tranzystorze) lub przetężenia w dalszej sekcji układu, który sterowany jest z danego elementu. Identyfikacja półprzewodnika, który przegrzewa się w systemie istotnie upraszcza diagnozowanie systemu.

eprasa.pl b722c3c0ae

Kontrola jakości produkcji

W kontekście produkcyjnym, systemy termowizyjne pozwalają na badanie urządzeń pod kątem poprawności ich działania. Analiza obrazu termograficznego pozwala na analizę działania urządzenia po jego włączeniu – delikatne rozgrzewanie układów jest normalne i wskazuje, na to, że układ został zasilony i uruchomił się. Nadmierne nagrzewanie się z kolei może wskazywać na niepoprawne napięcie zasilania lub zbyt duży pobór prądu z układu, jeśli ma on jakieś wyjścia.

Z drugiej strony, analiza termowizyjna pozwala na sprawdzenie, czy dokonano poprawnego montażu elementów chłodzących. Aby radiator w optymalny sposób spełniał swoją rolę, musi być odpowiednio dociśnięty do chłodzonej powierzchni, a pomiędzy nimi naniesiony musi być odpowiedni materiał interfejsu (np. pasta termoprzewodząca). Jeśli tak się nie stanie, to układ będzie się nadmiernie nagrzewał, a radiator będzie miał temperaturę niższą, niż przewidywana. Wszystko to może być obserwowane za pomocą obrazowania termicznego w podczerwieni.

Diagnoza złączy w układach elektronicznych

Kamery termowizyjne są użytecznym narzędziem do diagnozowania złącz elektrycznych. Dzięki swojej zdolności do wizualizacji temperatury, mogą wykrywać potencjalne problemy w złączach, które mogą prowadzić do przegrzewania, zwarcia lub innych awarii. Oto, jak kamery termowizyjne mogą być używane do diagnozowania złącz elektrycznych:

1. **Wykrywanie nadmiernego przegrzewania** – kamery termowizyjne pozwalają na natychmiastową identyfikację obszarów złączy, które przegrzewają się. Przegrzewanie może być wynikiem nadmiernego obciążenia danego konektora lub nieprawidłowych połączeń elektrycznych. Te obszary mogą emitować wyższe temperatury niż pozostała część złącza, co jest widoczne na obrazie termowizyjnym.
2. **Znajdowanie źródeł zwarcia** – zwarcia w złączach elektrycznych mogą powodować lokalne wzrosty temperatury. Kamery termowizyjne mogą pomóc zidentyfikować obszary o podwyższonej temperaturze, które mogą sugerować obecność zwarcia.
3. **Ocena jakości połączeń** – kamery termowizyjne pozwalają na ocenę jakości połączeń, zwłaszcza w złączach przewodów i styków. Jeśli połączenie jest słabe lub luźne (na przykład na skutek zużycia), może to prowadzić do zwiększonego oporu elektrycznego i, w konsekwencji, do przegrzewania się. Kamery termowizyjne pomagają w identyfikacji obszarów o zwiększonym oporze, które mogą wskazywać na problemy z jakością połączenia (**fotografia 5**).
4. **Monitorowanie długoterminowe** – kamery termowizyjne pozwalają na monitorowanie złączy przez dłuższy okres czasu, co jest przydatne do wykrywania problemów, które mogą się pojawiać stopniowo. Regularne skanowanie złączy elektrycznych pozwala na wcześniejsze wykrywanie potencjalnych awarii.



Fotografia 5. Pracownik diagnozujący złącza elektryczne w szafie sterowniczej z pomocą kamery Fluke Ti480

5. **Zdolność do przewidywania awarii** – kamery termowizyjne mogą pomóc w przewidywaniu awarii związanych z przegrzewaniem złącz. Poprzez monitorowanie temperatury złącza elektrycznego, można podejść do problemu interwencyjnie, zanim dojdzie do poważniejszej awarii.

Warto jednak zaznaczyć, że kamery termowizyjne same w sobie nie rozwiązują problemów złącz elektrycznych. Są jedynie narzędziem diagnostycznym, które pomaga zidentyfikować obszary problemowe. W przypadku wykrycia problemu, konieczne jest przeprowadzenie dalszej diagnostyki i podjęcie działań naprawczych, aby zapobiec ewentualnym awariom.

Zalety stosowania termowizji w diagnostyce

Podsumowując, termowizja pozwala na diagnozowanie wielu rodzajów usterek w systemach elektronicznych. Obrazowanie takie pozwala na szybkie i dokładne wykrywanie problemów, nawet w trudno dostępnych miejscach.

Możliwe jest bezkontaktowe badanie rozkładu temperatur w urządzeniu, dzięki czemu można diagnozować urządzenia elektroniczne bez konieczności ich wyłączania. Pozwala to znacznie uprościć diagnostykę, a także wykrywanie problemów na gorąco – możliwa jest ciągła obserwacja systemów i identyfikacja problemów w czasie rzeczywistym, co jest niezwykle cenne w przypadku urządzeń pracujących bez przerwy.

Przegląd urządzeń dla hobbystów i profesjonalistów

Obrazy z kamer podczerwonych zwykle są monochromatyczne, ponieważ kamery te zazwyczaj używają czujnika obrazu, który nie rozróżnia różnych długości fal promieniowania podczerwonego. Ponadto, w przypadku termowizji sensory, które rozróżniałyby długości fal nie miałyby istotnego znaczenia, ponieważ różne długości fal w termografii nie mapują się jednoznacznie w schemacie widzenia kolorów przez ludzi.

Typowo, monochromatyczne obrazy zbierane przez sensory są wyświetlane w tzw. pseudo-kolorze, gdzie zmiany kolorów są używane zamiast zmian intensywności, do wyświetlania zmian w sygnale. Ta technika, pozwala na rozszerzanie zakresu prezentowanych danych, ponieważ ludzie mają znacznie większy zakres dynamiczny w wykrywaniu intensywności niż różnic pomiędzy kolorami, to ogólnie, zdolność do rozpoznawania subtelnych różnic w intensywności w jasnych obszarach jest dość ograniczona i zmiany w kolorze istotnie pomagają w dostrzeganiu zmian.

Większość kamer termowizyjnych ma sensory o ograniczonej rozdzielczości – szczególnie te kompaktowe, które często występują, jako dodatek do innych urządzeń. Przykładem takiego rozwiązania może być multimetr cyfrowy RS PRO RS-9889 z wbudowaną kamerą termowizyjną (**fotografia 6**). To doskonałe narzędzie do serwisowania urządzeń elektronicznych w terenie – w jednym urządzeniu oferuje on wszystko, co może być przydatne do szybkiego znalezienia usterki. Sensor w tym multimetrze charakteryzuje się rozdzielczością równą zaledwie 80×80 px, a mimo



Fotografia 6. Multimetr cyfrowy z wbudowaną kamerą termowizyjną RS PRO RS-9889

eprasa.pl b722c3c0ae



Fotografia 7. Kamera termowizyjna do smartfona Voltcraft WBS-220

to oferuje wysokiej jakości obraz. Osiągane jest to dzięki integracji obrazu z kamery termicznej z obrazem z kamery światła widzialnego. Dodatkowo, atutem zastosowanego sensora jest wysoka częstotliwość odświeżania pomiaru – aż 50 razy na sekundę.

Podobnym, kompaktowym urządzeniem jest kamera termowizyjna do smartfona Voltcraft WBS-220 (**fotografia 7**). Moduł ten pozwala zamienić telefon z kamerę termowizyjną – wystarczy, że ma on złącze USB-C. Moduł kamery ma wbudowany sensor mikrobolometryczny o rozdzielczości 206×156 px, który pozwala na prowadzenie obserwacji serwisowanego układu w zasadzie w dowolnym miejscu.

Oprócz tych kompaktowych urządzeń, na rynku jest dostępnych wiele specjalistycznych urządzeń do termowizji. Przykładem może być kamera termowizyjna Optris XI400 firmy Autemo (**fotografia 8**). Jest to stacjonarne urządzenie, podłączane do komputera za pomocą portu USB, które pozwala na obserwację w podczerwieni serwisowanego układu (**rysunek 5**). Kamera ma sensor o rozdzielczości 382×288 px, działający w zakresie 7,5...13 µm. Fabrycznie montowany obiektyw zapewnia również elektronicznie sterowaną ostrość. Wyższy model z tej rodziny – Optris PI640 – zapewnia jeszcze wyższą rozdzielczość (64×480 px). Dzięki możliwości podłączenia tych kamer również do sieci Ethernet idealnie sprawdzą się nie tylko w warsztacie, ale np. do stałego monitorowania instalacji krytycznych w przemyśle czy automatyce.

Podsumowanie

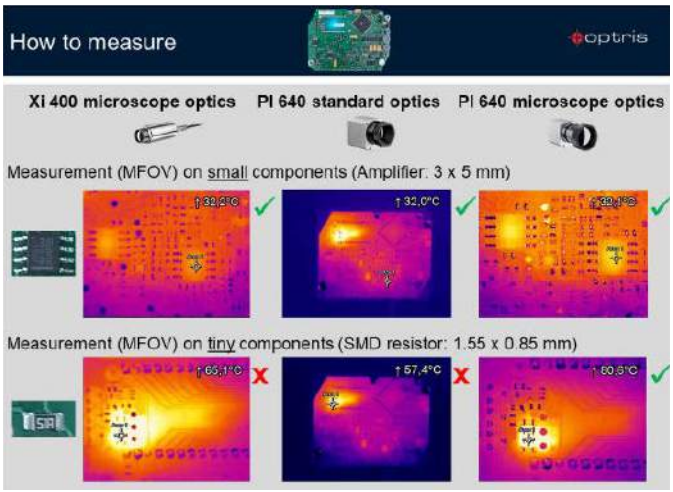
W skomplikowanym świecie elektroniki, termowizja staje się naszym niezawodnym przewodnikiem. Dzięki niej odkrywamy niewidzialne źródła ciepła, które skrywają największe tajemnice naszych urządzeń. W zaprezentowanym artykule zgłębiliśmy detale aplikacji i zalety rozwiązań do termowizji dla elektroników. Ta fascynująca technika, pomaga w diagnostyce urządzeń elektronicznych i w znaczący sposób ułatwia pracę inżynierom i serwisantom.

Jednym z kluczowych aspektów termowizji jest jej zdolność do identyfikacji obszarów o podwyższonej temperaturze, które mogą wskazywać na potencjalne usterki lub nadmierne obciążenie układów elektronicznych. W efekcie pozwala to na szybkie reagowanie na zagrożenia i zapobieganie uszkodzeniom urządzeń, co ma ogromne znaczenie w takich dziedzinach, gdzie czas reakcji jest kluczowy – takich jak przemysł, medycyna czy awionika. Zdolność do wykrywania problemów na gorąco, bez konieczności nawet wyłączania urządzeń, czyni tę technikę niezastąpioną w serwisie i monitorowaniu pracy urządzeń elektronicznych. Dzięki termowizji można spojrzeć na pozornie sprawne urządzenie i zidentyfikować potencjalne źródła problemów, nawet tych, które dopiero zbliżają się, w sposób niezwykle efektywny i dokładny.

Co więcej, rozwijająca się technologia termowizji ma potencjał do jeszcze głębszej rewolucji w diagnostyce elektronicznej w przyszłości. Dzięki postępom w zakresie czułości detektorów i dokładności pomiarów, termowizja może stać się jeszcze bardziej precyzyjnym narzędziem, umożliwiającym wykrywanie subtelnych problemów, które dotychczas mogły pozostać niezauważone. To otwiera przed nami nowe możliwości doskonalenia wydajności i niezawodności urządzeń elektronicznych. Dodatkowo, sensory podczerwieni,



Fotografia 8. Kamera termowizyjna Optris PI640 zamontowana na podstawie mikroskopowej



Rysunek 5. Przykładowe obrazy z różnych kamer Autemo Optris z różnymi nastawami optyki

używane w tych systemach, stają się coraz tańsze, dzięki czemu kamery termowizyjne zdobywają coraz więcej zastosowań i mogą być obecne w większej ilości warsztatów.

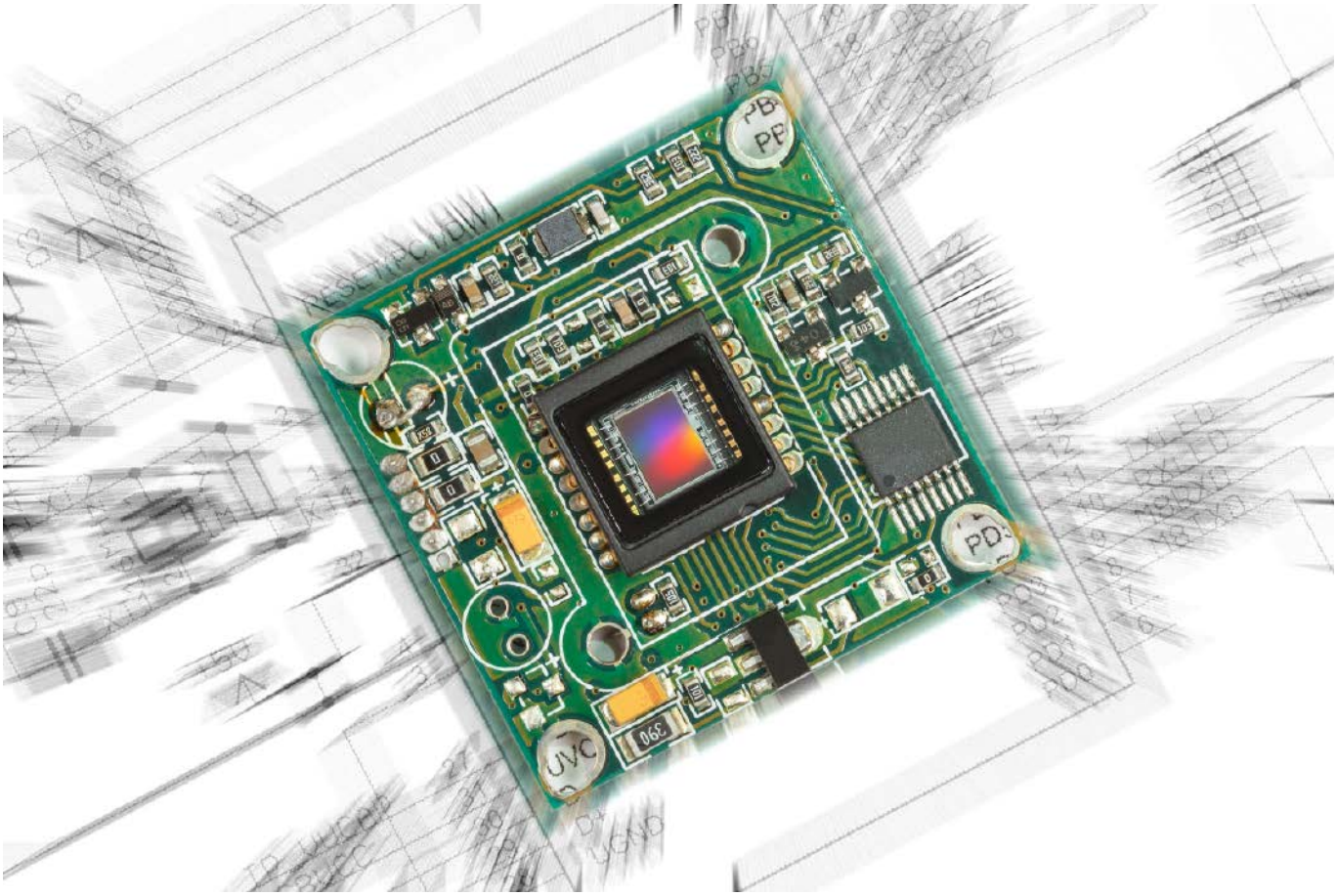
Podsumowując, termowizja to kluczowy element diagnostyki urządzeń elektronicznych, który pomaga inżynierom elektronikom w szybkim i precyzyjnym wykrywaniu problemów. Jej rozwijające się możliwości stwarzają perspektywy jeszcze bardziej zaawansowanej i tańszej diagnostyki w przyszłości, co jest niezwykle obiecującym kierunkiem dla branży elektronicznej.

Nikodem Czechowski, EP

Źródła

1. A. Rogalski „Recent progress in infrared detector technologies" Infrared Physics & Technology 54 (2011)
2. „Thermal imaging guidebook for industrial applications" FLIR Systems AB 2011
3. Y. Meng, K. Zou, N. Hu, L. Xu, X. Lan, S. Steinhauer, S. Gyger, V. Zwiller, X. Hu "Fractal Superconducting Nanowires Detect Infrared Single Photons with 84% System Detection Efficiency, 1.02 Polarization Sensitivity, and 20.8 ps Timing Resolution" ACS Photonics 9 (2022)
4. A. Richards „Cooled versus uncooled cameras for long range surveillance" FLIR Technical Note

eprasa.pl b722c3c0ae



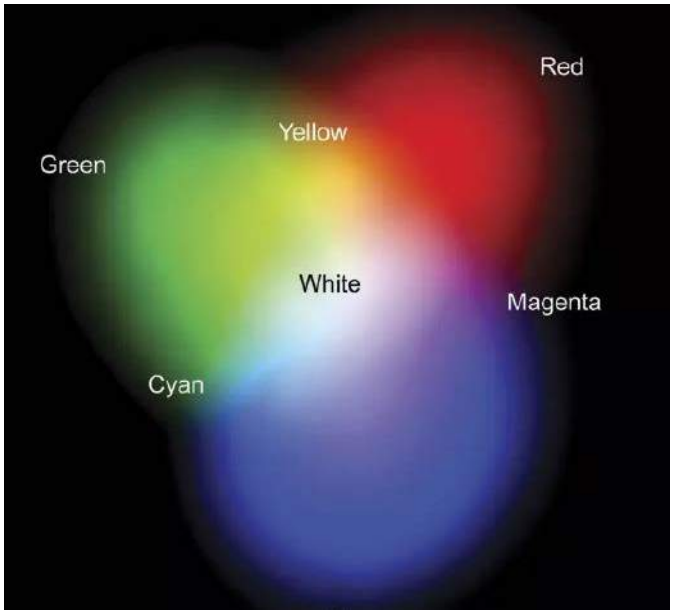
Czujniki optyczne (4)

Sensory koloru oraz czujniki i moduły multispektralne

W czwartym, ostatnim artykule z krótkiej serii nt. nowoczesnych czujników optycznych, zaprezentujemy wybór najciekawszych naszym zdaniem propozycji z rynku optoelektroniki, przeznaczonych do pomiarów kolorymetrycznych, jak i omówimy wybrane sensory, pozwalające na prowadzenie badań multispektralnych.

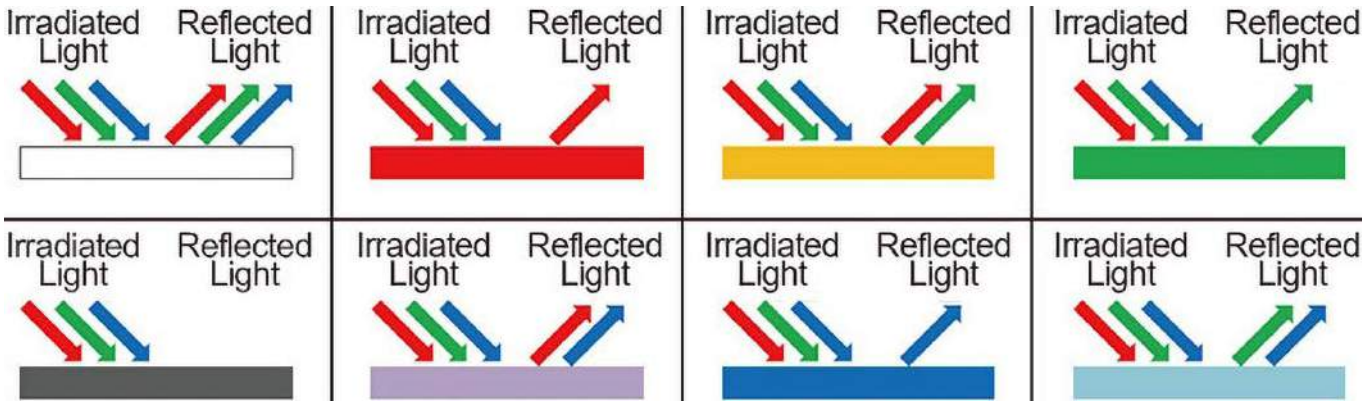
„Tam sięgaj, gdzie wzrok nie sięga” – krótkie wprowadzenie do kolorymetrii i spektrofotometrii

Przytoczony w tytule tej części artykułu cytat – pochodzący ze słynnej Ody do Młodości Adama Mickiewicza – doskonale oddaje sens nowoczesnych pomiarów optycznych, prowadzonych za pomocą czujników multispektralnych. Rozpatrując widzenie barwne, które u człowieka bazuje na trzech rodzajach barwników, pełniących w pewnym sensie rolę naturalnych filtrów dla komórek wzrokowych, nie zastanawiamy się zwykle nad tym, że odbierany przez nas obraz świata jest de facto… wielkim oszustwem, które zgotował nam mózg. Jak wiadomo, barwy podstawowe ulegają mieszaniu (**rysunek 1**), dzięki czemu – przykładowo – oświetlenie receptorów wzrokowych jednocześnie światłem czerwonym i zielonym daje wrażenie, że obserwujemy światło żółte. Mózg ludzki nie jest zatem w stanie



Rysunek 1. Addytywne mieszanie barw w wyniku nakładania monochromatycznych plam światła o różnych długościach fali (https://t.ly/WVgsh)

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 2. Ilustracja zasad widzenia barwnego – obiekty o różnych kolorach odbijają poszczególne składowe padającej na nie wiązki światła białego w zróżnicowanych proporcjach, co daje możliwość rozróżniania koloru powierzchni. Te same zasady mogą być stosowane w refleksyjnych czujnikach koloru, bazujących na 3-kanałowej detekcji RGB (https://t.ly/5cJ8X)

odróżnić, czy rejestrowane światło jest efektem swego rodzaju złudzenia optycznego, czy też faktycznie stanowi monochromatyczną falę o danej długości.

Jeżeli technicznie realizowany pomiar koloru ma znaczenie dla „ludzkich zastosowań" (np. w celu dobrania koloru farby lub lakieru), to rzeczywisty skład widmowy światła nie ma większego znaczenia – z tego też względu do aplikacji typowo użytkowych w zupełności wystarczające są czujniki koloru, zdolne do rozróżniania trzech barw podstawowych – czerwieni, zieleni i barwy niebieskiej (**rysunek 2**). Warto w tym miejscu nadmienić, że techniczna realizacja pomiaru koloru może przebiegać na dwa sposoby, które roboczo nazwiemy pomiarem aktywnym oraz pasywnym.

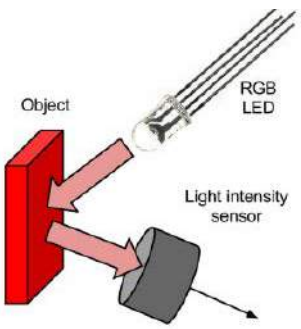


Fotografia 1. Moduł na bazie scalonego czujnika koloru TCS34725, współpracującego z oświetlaczem w postaci białej diody LED SMD (https://t.ly/zJPtI)

- **Pomiar aktywny** – badana powierzchnia jest „sztucznie" oświetlana przez wbudowany iluminator, a ilość światła odbitego mierzy się za pomocą fotodetektora (zwykle – z uwagi na liniowość – w roli tej występuje fotodioda). W zależności od przyjętej koncepcji, czujnik może składać się z białej diody LED współpracującej z potrójnym detektorem (trzy osobne fotoelementy z filtrami RGB – **fotografia 1**) lub trójkolorowego oświetlacza (dioda LED RGB) z pojedynczym fotodetektorem, rejestrującym całkowite natężenie światła w pełnym spektrum, pokrywającym się mniej lub bardziej z pasmem widzialnym – **rysunek 3**.
- **Pomiar pasywny** – układ pomiarowy zawiera co najmniej trzy fotoelementy, wyposażone w różne filtry optyczne (RGB), choć często producenci „dokładają" doń także czwarty detektor, pozbawiony filtra i rejestrujący sumaryczne natężenie światła w szerokim przedziale widma (**fotografia 2**).

Z zupełnie inną sytuacją mamy jednak do czynienia, jeżeli dane dotyczące składu widmowego światła mają stanowić podstawę dla bardziej zaawansowanych technik pomiarowych, np. analizy składu chemicznego czy też pomiaru stężeń znanych substancji w próbkach roztworów za pomocą spektrofotometru. W tym przypadku trzy, dość szerokie przedziały widma optycznego to zdecydowanie za mało – konieczne jest podzielenie spektrum na węższe pasma i pomiar natężenia światła w każdym z nich z osobna. Podział pasma może być przy tym wykonany na dwa sposoby:

- rozszczepienie rejestrowanej wiązki (np. za pomocą pryzmatu) i „skanowanie" przy użyciu monochromatora z ruchomą przesłoną, kierującego wybraną część światła na fotodetektor (**rysunek 4**),
- rozszczepienie wiązki w polichromatorze i jednoczesna rejestracja całego pasma za pomocą macierzy fotoelementów (np. liniału CCD) – patrz **rysunek 5**.

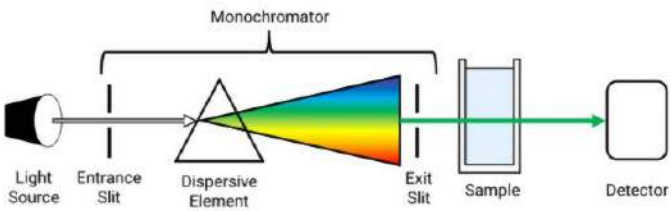


Rysunek 3. Ilustracja metody wykrywania koloru powierzchni z użyciem trójkolorowego oświetlacza i pojedynczego, szerokopasmowego fotodetektora (https://t.ly/a_vyr)

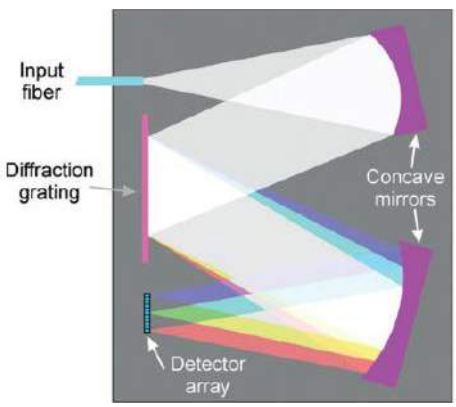


Fotografia 2. Moduł „pasywnego" czujnika koloru, bazujący na układzie ISL29125 – sensor może rejestrować światło padające prosto ze źródła lub odbite od badanej powierzchni, jednak nie zawiera własnego oświetlacza (https://t.ly/5mLDE)

Każda z metod ma pewne wady i zalety – przykładowo, mechaniczne skanowanie realizowane poprzez przesuw szczeliny

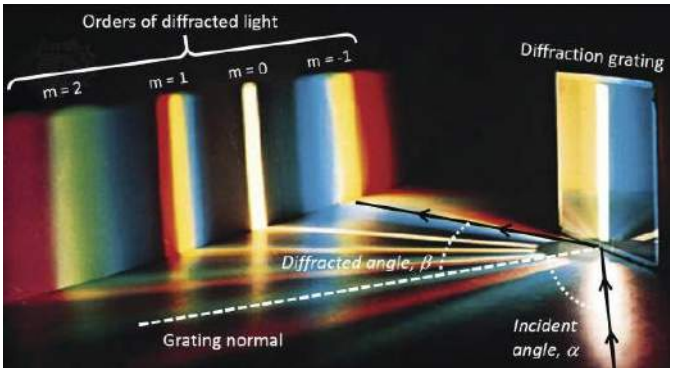


Rysunek 4. Schemat koncepcyjny, pokazujący (w mocno uproszczony sposób) konstrukcję klasycznego spektrofotometru z monochromatorem, wyposażonym w ruchomą szczelinę (https://t.ly/p5N_V)

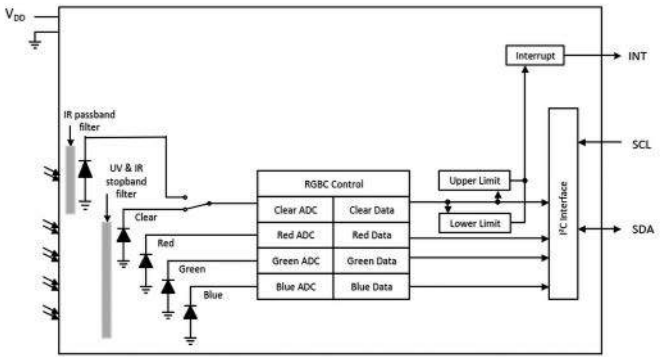


Rysunek 5. Zasada działania spektrometru o statycznej konstrukcji, zawierającej siatkę dyfrakcyjną oraz jednowymiarową macierz detektorów (https://t.ly/yRFpS)

eprasa.pl b722c3c0ae



Fotografia 3. Rozszczepienie światła na siatce dyfrakcyjnej (https://t.ly/zNKox)



Rysunek 7. Schemat blokowy czujnika TCS3400 (https://bit.ly/48xCmT4)

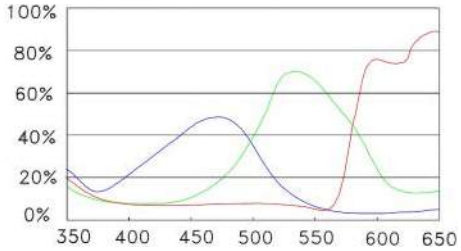
monochromatora pozwala uzyskać wysoką rozdzielczość widmową, ale wymaga złożonej konstrukcji i – co gorsza – jest bardzo powolne, co ogranicza zakres aplikacyjny jedynie do zastosowań statycznych. Wersja druga – zawierająca w pełni statyczny układ monochromatora (np. na bazie siatki dyfrakcyjnej) i detektora liniowego – może być zrealizowana w bardzo kompaktowej, niedrogiej postaci i umożliwia dokonywanie analiz w czasie rzeczywistym, ale ma ograniczenia w zakresie rozdzielczości widmowej oraz bitowej (dostępne liniały mają zwykle dość przeciętny kontrast i zakres dynamiki). Należy pamiętać, że przy zastosowaniu siatki dyfrakcyjnej trzeba uwzględnić specyfikę zjawisk fizycznych, stojących za rozszczepieniem światła – w przeciwieństwie do pryzmatu, siatka dyfrakcyjna „generuje" bowiem nie jedną wiązkę wachlarzową, ale szereg wiązek różnych rzędów, co stwarza ryzyko niepożądanych odbić wewnątrz obudowy spektrometru, a ponadto wymusza dokładne ustawienie geometrii całego układu optycznego (**fotografia 3**).

Podstawowe czujniki koloru

Bodaj najprostszą możliwą realizację czujnika koloru oferuje firma Kingbright. Sensor KPS-5130PD7C (**fotografia 4**, **rysunek 6**) składa się z 3-sekcyjnej fotodiody, wyposażonej w filtry optyczne RGB. Tego typu elementy, choć dają znaczną elastyczność projektową, pozostają jednak w dzisiejszych czasach rzadkością – znacznie popularniejsze, z uwagi na łatwość implementacji i kompaktowość, są scalone czujniki cyfrowe, zawierające „na pokładzie" nie tylko struktury światłoczułe, ale także układ ASIC, odpowiedzialny za przetwarzanie A/C, cyfrowe kondycjonowanie wyników pomiaru, a w niektórych przypadkach nawet autokalibrację, czy też redukcję zakłóceń pochodzących np. ze świetlówek.



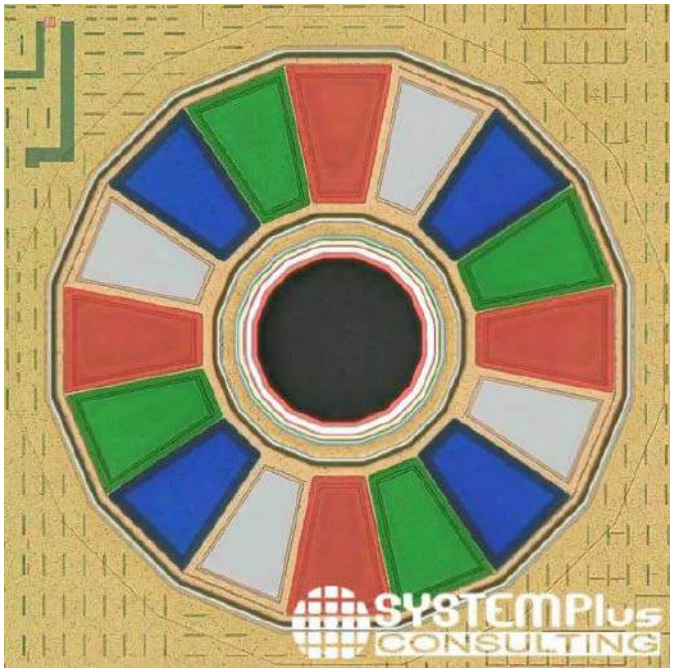
Fotografia 4. Widok czujnika koloru KPS-5130PD7C (https://t.ly/oxZkt)



Rysunek 6. Charakterystyka spektralna czujnika KPS-5130PD7C (https://t.ly/1sj7Z)

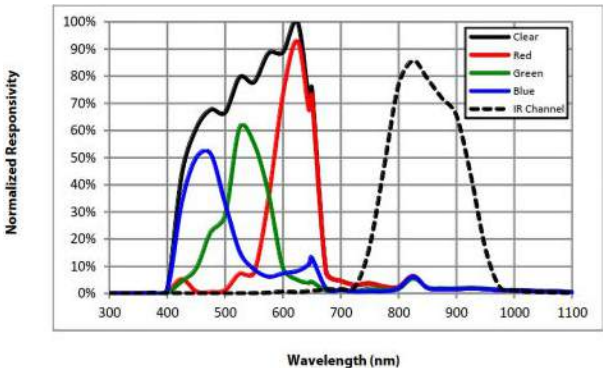
Czujnik TCS3400 (**rysunek 7**) marki ams-OSRAM zawiera już znacznie bardziej rozbudowaną, pierścieniową macierz fotoelementów, składającą się z czterech powtarzalnych sekcji, przesuniętych kątowo względem siebie co kolejne 90° (**fotografia 5**). Takie rozmieszczenie pozwala na uniezależnienie wartości odczytów poszczególnych kanałów od kierunku padania światła na strukturę sensora. Środkowe pole pełni rolę dodatkowej fotodiody, czułej już tylko na promieniowanie podczerwone (**rysunek 8**) – rozwiązanie to ma na celu umożliwienie rozpoznawania źródła światła przez nadrzędny procesor. Czujnik zapewnia programowalny czas integracji oraz regulowane wzmocnienie torów pomiarowych, co w połączeniu z przyzwoitą rozdzielczością przetworników ADC pozwala uzyskać zakres dynamiki równy 1000000:1.

Obok klasycznych czujników koloru RGB, coraz popularniejsze stają się tzw. sensory XYZ (określane też mianem *tristimulus sensor*), które za sprawą nieco inaczej „nastrojonych" filtrów, są w stanie znacznie lepiej odwzorowywać charakterystykę ludzkiego widzenia barwnego, w porównaniu do klasycznej technologii RGB. Przykładem

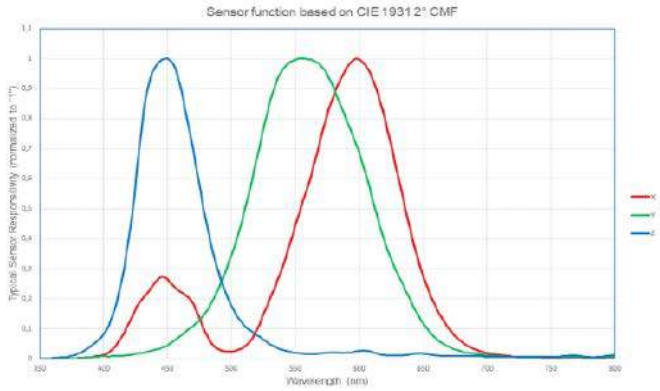


Fotografia 5. Widok struktury światłoczułej sensora TCS3400 (https://t.ly/88LQ-)

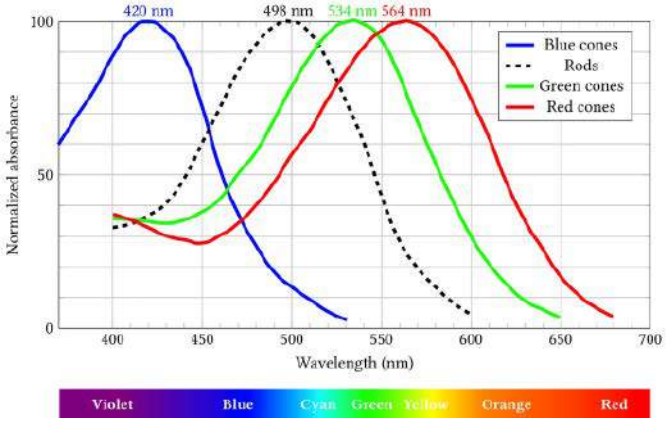
eprasa.pl b722c3c0ae



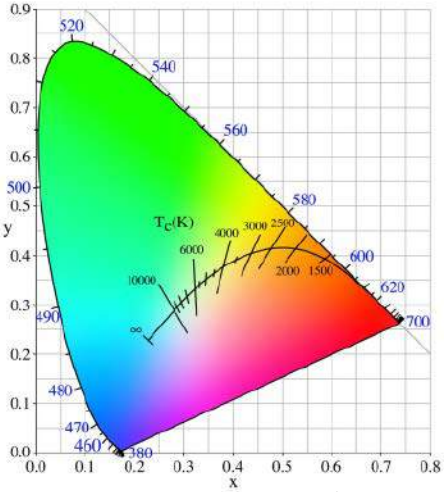
Rysunek 8. Charakterystyka spektralna sensora TCS3400 (https://bit.ly/48xCmT4)



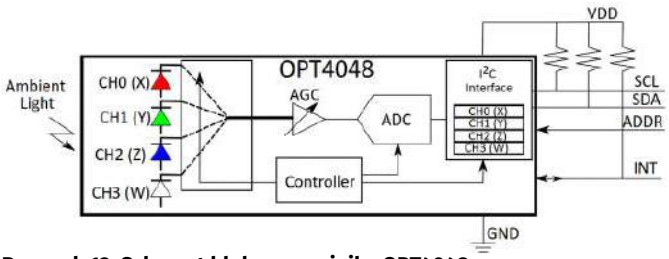
Rysunek 9. Charakterystyka spektralna czujnika AS73211 (https://ibit.ly/5bjUE)



Rysunek 10. Znormalizowana charakterystyka czułości spektralnej czopków siatkówki ludzkiego oka (https://t.ly/hpX3w)



Rysunek 11. Przestrzeń barw CIE 1931; CIE XYZ (https://t.ly/D8zYb)



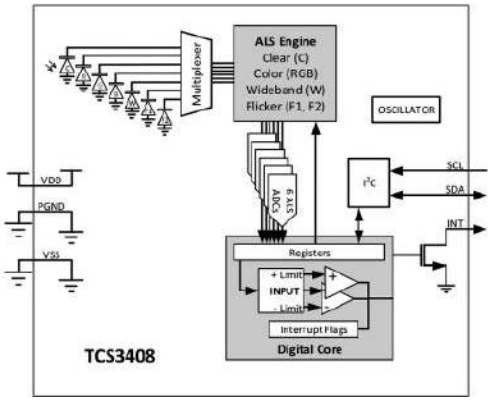
Rysunek 12. Schemat blokowy czujnika OPT4048 (https://bit.ly/45gA6wB)

zaawansowanego układu, należącego do tej kategorii, może być czujnik AS73211. Jego charakterystyka spektralna wykazuje silniejsze przesunięcie piku czułości kanału zielonego w stronę pasma czerwieni (**rysunek 9**) – czyli znacznie lepiej odwzorowuje sposób działania ludzkich czopków (fotoreceptorów siatkówkowych, odpowiedzialnych za widzenie barwne w warunkach dobrego oświetlenia).

Aby lepiej zrozumieć omawiane zagadnienie, warto porównać znormalizowaną charakterystykę spektralną czopków (**rysunek 10**) z odpowiednimi wykresami dla sensora AS73211, a następnie z pokazanymi wcześniej charakterystykami KPS-5130PD7C (rysunek 6) oraz TCS3400 (rysunek 8). Odczyty uzyskiwane za pomocą czujników XYZ odnoszą się do przestrzeni barw CIE 1931 (**rysunek 11**) – ten sposób numerycznej reprezentacji kolorów stał się zresztą podstawą dla wielu innych systemów zapisu barw. Co ciekawe – ta leciwa (bo opracowana przeszło dziewięć dekad temu, właśnie w 1931 roku) przestrzeń barw sama w sobie nadal pozostaje w intensywnym użyciu, czego przykładem mogą być właśnie nowoczesne, scalone czujniki koloru, których noty katalogowe wprost odnoszą się do CIE 1931.

Jeszcze dalej poszli inżynierowie Texas Instruments, którzy opracowali sensor o nazwie OPT4048. Choć w tym przypadku wszystkie cztery kanały korzystają ze współdzielonego toru pomiarowego z przetwornikiem ADC oraz przestrajalnym wzmacniaczem (**rysunek 12**), to układ oferuje większą funkcjonalność pod względem obróbki danych pomiarowych. Oprócz współrzędnych wg CIE 1931, czujnik OPT4048 umożliwia także pomiar natężenia oświetlenia (w luksach), a nawet tzw. skorelowanej temperatury barwowej, czyli CCT (ang. *Correlated Color Temperature*) – co ważne, ostatni z parametrów jest obliczany z rozdzielczością nieporównywalnie wyższą, niż spotykane w opisach technicznych żarówek czy białych diod LED wartości temperatury barwowej, które zwykle są podawane ze zgrubnym krokiem co 100 lub nawet 500 K.

Dalece bardziej rozbudowane rozwiązanie zaproponowała wspomniana już wcześniej firma ams-OSRAM w najnowszym (w chwili pisania niniejszego artykułu jeszcze niedostępnym na rynku) układzie TCS3408. Sześć osobnych przetworników ADC (**rysunek 13**) odpowiada za pomiar ilości światła w trzech kanałach barwnych (w tym przypadku jednak o klasycznej charakterystyce RGB), jednym kanale obejmującym pełne widmo światła widzialnego, a także trzech

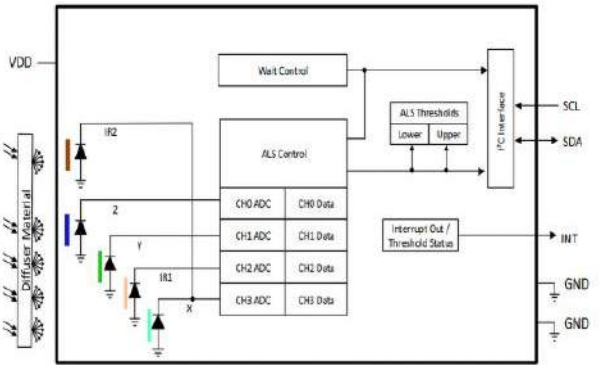


Rysunek 13. Schemat blokowy czujnika TCS3408 (https://bit.ly/46aQX5n)

eprasa.pl b722c3c0ae



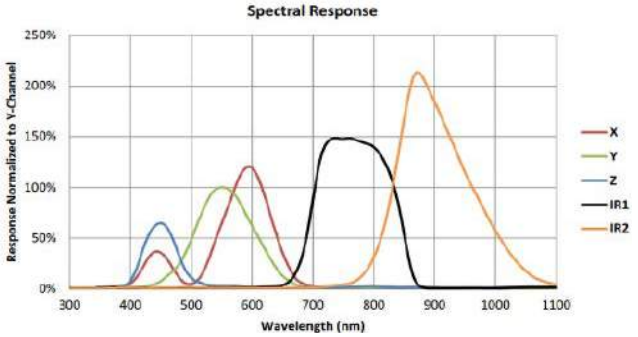
Rysunek 14. Charakterystyka widmowa czujnika TCS3408 (https://bit.ly/46aQX5n)



Rysunek 15. Schemat blokowy czujnika TCS3430 (https://bit.ly/3ZBId5M)



Fotografia 6. Przykład zastosowania czujnika TCS3430 do kompensacji temperatury barwowej otoczenia w celu uzyskania efektu, określanego jako paper-like display. To samo zdjęcie zostało wydrukowane dwukrotnie, po czym wycięto w nim otwór, w którym umieszczono smartfona. Po lewej stronie widać efekt zastosowania czujnika TCS3430 – balans bieli na wyświetlanej części fotografii został tak dopasowany do ciepłego światła otoczenia, że obraz niemal „zlewa się" z wydrukiem. Po prawej stronie analogiczny test, ale bez użycia kompensacji (https://t.ly/9dUXX)



Rysunek 16. Charakterystyka spektralna czujnika TCS3430 (https://bit.ly/3ZBId5M)

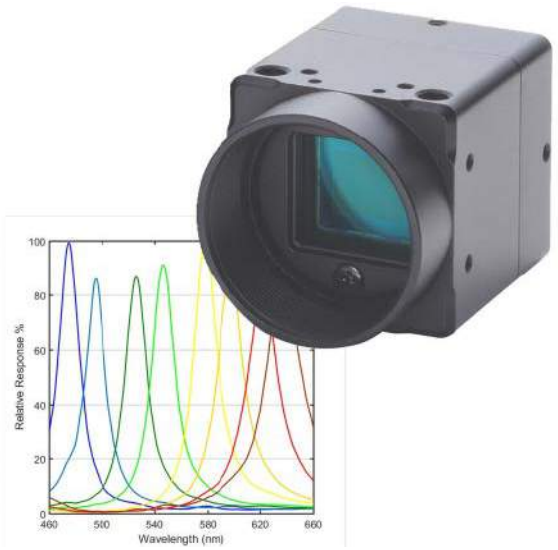
dodatkowych kanałach: WB (szerokopasmowym) oraz FD1 i FD2 (używanych do detekcji migotania, spowodowanego przez oświetlenie elektryczne). Pełną charakterystykę znormalizowanej czułości widmowej pokazano na **rysunku 14**.

Warto zwrócić uwagę na fakt, iż opisane wcześniej czujniki zawierały – oprócz kanałów RGB – także dodatkowe kanały określane mianem Clear lub Wideband, a obejmujące albo całe pasmo widzialne, albo także fragment widma bliskiej podczerwieni. Jedynym wyjątkiem był układ TCS3400, który oferował dodatkowy fotodetektor, czuły tylko i wyłącznie na ostro odgrodzony fragment pasma NIR.

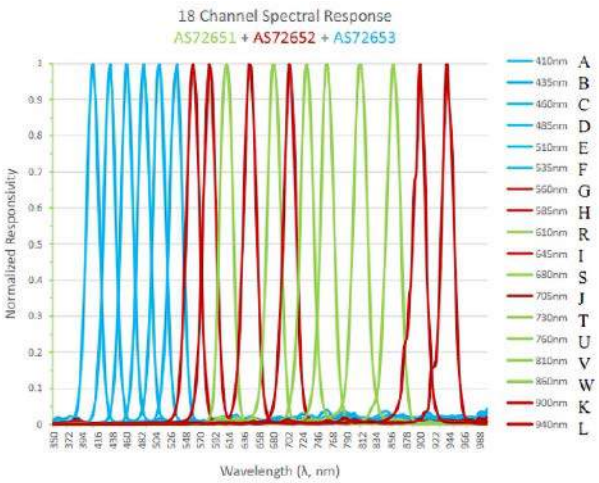
W przypadku czujnika TCS3430, przeznaczonego głównie do zaawansowanej korekcji barwnej ekranów urządzeń mobilnych (**rysunek 15**, **fotografia 6**), producent poszedł już w stronę znacznie bardziej zróżnicowanej charakterystyki widmowej. W układzie znalazły się bowiem aż dwa kanały mierzące podczerwień i to w różnych jej podpasmach, obejmujących w przybliżeniu zakresy 700...850 nm oraz 830...950 nm (przy czym wartości graniczne podano dla połowicznej czułości każdego z detektorów – **rysunek 16**). Można zatem uznać, że układ TCS3430 zahacza niejako już o kolejną kategorię sensorów optycznych – mowa o czujnikach multispektralnych.

Czujniki multispektralne VIS-IR

Czujniki multispektralne to wyspecjalizowana grupa sensorów optycznych, które zdolne są do pomiaru widma optycznego w poszczególnych, stosunkowo wąskich pasmach. Rzecz jasna, zwyczajowo



Fotografia 7. Kamera multispektralna MSC2-VIS8-1-A (https://bit.ly/3PvUTWY)



Rysunek 17. Wykres pokazujący nałożone na siebie charakterystyki spektralne czujników z serii AS7265x (https://bit.ly/46f9c9G)

eprasa.pl b722c3c0ae

nie zaliczamy do tej kategorii czujników RGB – pomimo iż częściowo pasują one do wspomnianej definicji, to mianem czujników multispektralnych nazywamy sensory o liczbie kanałów większej niż 3. Nie ma w tym zresztą nic dziwnego, zważywszy na fakt, iż określenie „multispektralny" jest także stosowane do systemów obrazowania, które mają dodatkowe pasma promieniowania elektromagnetycznego, oprócz standardowych trzech kanałów RGB (doskonałym przykładem może być zaawansowany model kamery 8-pasmowej MSC2-VIS8-1-A marki Spectral Devices – **fotografia 7**). Na szczęście, o ile kamery multispektralne stanowią jak na razie grupę urządzeń zdecydowanie mało przystępnych cenowo (choć doskonale rokujących pod względem zastosowań w rolnictwie, badaniach naukowych czy też konserwatorstwie zabytków), to prostsze czujniki wielokanałowe są dostępne od ręki i to za przysłowiowe grosze.



Fotografia 8. Moduł AS7265x Spectral Triad marki SparkFun (https://bit.ly/3rs0xSi)

Interesujące rozwiązanie w tym zakresie znów pochodzi ze stajni ams-OSRAM. Seria trzech układów AS72651, AS72652 oraz AS72653 umożliwia pomiar pasma widzialnego oraz bliskiej podczerwieni (VIS+IR) w zakresie od 410 nm aż do 940 nm, co ciekawe – w aż 18 (!) wąskich przedziałach spektrum (patrz **rysunek 17**). Doskonałą selektywność zapewniają nowoczesne filtry interferencyjne, naniesione w ramach specjalnej odmiany procesu CMOS bezpośrednio na poszczególne fotodiody. Taka technologia zapewnia doskonałą stabilność termiczną filtrów i zostawia daleko w tyle konwencjonalne filtry barwne, nanoszone w osobnych procesach technologicznych.



Fotografia 9. Widok czujnika AS7341 (https://bit.ly/3EXeo62)

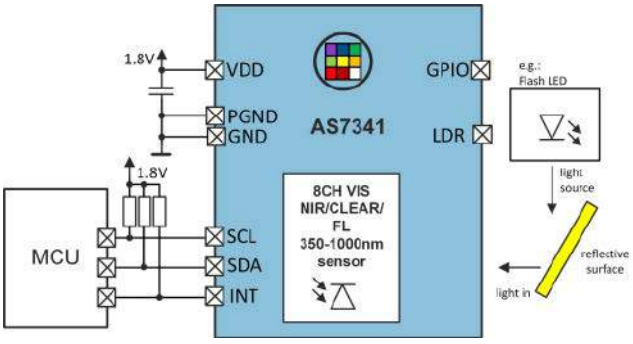
Podłączenie wszystkich trzech układów AS7265x na wspólnej szynie I²C daje możliwość bardzo prostej (pod względem sprzętowym) implementacji cyfrowego spektro(foto)metru – co zresztą zrealizowała firma SparkFun w ramach modułu o nazwie *AS7265x Spectral Triad* (**fotografia 8**) – znacznie ułatwiającego rozpoczęcie pracy z sensorami. O ile jednak komplet trzech czujników AS7265x prezentuje naprawdę obiecujące możliwości w rozmaitych obszarach aplikacyjnych, to praktyczna przydatność zastosowanego w module SparkFun ułożenia czujników zdaje się być wątpliwa. Wprawdzie przy odpowiednim zaprojektowaniu układu optycznego możliwa jest analiza wąskiej wiązki światła (np. w aplikacjach spektrofotometrycznych), jednak znacznie lepiej byłoby mieć… jeden czujnik, obejmujący kilkanaście pików widma. Na szczęście, inżynierowie ams-OSRAM opracowali i takie czujniki.

Układ AS7341 (**rysunek 18**, **fotografia 9**) zawiera już 11 kanałów, z czego 8 przypada na zakres pasma widzialnego, zaś trzy dodatkowe to detektor typu *Clear*, fotodioda podczerwieni oraz fotodioda do detekcji migotania (**rysunek 19**). Jeszcze ciekawiej prezentuje się 14-kanałowy czujnik AS7343 (**rysunek 20**), dostępny w takiej samej, fantastycznie kompaktowej obudowie o wymiarach zaledwie 3,1×2,0×1,0 mm. Charakterystykę spektralną AS7343 można obejrzeć na **rysunku 21**.

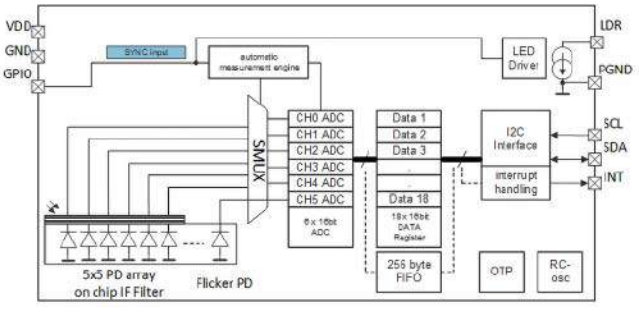
Czujniki specjalnego przeznaczenia

Wśród czujników opracowanych przez firmę ams-OSRAM znalazł się ciekawy model sensora, przeznaczonego do pomiarów promieniowania ultrafioletowego we wszystkich trzech pasmach, rozpatrywanych pod względem skutków biologicznych (UV-A, UV-B oraz UV-C). Układ AS7331 (**fotografia 10**) zawiera filtry doskonale rozdzielające badany fragment widma elektromagnetycznego (**rysunek 22**), co w połączeniu z bardzo wysoką czułością (2,38 nW/cm²) pozwala prowadzić dokładne pomiary UV w rozmaitych aplikacjach medycznych oraz przemysłowych.

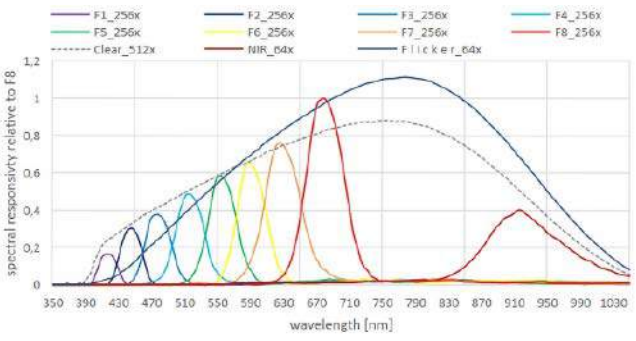
Innym przykładem niezwykle interesującego czujnika jest układ C13272-03 marki Hamamatsu (**fotografia 11**). Sensor umożliwia prowadzenie pomiarów podczerwieni w zakresie od 1550 do 1850 nm, co ciekawe – przy użyciu przestrajalnego filtru MEMS, opartego na topologii interferometru Fabry'ego-Perota. Schematyczny przekrój takiej



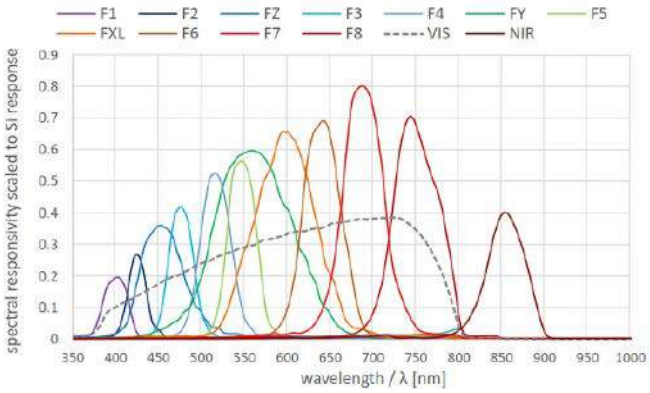
Rysunek 18. Schemat aplikacyjny czujnika AS7341 (https://bit.ly/3EXeo62)



Rysunek 20. Schemat blokowy czujnika AS7343 (https://t.ly/uDy9e)

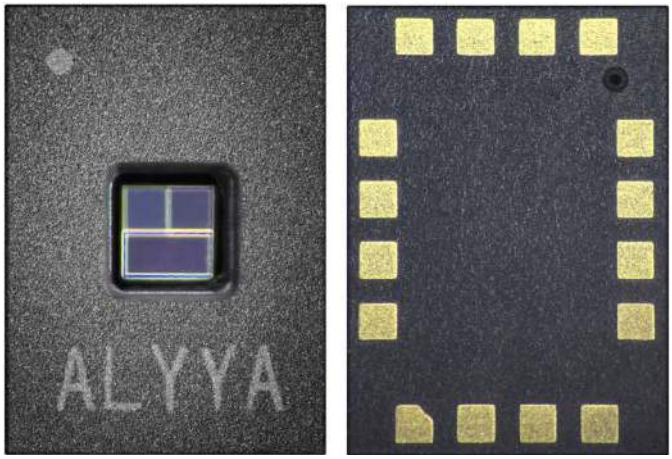


Rysunek 19. Charakterystyka widmowa czujnika AS7341, znormalizowana do kanału F8 (https://bit.ly/48C74ub)

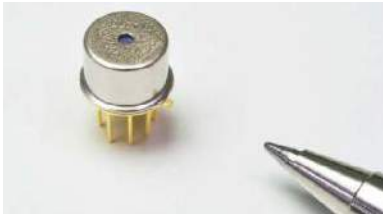


Rysunek 21. Charakterystyka spektralna czujnika AS7343 (https://t.ly/aFE4n)

eprasa.pl b722c3c0ae



Fotografia 10. Widok układu AS7331 (https://t.ly/SssIp)



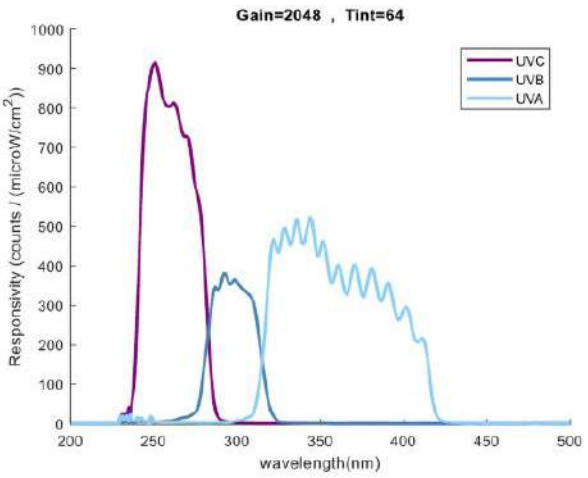
Fotografia 11. Przestrajalny czujnik C13272-03 marki Hamamatsu (https://t.ly/lurCs)

konstrukcji można zobaczyć na **rysunku 23** – dwa specjalne zwierciadła są umieszczone w pewnej odległości od siebie, przy czym szerokość szczeliny powietrznej jest przestrajana elektrostatycznie, czyli za pomocą napięcia, przyłożonego do obydwu luster. Rolę detektora, umieszczonego za filtrem MEMS-FPI, pełni fotodioda PIN, wykonana na bazie InGaAs.

Co ciekawe, analogiczna technologia znalazła już zastosowanie w budowie kamer hiperspektralnych, czego najlepszym dowodem może być moduł Monarch II PCB Multispectral Camera Module (**fotografia 12**), oferowany przez firmę Unispectral. Urządzenie umożliwia rejestrację wideo z rozdzielczością przestrzenną 1280×1024 px, przy czym dla każdego ustawienia filtru w zakresie 705...920 nm ±5 nm obraz jest przechwytywany w stosunkowo wąskim paśmie 40 nm ±10 nm. Warto dodać, że ten sam producent oferuje także moduł miniaturowego filtru MEMS-FPI – ColorIR™ – o zakresie spektralnym 688..938 nm. Wymiary modułu, pokazanego na **fotografii 13**, są imponujące – to zaledwie 3,4×3,4×1,25 mm (!).

Podsumowanie

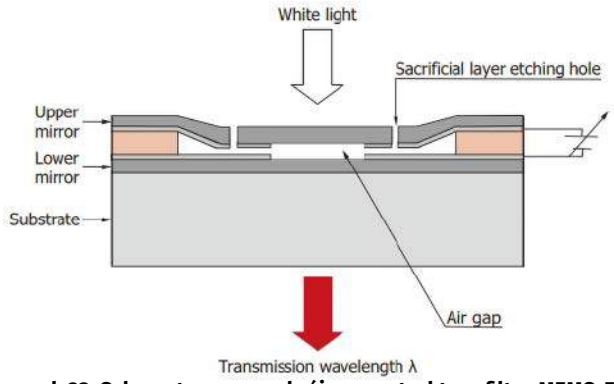
W artykule opisaliśmy przekrój aktualnej oferty czujników optycznych, przeznaczonych do pomiarów kolorymetrycznych oraz multispektralnych. Jak widać, szczytowe osiągnięcia monolitycznych



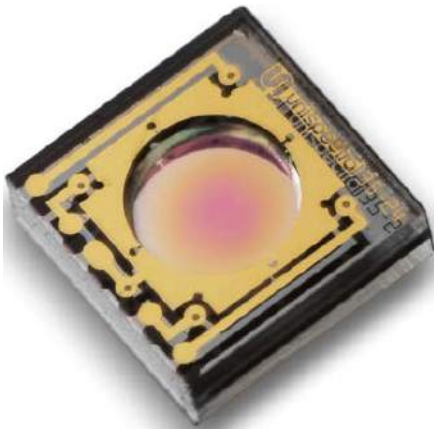
Rysunek 22. Charakterystyka widmowa czujnika AS7331 (https://t.ly/YxvIR)



Fotografia 12. Kamera multispektralna Monarch II marki Unispectral (https://t.ly/tsFo1)



Rysunek 23. Schematyczny przekrój przez strukturę filtru MEMS-FPI (https://t.ly/lurCs)



Fotografia 13. Przestrajalny filtr MEMS – ColorIR™ marki Unispectral (https://t.ly/Owkr9)

technik półprzewodnikowych pozwalają dziś z niebywałą dokładnością analizować widmową strukturę światła. Oprócz „przyziemnych" zastosowań (z myślą o których de facto powstała większość omówionych czujników), należy pamiętać także o wielu innych aplikacjach z zakresu przemysłu, medycyny czy badań naukowych. Z użyciem sensorów multispektralnych możemy wszak także analizować kolory powierzchni przedmiotów, barwę światła generowanego przez różne źródła (np. białe diody LED), czy też badać próbki roztworów w celu identyfikacji ich stężeń bądź składu materiałowego.

Opisem czujników kolorymetrycznych i multispektralnych kończymy nasz krótki cykl artykułów, poświęconych sensorom optycznym. Mamy nadzieję, że zaprezentowany materiał zainteresuje naszych Czytelników i skłoni ich do samodzielnych poszukiwań interesujących rozwiązań optoelektronicznych, często dostępnych „z półki" i to w naprawdę przystępnych cenach.

inż. Przemysław Musz, EP

eprasa.pl b722c3c0ae



Ładowanie Qi, które zapewnia pełne bezpieczeństwo

Standard Qi 1.3 wydany w 2021 r. w dużym stopniu przyczynia się do tego, że nowoczesne systemy ładowania bezprzewodowego są bezpieczniejsze dla urządzeń ładowanych. Nowe rozwiązania pozwalają wyeliminować ładowarki, które mogą uszkodzić lub nawet zniszczyć ładowane odbiorniki.

Wprowadzenie ładowania indukcyjnego Qi zajęło sporo czasu, ponieważ pojawienie się nowych technologii było hamowane przez przeciwstawne podejścia. Tak więc, chociaż standard Qi został wprowadzony po raz pierwszy w 2010 roku, minęło kolejnych pięć lat, zanim stał się popularny. Od tego czasu konsorcjum Wireless Power Consortium wprowadziło znaczące ulepszenia Qi, ale dopiero na początku 2021 roku konsorcjum dodało protokół umożliwiający producentom urządzeń obsługujących Qi weryfikację tożsamości ładowarek i ich zgodności ze specyfikacją Qi. Ta funkcja jest prawdopodobnie najważniejszą nową funkcją Qi 3.1, ponieważ może wyeliminować ładowarki, które mogą uszkodzić lub nawet zniszczyć ładowane produkty.

Zapewnienia uwierzytelnienia

Specyfikacja Qi 1.3 w szczególności wymaga od producentów ładowarek uwzględnienia infrastruktury klucza publicznego (PKI – *Product Unit Certificates*) zwanej „certyfikatami jednostek produktu". Musi być ona wbudowana w ładowarki bezprzewodowe, aby umożliwić im uwierzytelnianie za pomocą smartfonów.

Wbudowana funkcja klucza bazuje na najpewniejszym, a jednocześnie podstawowym sposobie zapewnienia uwierzytelnienia – bezpiecznego układu, który przechowuje krytyczne informacje oddzielnie od głównego procesora urządzenia (**rysunek 1**). Bardzo utrudnia to ominięcie mechanizmów bezpieczeństwa i oferuje niezależne komponenty o odpowiednich możliwościach, mocy obliczeniowej oraz pamięci, a nie jakiekolwiek współdzielone zasoby.

Bezpieczne układy nie są czymś nowym i były stosowane w różnych aplikacjach, od Internetu Rzeczy, po karty kredytowe oraz systemy płatności i handlu kryptowalutami. Na przykład komunikacja bliskiego zasięgu (NFC), obecnie szeroko stosowana w inteligentnych płatnościach, od 2009 r. bazuje na bezpiecznych układach, a od 2019 r. prawie każdy smartfon ma zintegrowane bezpieczne komponenty, więc dodanie tej technologii do ładowania bezprzewodowego nie było problemem.

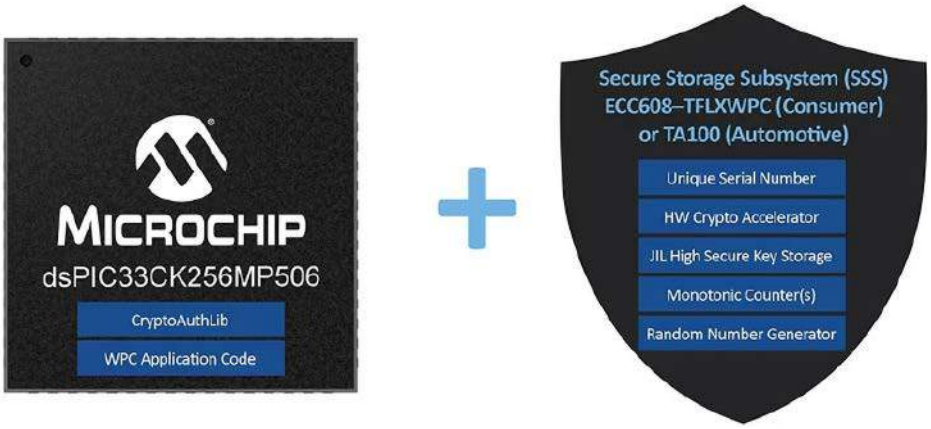
Jak to działa?

Proces uwierzytelniania jest złożony, ale odbywa w sposób zautomatyzowany, bez interwencji człowieka, w czasie krótszym niż sekunda. Telefon jest odbiornikiem i może być umieszczony na ładowarce, zwanej w specyfikacji nadajnikiem. Standard Qi 1.3

eprasa.pl b722c3c0ae

wymaga uwierzytelniania jednokierunkowego, co oznacza, że nadajnik musi kryptograficznie udowodnić telefonowi komórkowemu, że jest urządzeniem zaufanym i uznawanym za bezpieczny element ekosystemu WPC.

W przypadku braku uwierzytelnienia telefon albo całkowicie odrzuca ładowanie, albo częściej ogranicza akceptowaną moc ładowania do 5 W zamiast 15 W, co powoduje powolne ładowanie. Biorąc pod uwagę, że większość telefonów komórkowych, na których działa kilka aplikacji jednocześnie, takich jak nawigacja i strumieniowe przesyłanie muzyki, zużywa więcej energii niż ładowanie 5 W, będzie to powodować pogorszenie komfortu użytkowania. Może to negatywnie wpłynąć na ogólną reputację marki producenta ładowarek.



Rysunek 1. Wbudowana funkcja klucza wymaga bezpiecznego układu, który przechowuje krytyczne informacje oddzielnie od głównego procesora urządzenia

Secure Storage Subsystem

Bezpieczne uwierzytelnianie to nie tylko algorytmy – obejmuje bezpieczny proces produkcyjny w połączeniu ze specyficznym komponentem bezpieczeństwa zapewniającym spersonalizowany podsystem bezpiecznego przechowywania – SSS (*Secure Storage Subsyste*m), który jest powszechnie nazywany bezpiecznym układem do przechowywania kluczy.

Zagłębiając się w ten proces – telefon zażąda od ładowarki certyfikatu i podpisu, aby zweryfikować, czy jest to produkt z certyfikatem WPC z kluczem prywatnym. W odpowiedzi ładowarka „podpisze" żądanie wydane przez telefon, potwierdzając zgodność certyfikatu bez ujawnia go. Standard Qi 1.3 wymaga, aby klucz prywatny był przechowywany i chroniony przez certyfikowany system SSS. Zarówno algorytm podpisu cyfrowego ECDSA, jak i klucz prywatny muszą znajdować się w tej samej fizycznej, bezpiecznej przestrzeni, aby zapewnić zaufane uwierzytelnianie.

Jeśli klucz prywatny znajduje się gdziekolwiek indziej niż w SSS, to nie ma gwarancji jego bezpieczeństwa. Jak wspomniano w specyfikacji, SSS musi udowodnić swoją solidność, aby chronić klucze kryptograficzne. Na tym właśnie polega system punktacji i oceny JIL (*Joint Interpretation Library*), powszechnie uznawany w społeczności Common Criteria. Koncentruje się na ocenie bezpieczeństwa przechowywania klucza urządzenia półprzewodnikowego, zwanego ogólnie bezpiecznym układem. Ocena podatności JIL jest analizowana w ramach większej oceny EAL. Aby osiągnąć określony poziom EAL, urządzenie musi spełniać odpowiedni poziom JIL.

Elementy zabezpieczone mikrochipem (lub SSS w kategoriach WPC) zalecane dla ładowarek Qi 1.3 spełniają najwyższą ocenę JIL z poziomem JIL „Wysoki". Poniżej znajdują się niektóre kryteria decydujące o ocenie JIL:

- Ile czasu potrzeba na złamanie algorytmu?
- Jaki poziom umiejętności musi posiadać atakujący?
- Jaka wiedza na temat celu (TOE) jest potrzebna, aby przeprowadzić skuteczny atak?
- Jak trudno jest zdobyć próbki TOE i ile ich potrzeba?
- Jaki rodzaj sprzętu jest potrzebny do udanego ataku?

Z technicznego punktu widzenia ładowarka zawierająca SSS wykona operację podpisu w odpowiedzi na żądanie wysłane przez telefon. Jest to proste, jednokierunkowe uwierzytelnianie od telefonu do ładowarki. Ładowarka nie uwierzytelnia telefonu.

Zanim ładowarka będzie mogła trafić do sprzedaży, wymagane są inne kroki mające na celu ochronę poziomu zaufania podczas produkcji ładowarki, w celu wyeliminowania narażenia bezpieczeństwa kluczy prywatnych. Aby utworzyć łańcuch zaufania, wszystkie klucze prywatne muszą znajdować się w bezpiecznym module sprzętowym (HSM) w zakładach produkcyjnych lub w SSS w ładowarce. Następnie konieczne jest określenie, w jaki sposób są one generowane, przechowywane i łączone ze sobą. Osiąga się to poprzez proces, który WPC nazywa „kluczową ceremonią". Po zakończeniu łańcuch zaufania jest ustanawiany kryptograficznie bez kontaktu z zewnętrznymi producentami kontraktowymi lub stronami trzecimi. W rezultacie powstaje bezpieczne połączenie pomiędzy WPC, telefonem i ładowarką.

Ekosystem certyfikacji

Proces certyfikacji może być zniechęcający dla wszystkich zaangażowanych osób, od producentów mikrokontrolerów po same ładowarki, ponieważ łańcuch zaufania wymaga udziału każdego z nich. Aby temu zaradzić, firma Microchip, jako jedna z pierwszych firm, połączyła wszystkie elementy tego procesu, aby pomóc projektantom w opracowywaniu produktów bez konieczności polegania na wielu źródłach. Podejście firmy, zwane platformą zaufania, oferuje wdrożenie bezpiecznych elementów firmy w celu skrócenia czasu wprowadzenia produktu na rynek (**rysunek 2**).



Rysunek 2. Proces certyfikacji może być zniechęcający, dlatego firma Microchip połączyła wszystkie elementy tego procesu

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 3. Microchip posiada licencję WPC i oferuje wstępnie skonfigurowane rozwiązania podsystemów bezpiecznej pamięci masowej, które zmniejszają złożoność projektów

Microchip posiada licencję WPC i oferuje wstępnie skonfigurowane rozwiązania podsystemów bezpiecznej pamięci masowej, które zmniejszają złożoność i czas programowania. Zmniejsza także techniczną barierę wejścia, obsługując całą ceremonię klucza z głównym urzędem certyfikacji WPC. Działa jako kompletny certyfikowany projekt referencyjny, obejmujący MCU aplikacji, stos oprogramowania Qi 1.3, podsystemy bezpiecznej pamięci masowej z obsługą biblioteki kryptograficznej oraz usługi udostępniania zarówno dla zastosowań motoryzacyjnych, jak i konsumenckich (**rysunek 3**).

Platforma Trust to rodzina wstępnie skonfigurowanych lub w pełni konfigurowalnych bezpiecznych elementów. Poświadczenia są generowane wewnątrz granic każdego bezpiecznego elementu poprzez wykorzystanie firmowych bezpiecznych modułów sprzętowych (HSM), które są instalowane w fabrykach Microchipa. Urządzenia są również wyposażone w narzędzia do projektowania sprzętu i oprogramowania, dzięki którym tworzenie prototypów jest łatwe i szybkie.

Podsumowanie

Wszystko to może wydawać się nieco przesadzone w przypadku pozornie przyziemnego urządzenia, takiego jak ładowarka, ale rynek jest wypełniony setkami różnych ładowarek, a aż do Qi 1.3 nigdy nie było skutecznego sposobu sprawdzenia, czy są to produkty wysokiej jakości, czy po prostu śmieci, które mogą nie tylko uszkodzić urządzenie docelowe (smartfon), ale wywołać jeszcze gorsze skutki. Na przykład, jeśli ładowarka jest zainstalowana w pojeździe, nieprawidłowe działanie może mieć wpływ nie tylko na smartfon, ale na jakąś część samego pojazdu. Ten poziom bezpieczeństwa był oczekiwany od dawna, ale przyniesie korzyści wszystkim zaangażowanym, a zwłaszcza konsumentom.

Xavier Bignalet,
kierownik ds. marketingu produktów w jednostce biznesowej Secure Product Group w firmie Microchip Technology
www.microchip.com/WPC13

REKLAMA



eprasa.pl b722c3c0ae

Nowoczesne obudowy do automatyki domowej i przemysłowej



Firma Italtronic specjalizuje się w projektowaniu i produkcji obudów plastikowych do elektroniki, oferując zarówno rozwiązania standardowe, jak i szyte na miarę, spełniające najwyższe oczekiwania. Rozwiązania, które projektuje i produkuje, są efektem woli przekazania klientom całej doskonałości ich produktów.

Dogłębna wiedza na temat tworzyw sztucznych, umiejętność interpretacji wymagań rynku i reagowania na najbardziej specyficzne potrzeby codziennie motywuje Italtronic jako lidera w branży. Od najmniejszego pojemnika po najbardziej złożone panele, od rozwiązań standardowych po projekty dostosowane do indywidualnych potrzeb, Italtronic dba o każdy etap produkcji, aż do najdrobniejszych szczegółów, aby zapewnić zawsze najwyższą jakość.

Obudowy Italtronic

Italtronic jest liderem pod względem liczby i rozmiarów obudów na szynę DIN. Model RAILBOX VERTICAL & MULTILEVEL to wyjątkowa i innowacyjna obudowa zaprojektowana tak, aby nadać produktowi nowy, estetyczny i wysoce technologiczny wygląd (**rysunek 1**). RAILBOX VERTICALE MULTILEVEL jest przeznaczona do montażu urządzeń elektronicznych na szynie DIN. Obudowa jest montowana pionowo, co pozwala zaoszczędzić miejsce. Wychodząc naprzeciw wymaganiom aplikacji, zaprojektowano różne rozmiary modułowe – od 17,5 mm do 45 mm grubości.

Kolejną gamą produktów Italtronic są obudowy panelowe. Model INCABOX to obudowa do montażu panelowego urządzeń elektronicznych (**rysunek 2**). Jest przeznaczona do zastosowania ze sprzętem obróbczym i może być montowana na panelu przednim elektrycznego układu sterowania. Została zaprojektowana i wyprodukowana zgodnie z normą IEC 61554 (DIN 43700), a jej przednia rama stanowi zintegrowaną, formowaną część głównego korpusu obudowy, natomiast tylna rama jest wkładana za pomocą mechanizmu zatrzaskowego.

Model Eyebox wyraża nową granicę, łącząc przemysłowy świat automatyki z projektowaniem elementów technologicznych, zwiększając personalizację do tego stopnia, że jest ona ekskluzywna. Nowa koncepcja umożliwia użytkownikowi interakcję w funkcjonalny i wygodny sposób: dzięki umiejętnemu połączeniu technologii i designu. Doświadczenie Italtronic pozwoliło włączyć do oferty wiele wersji, które mogą dać początek szerokiej gamie dostosowywanych rozwiązań. Kolorów i detali do wyboru jest dużo, a pełna personalizacja frontu lub obrotowej nakrętki pierścieniowej pozwala uzyskać mnóstwo produktów o wielu unikalnych funkcjach.



Rysunek 1. wyjątkowe i innowacyjne obudowy serii RAILBOX VERTICAL & MULTILEVEL (https://tiny.pl/c5hc4)

APAR®

Więcej informacji – oficjalny dystrybutor w Polsce:
APAR Control sp. z o. o.
05-090 Raszyn, ul. Gałczyńskiego 6
e-mail: obudowy-zlacza@apar.pl
tel. +48 22 101-27-31, www.apar.pl/kontakt.html

To tylko część obudów Italtronic. W ofercie firmy są także inne wykonania, do zapoznania się z nimi gorąco zachęcamy – https://eng.italtronic.com/products/.

Sample i fastTRONIC

Oferujemy darmowe próbki do projektów, przy zachowaniu niezwykle szybkiego czasu realizacji i bezpłatnej wysyłki. Oprócz darmowych próbek oferujemy usługę fastTRONIC, która polega na dostarczeniu produktów z obróbką CNC i/lub nadrukiem cyfrowym w ciągu szóstego dnia od daty zamówienia – https://eng.italtronic.com/premium-services/.

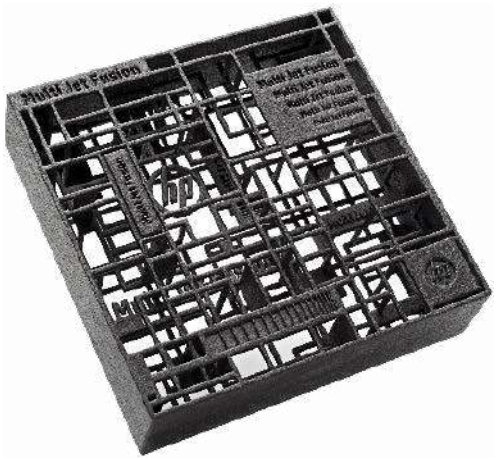


Rysunek 2. Obudowa do montażu panelowego z serii INCABOX (https://tiny.pl/c5hcl)

eprasa.pl b722c3c0ae

Tworzenie innowacyjnych projektów w technologii Multi Jet Fusion

Zmiany technologiczne od początku towarzyszą rozwojowi branży druku 3D. Mimo znacznego zaawansowania, procesy tego typu cały czas są doskonalone i rozwijane w wielu kierunkach. Druk 3D kojarzyć może się nam głównie z najbardziej popularną technologią FDM, jednakże na rynku występuje wiele innych, a co jakiś czas pojawiają się nowe. Jedną z obecnie najbardziej zaawansowanych i obiecujących metod druku przemysłowego jest technologia Multi Jet Fusion (MJF). W poniższym artykule zgłębimy tę fascynującą technologię, rozpoczynając od krótkiego rysu historycznego i opisu działania MJF, aby przejść do opisu wad oraz zalet tej technologii.



Druk 3D wprowadził ogromną rewolucję w dziedzinie produkcji i projektowania. Technologia ta nieustannie rozwija się, przynosząc coraz nowsze techniki i metody. Szybkie prototypowanie (*rapid prototyping*) – bardzo obecnie popularna koncepcja pracy projektowej – jest inherentnie związane z technologią druku 3D, a sama technologia druku 3D jest nieodłącznym narzędziem w procesie szybkiego prototypowania – umożliwia przyspieszenie i usprawnienie samego procesu i zapewnia wiele innych korzyści.

Rapid prototyping to metodologia pozwalająca na tworzenie fizycznych modeli części lub produktów na podstawie danych projektowych z komputera. Celem tego procesu jest umożliwienie projektantom, inżynierom i twórcom prototypów łatwego eksperymentowania z różnymi koncepcjami, weryfikowanie ich funkcjonalności oraz przyspieszenie rozwoju produktów. Ostatecznym celem jest stworzenie prototypu, który może być dokładnym odwzorowaniem docelowego produktu.

Połączenie paradygmatu szybkiego prototypowania i druku 3D stanowi potężne narzędzie, które wspiera innowacyjność, przyspiesza proces projektowania produktów i zmniejsza koszty rozwoju prototypów. Dlatego też są one ściśle ze sobą związane i stanowią integralną część współczesnego procesu projektowego i inżynieryjnego. Nie oznacza to jednak, iż rozwój tych technologii zatrzymał się. Cały czas technologie druku 3D są usprawniane i pojawiają się również zupełnie nowe metody druku.

Multi Jet Fusion

Jedną z tych nowych technik druku 3D jest właśnie Multi Jet Fusion (MJF). Ta zupełnie nowa technologia integruje w sobie elementy druku SLS (*Selective Laser Sintering* – selektywne spiekanie laserowe) oraz… drukarek atramentowych. W poniższym artykule zgłębimy tę fascynującą technologię, która zdobywa coraz większą popularność w świecie przemysłu dzięki swoim wyjątkowym możliwościom, pozwalającym na tworzenie trwałych komponentów o precyzyjnych parametrach i skomplikowanych kształtach.

Multi Jet Fusion to nie tylko kolejny etap w ewolucji druku 3D. Niektórzy wskazują, że to wręcz przełom w podejściu do produkcji części i prototypów. Dzięki unikalnym procesom i możliwościom tej technologii otwierają się przed nami nowe horyzonty w projektowaniu i wytwarzaniu. W dalszej części artykułu przyjrzymy się, jak działa technologia Multi Jet Fusion, a także, jakie są jej kluczowe zalety i zastosowania oraz jakie są powody tego, że jest ona coraz częściej wybierana przez coraz więcej firm i inżynierów na całym świecie.

Zasada działania

MJF cechuje się pewnym podobieństwem do druku w technologii SLS. Druk 3D w tej technologii do tworzenia trójwymiarowych przedmiotów wykorzystuje laser o relatywnie dużej mocy i materiał w postaci proszku. Jak w innych metodach druku 3D model jest dzielony na cienkie, poziome warstwy. Na stół roboczy jest równomiernie rozprowadzany materiał w postaci proszku. Laser jest precyzyjnie kierowany na wybrane obszary warstwy proszku. Energia dostarczana przez laser jest na tyle duża, że powoduje stopienie lub spiekanie cząstek proszku, ale tylko w tych obszarach, które są naświetlane zgodnie z modelem 3D. Po zakończeniu działania lasera na danej warstwie stół opuszcza się o jedną warstwę niżej, a proces się powtarza. Dzięki temu obiekt powstaje warstwa po warstwie ze stopionego proszku.

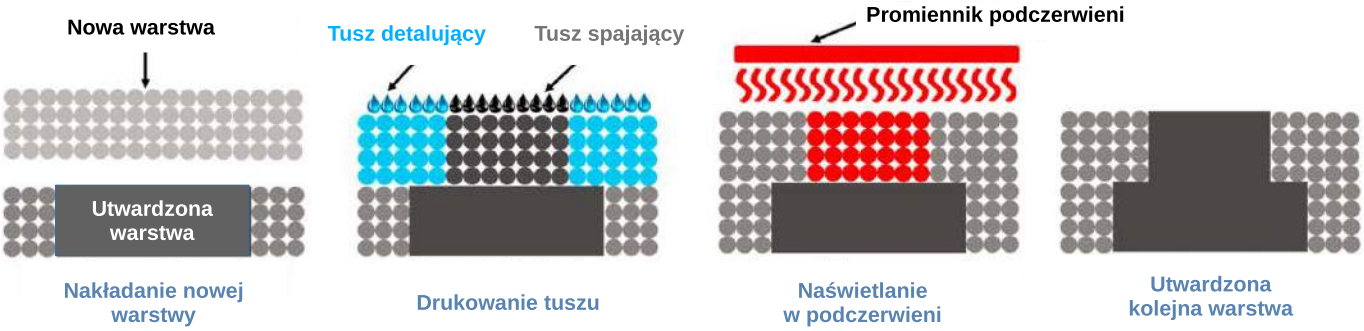
Technologia Multi Jet Fusion również realizuje drukowanie 3D z zastosowaniem proszku i ogrzewanej komory, która może być w całości użyta do tworzenia części – nie ma potrzeby stosowania dodatkowych podpór, jak to ma miejsce w przypadku innych procesów druku 3D. Tam, gdzie technologia SLS korzysta z lasera do spajania poszczególnych warstw proszku, MJF stosuje element grzewczy pracujący w podczerwieni (w postaci prostej nagrzewnicy, oświetlającej szeroki obszar) wraz ze specjalnymi tuszami, rozpylanymi za pomocą głowic, podobnych do tych, jakie znajdują się w drukarce atramentowej.

System rozpyla dwa rodzaje tuszów – spajający i tzw. detalujący. W miejscu, gdzie rozpylony został tusz spajający, podgrzane przez lampę podczerwoną drobinki spajają się. Tusz detalujący natomiast pełni kilka funkcji w systemie. Od niego zależy powierzchnia drukowanego elementu. Schematycznie proces ten pokazano na **rysunku 1**. Tusz spajający zwiększa absorpcję materiału w podczerwieni, co powoduje, że w tym miejscu materiał pochłania więcej promieniowania z lampy podczerwonej, która naświetla warstwę po naniesieniu tuszów. Dzięki temu w tym miejscu zwiększa się temperatura do poziomu, który pozwala na trwałe połączenie się roztopionych drobinek – w ten sposób powstaje kolejna warstwa drukowanego detalu.

Podstawową rolą tuszu detalującego jest zapewnienie, żeby drobinki otaczające spajany obszar nie połączyły się z drukowanym detalem. Podczas naświetlania warstwy tusz detalujący pochłania ciepło i odparowuje, dzięki temu chłodząc sam materiał. Zapewnia to ostre, dobrze zdefiniowane krawędzie drukowanego elementu i ułatwia jego odseparowanie od pozostałego materiału.

Następnie, po spojeniu proszku w danej warstwie, nanoszona jest kolejna warstwa proszku. Złoże, czyli objętość, w której znajduje się

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 1. Przebieg procesu drukowania w technologii Multi Jet Fusion

– zakopany w sproszkowanym materiale – drukowany detal, jest opuszczane o zaprogramowaną grubość warstwy – typowo pomiędzy 0,08 mm a 0,12 mm – a specjalna skrobaczka przesuwa się nad złożem, równomiernie pokrywając je świeżą warstwą proszku z podajnika. Po tym cykl drukowania i nagrzewania promiennikiem podczerwieni powtarza się.

Zalety technologii MJF

Jedną z głównych zalet technologii SLS jest jej zdolność do tworzenia obiektów o skomplikowanych i swobodnych kształtach, bez konieczności stosowania dodatkowych struktur podtrzymujących w trakcie drukowania. Dodatkowo, drukowane obiekty są wyjątkowo trwałe i odporne na obciążenia mechaniczne. Analogicznie jest z drukiem MJF, który „dziedziczy" po SLS wszystkie swoje podstawowe własności.

Technologia druku 3D Multi Jet Fusion ma wiele innych zalet, które przyczyniają się do jej rosnącej popularności w różnych dziedzinach. Oto główne zalety druku MJF w porównaniu do druku SLS (*Selective Laser Sintering*) i FDM (*Fused Deposition Modeling*):

1. **Szybkość produkcji** – technologia druku MJF jest znacznie szybsza niż SLS i FDM. Proces polega na nanoszeniu warstw materiału za pomocą głowic drukujących, co pozwala na szybsze tworzenie części.
2. **Wysoka rozdzielczość** – technologia druku MJF oferuje na ogół wyższą rozdzielczość i precyzję druku, co pozwala na tworzenie części o dokładnych detalach i gładkich powierzchniach. To, co ogranicza druk, to rozdzielczość głowicy drukującej, a ta wynosi 80 µm w większości systemów (dla porównania – drukarki FDM osiągają od 50 do 500 µm, przy czym większość tańszych drukarek jest klasyfikowana do tej drugiej wartości).
3. **Brak konieczności stosowania podpór** – w przeciwieństwie do druku FDM czy żywicowego, MJF nie wymaga stosowania podpór podczas procesu drukowania. To oznacza, że nie ma potrzeby usuwania podpór po druku, co oszczędza czas i pracę, a także pozwala zredukować ilość materiału potrzebnego do druku.
4. **Szeroki wybór materiałów** – MJF pozwala na wytwarzanie detali z różnorodnych materiałów, o różnych właściwościach funkcjonalnych i kolorach. To sprawia, że jest bardziej wszechstronny niż FDM i oferuje większą elastyczność w zakresie wyboru materiału.
5. **Wyjątkowe właściwości materiałów** – druk MJF pozwala na produkcję części z wyjątkowymi właściwościami, takimi jak elastyczność, odporność na wysoką temperaturę lub przewodnictwo cieplne, dzięki dodatkom zawartym w tuszach detalujących. Dodatkowo, wydruki MJF mają w pełni izotropowe własności mechaniczne – ich wytrzymałość jest tak samo wysoka w każdym kierunku.
6. **Wysoka jakość wykończenia** – technologia ta oferuje bardzo dobre wykończenie powierzchni, co sprawia, że drukowane części wyglądają estetycznie i nie wymagają dodatkowej obróbki. Dodatkowo, zastosowanie różnych tuszy pozwala uzyskać różne efekty na powierzchni.
7. **Zastosowania w prototypowaniu i produkcji** – MJF jest używane zarówno do tworzenia prototypów, jak i produkcji elementów ostatecznych produktów. Oferuje drukowane elementy o wysokiej jakości, które nadają się do użytku końcowego.
8. **Oszczędność kosztów** – druk MJF jest efektywny kosztowo, zwłaszcza w produkcji średnich i dużych serii, dzięki wysokiej szybkości produkcji i wydajności materiałów.

REKLAMA

SEMICON®

ELMA
Your Solution Partner

Szeroki obszar zastosowań obudów
COMPACT CASE 20

Obudowy zostały zaprojektowane głównie z myślą o nowoczesnej aparaturze pomiarowej, testerach, sterownikach i urządzeniach serwisowych



Projektanci mogą użyć tego rozwiązania w sprzęcie: laboratoryjnym, medycznym, aplikacjach audio, oraz urządzeniach mobilnych stosowanych przede wszystkim w sektorze transportu

Motto brzmi:
Keep it smart and simple

Kompaktowych rozmiarów obudowy stanowią indywidualne rozwiązanie, gdzie ważna jest atrakcyjność i rozsądny rachunek ekonomiczny



Adaptacja do potrzeb Klienta dla odpowiednich ilości jest od wielu lat podstawową specjalizacją firmy ELMA

Nasz wieloletni dostawca, szwajcarska firma ELMA, udostępnił Klientom bardzo pomocny zestaw narzędzi do projektowania szerokiej gamy obudów dla urządzeń elektronicznych. Gorąco zachęcamy do odwiedzenia stale rozbudowywanej strony internetowej www.elma.com/en/capabilities/services/configurators

Innowacyjne produkty
Innowacyjne technologie

Semicon Sp. z o.o. | ul. Zwoleńska 43/43A, 04–761 Warszawa
tel. 22 615 73 71 | www.semicon.com.pl | zamowienia@semicon.com.pl



Rysunek 2. Przykład elementu wydrukowanego w technologii Multi Jet Fusion w kolorze

Rodzaje drukowanych materiałów

Technologia Multi Jet Fusion pozwala na drukowanie z użyciem szerokiej gamy tworzyw. Główne materiały, jakie stosowane są w druku MJF, to:

- Nylon PA12,
- Nylon PA12 wzmacniany szklanymi mikrosferami,
- Nylon PA11,
- Polipropylen,
- Poliamidy.

Dodatkowo, dostępna jest pewna liczba specjalnych, elastycznych materiałów, takich jak:

- TPU – termoplastyczny poliuretan,
- TPA – termoplastyczne amidy.

Kilka firm (BASF, HP, Evonik, Lubrizol) produkuje ww. materiały, dlatego mogą one różnić się pomiędzy sobą parametrami gotowych detali.

Druk w kolorze?

Dzięki możliwości zastosowania różnych tuszy jednocześnie w drukarkach MJF możliwy stał się druk w kolorze. Wystarczy, że jeden z tuszy zastąpi się trzema, w trzech, komplementarnych kolorach. Istotnie zwiększa to elastyczność tej technologii. Na **rysunku 2** pokazano przykładowy wydruk MJF w kolorze.

Tusz detalujący (lub funkcjonalny) odgrywa kluczową rolę w technologii druku 3D MJF. Rola tuszu detalującego jest związana z nadawaniem ostatecznym produktom pożądanych właściwości i wykończenia. Główne funkcje tuszu detalującego w druku MJF to:

- **Nadawanie koloru i tekstury wykończenia** – tusz detalujący może zawierać różne dodatki, takie jak barwniki, które nadają ostatecznym produktom kolor oraz estetyczne i wizualne wykończenie. Dzięki temu tusz detalujący pozwala na drukowanie przedmiotów w różnych kolorach i teksturach, co jest przydatne w przypadku produkcji prototypów ostatecznych produktów lub elementów zewnętrznych.
- **Nadawanie właściwości funkcjonalnych** – tusze detalujące mogą zawierać dodatki mające wpływ na właściwości ostatecznych produktów. Na przykład, można dodać materiały, które nadają przedmiotom elastyczność, odporność na wysoką temperaturę lub inne właściwości. To pozwala na dostosowanie wydrukowanych elementów do konkretnych zastosowań.
- **Wytwarzanie struktury** – tusz detalujący może być używany do tworzenia struktury wewnętrznej lub mikrostruktury na powierzchni drukowanego elementu. Jest to przydatne do uzyskania określonych właściwości, takich jak mała waga, zwiększona wytrzymałość mechaniczna lub przewodnictwo cieplne.
- **Drukowane oznaczenia i etykiety** – tusz detalujący może być użyty do nanoszenia oznaczeń, etykiet lub informacji na wydrukowanych częściach. To jest przydatne w przypadku produkcji elementów z oznaczeniami, takimi jak numery seryjne, kody kreskowe czy logo firmy.
- **Podkreślenie detali** – tusze detalujące pozwalają na podkreślenie drobnych detali i tekstur na powierzchni drukowanych elementów. Dzięki temu można uzyskać wysoce szczegółowe modele 3D.

Podsumowując, tusz detalujący w druku MJF to kluczowy element procesu, który pozwala dostosować wydrukowane części do określonych potrzeb, nadając im kolor, właściwości funkcjonalne teksturę i inne cechy. Dzięki temu technologia MJF może być wszechstronna i przydatna w wielu różnych zastosowaniach, od prototypowania po produkcję elementów do finalnych produktów.

Wady i problemy techniczne

Druk 3D z użyciem Multi Jet Fusion nie rozwiązuje wszystkich problemów. Główne wady techniki MJF to:

- ograniczona jakość druku – warstwy są często widoczne na obiekcie, a żeby uzyskać gładką powierzchnię, konieczne jest szlifowanie po wydrukowaniu;
- wysokie koszty produkcji – w technologii druku FDM koszty materiałów w minimalny sposób wpływają na ogólny koszt produkcji komponentów (z głównymi wyjątkami – jeżeli chodzi o produkcję nietypowych obiektów lub obiektów o zwisających kształtach);
- długi czas produkcji – druk MJF to jedna z najbardziej czasochłonnych technologii druku w przemyśle. Drukowanie elementów 3D czasem trwa nawet kilka dni.

Podsumowanie

W artykule omówiono zaawansowaną technologię druku 3D, znaną jako Multi Jet Fusion (MJF). Charakteryzuje się ona wysoką jakością wydruków i możliwością produkcji skomplikowanych elementów. Proces druku MJF polega na aplikowaniu cienkich warstw proszku polimerowego, które są następnie zespalane przy użyciu energii cieplnej i promieniowania podczerwonego, których przepływ w złożu spajanego materiału regulowany jest za pomocą specjalnych tuszy, nanoszonych na warstwy.

Wartościową cechą tej technologii jest możliwość drukowania bez konieczności stosowania dodatkowych podpór, co zwiększa efektywność produkcji. Druk MJF cechuje się wysoką precyzją, umożliwia tworzenie delikatnych detali i ma zdolność do produkcji elementów o skomplikowanych kształtach. Dodatkowo, dzięki możliwości użycia kolorowych tuszów możliwe jest drukowanie kolorowych detali czy też modyfikacja tekstury powierzchni drukowanego elementu.

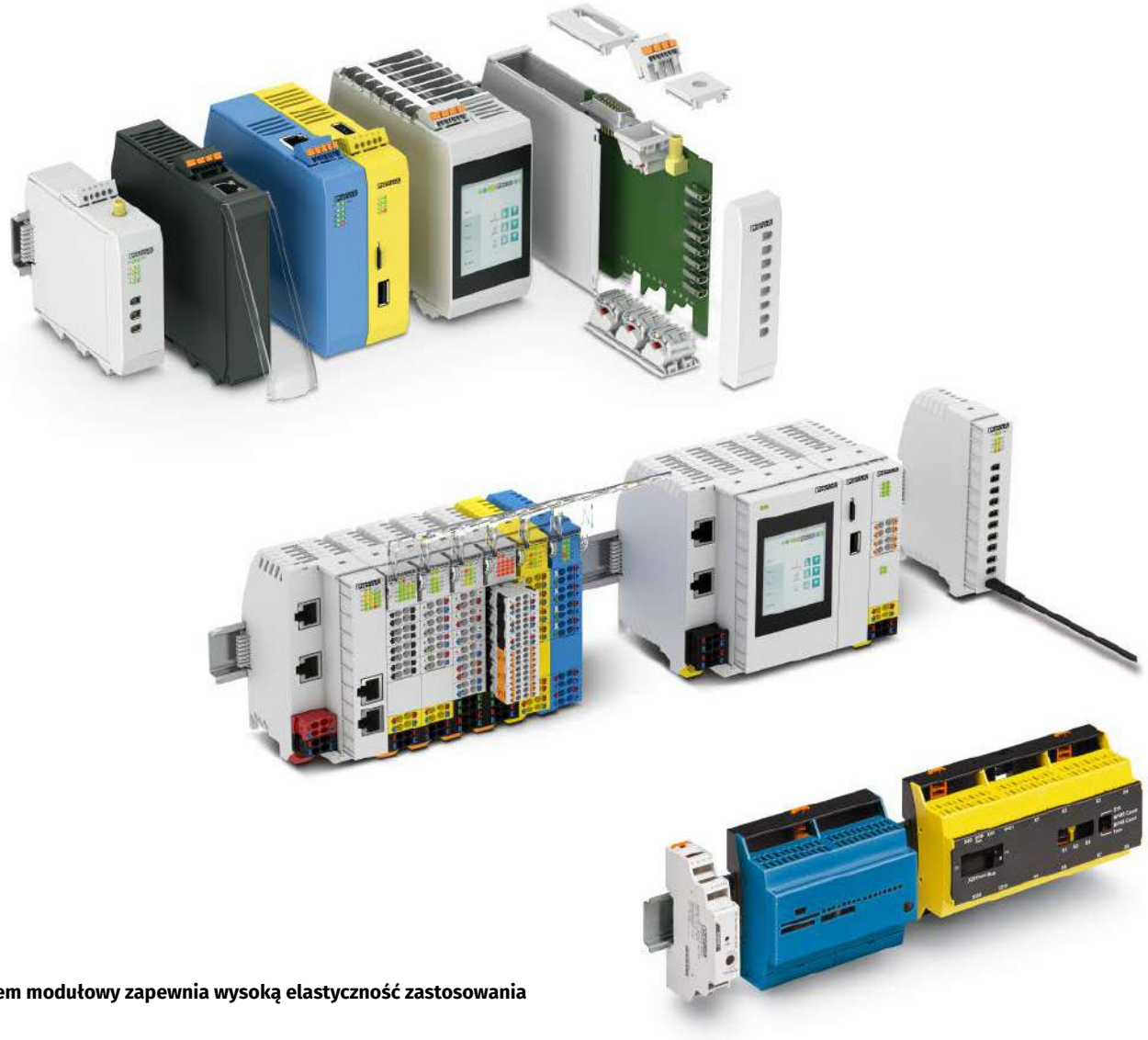
Technologia MJF jest wyjątkowo przydatna w wielu branżach, w tym w przemyśle lotniczym, medycynie, motoryzacji i wielu innych. Pozwala na prototypowanie, produkcję części zamiennych oraz tworzenie innowacyjnych projektów. Druk MJF jest coraz bardziej popularnym rozwiązaniem w dziedzinie produkcji addytywnej i zapewnia wysoką jakość i wytrzymałość wytwarzanych komponentów.

Nikodem Czechowski, EP

Bibliografia

1. https://imaginarium.io/
2. https://www.additivemanufacturing.media
3. https://www.protolabs.com/
4. Yue Wang, Zhiyao Xu, Dingdi Wu, Jiaming Bai, „Current Status and Prospects of Polymer Powder 3D Printing Technologies", Materials 13 (2020).
5. Chao Caia, Wei Shian Teya, Jiayao Chena, Wei Zhub, Xingjian Liuc, Tong Liud, Lihua Zhaoa, Kun Zhoua „Comparative study on 3D printing of polyamide 12 by selective laser sintering and multi jet fusion", Journal of Materials Processing Tech. 288 (2021).
6. Aman Preet Singh, Salman Pervaiz „Current status and prospects of multi-jet fusion (MJF) based 3d printing technology", Proceedings of the ASME 2021 International Mechanical Engineering Congress and Exposition IMECE2021.

eprasa.pl b722c3c0ae



System modułowy zapewnia wysoką elastyczność zastosowania

Obudowy dla elektroniki

Konstrukcja, materiały, ergonomia

Obudowy to jedne z najistotniejszych części urządzeń elektronicznych. Nie tylko stanowią o jego wyglądzie, ale także chronią elektronikę przed czynnikami zewnętrznymi i umożliwiają montaż w jednostkach nadrzędnych. Na etapie projektowania, a także doboru obudowy, należy uwzględnić całą gamę szczegółów. Opracowując nowy system ważne jest, aby wybrać odpowiednią obudowę, która umożliwi wygodną realizację wszystkich założonych funkcjonalności, a jednocześnie zapewni ergonomię korzystania z powstałych modułów.

Obudowa elektroniki jako część szafy sterowniczej

Urządzenia elektroniczne zazwyczaj składają się z płytek PCB, obudów oraz technologii przyłączeniowej przewodów i kabli. W trakcie montażu w szafie sterowniczej powstaje wiele współzależności.

Sposób montażu szyn DIN w szafie sterowniczej jest niezmiernie istotny dla konstrukcji obudów elektroniki. Zależnie od szafy sterowniczej, szyny DIN są luźno umieszczane na ramie nośnej z odstępem od ścianki tylnej lub przykręcane bezpośrednio do ścianki tylnej lub wbudowanej płyty montażowej. Jeśli urządzenia są zbyt ciężkie do montażu na szynie DIN lub brak jest odpowiedniej możliwości jej montażu, urządzenia można również montować bezpośrednio na płycie montażowej, bez stosowania szyny.

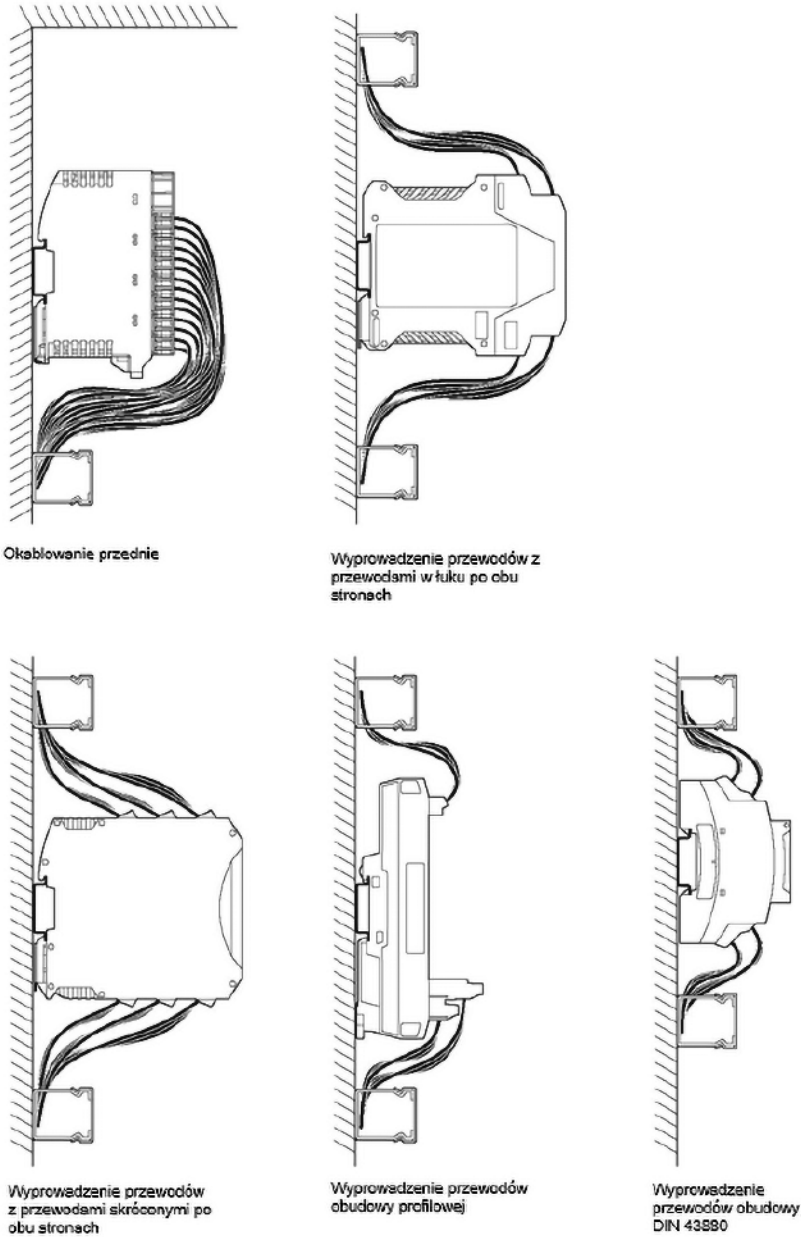
Oprawa szyny DIN w obszarze podstawy obudowy elektroniki składa się ze stałego podparcia i ruchomej stopki zatrzaskowej. Stopka zatrzaskowa jest wyposażona w mechanizm sprężynowy, który można otworzyć po zatrzaśnięciu. Obudowy ze zintegrowanymi stopkami szyny DIN są stosowane w przypadku urządzeń o całkowitej wadze do kilkuset gramów. Znacznie cięższe urządzenia, które w niektórych okolicznościach narażone są również na drgania, muszą być mocowane bardziej solidnie. Dla takich urządzeń stosować można adaptery na szyny DIN, wykonane głównie z metalu, które zaprojektowane są dokładnie w tym celu.

eprasa.pl b722c3c0ae

Dostępne miejsce jest kluczowym kryterium przy doborze szafy sterowniczej. Obudowy, technologia przyłączeniowa i wynikające z tego prowadzenie przewodów wykazują różne wymagania pod kątem przestrzeni. Dlatego też, konstrukcja obudowy ma bezpośredni wpływ na projekt szafy sterowniczej. W przypadku obudów z technologią przyłączeniową od przodu, kable są zazwyczaj prowadzone jedynie w jednym kierunku, z obudowy do kanału kablowego. Dlatego też takie obudowy idealnie nadają się do bezpośredniego montażu na zewnętrznej ścianie szafy sterowniczej. Podobne ograniczenie dotyczy obudów w konstrukcji wg DIN 43880. W takim przypadku pokrywa ochronna znormalizowanej szafy sterowniczej ogranicza miejsce na okablowanie, zatem wyprowadzenie przewodów powinno przebiegać równolegle do tylnej ściany szafy sterowniczej lub pod kątem 45° do niej. Wyprowadzenie przewodów pod kątem 90° do tylnej ściany szafy sterowniczej może być wykonane jedynie w przypadku stosowania przyłączeniowych bloków zaciskowych o niskim profilu – **rysunek 1**.

Podczas produkcji szaf sterowniczych wysokość urządzenia oraz kierunek wyprowadzenia przewodów są kluczowymi kryteriami podczas ich projektowania. Aby zaoszczędzić koszty i przestrzeń, szafa sterownicza musi być jak najbardziej zwarta, ale jednocześnie być w stanie uwzględnić wszelkie nieplanowane rozszerzenia. Urządzenie o najwyższej wysokości na szynie DIN określa prześwit od kanałów kablowych, a tym samym całkowitą liczbę możliwych szyn DIN w szafie sterowniczej. Tam, gdzie występują jedynie niewielkie różnice w wysokości stosowany jest typowy układ podstawowy, czyli kanał kablowy – szyna DIN – kanał kablowy.

W przypadku prowadzenia kabli od przodu, z wyprowadzeniem przewodów tylko z jednej strony, kanał kablowy wymagany jest jedynie z tej strony. Takie urządzenia można zatem montować w górnym obszarze szafy sterowniczej, aby zaoszczędzić miejsce. Przyłącza od przodu ułatwiają okablowanie urządzenia, ponieważ elektryk ma dobry widok na punkty stykowe. Przyłącze od przodu zapewnia najwyższy poziom wygody okablowania, szczególnie w przypadku konieczności podłączenia dużej liczby przewodów o małych przekrojach. Z drugiej strony, w przypadku urządzeń z przyłączami od boku, przewody niestety zakrywają dużą część przodu urządzenia. Oznaczenia i wskaźniki urządzenia można zatem umieszczać jedynie na boku urządzenia. To ograniczenie jest dopuszczane w wielu zastosowaniach takich, jak zdalne systemy we./wy.



Rysunek 1. Technologia przyłączeniowa i wynikający z tego sposób prowadzenia przewodów

Niektóre systemy obudów umożliwiają prowadzenie bardzo krótkich przewodów, jeśli wyprowadzenie przewodów w danej technologii przyłączeniowej jest ustawione pod kątem względem kanału kablowego. W takim przypadku należy pamiętać, że przewody lub wtyczki muszą być odłączane i ponownie podłączane w trakcie czynności serwisowych. Nawet jeśli urządzenie lub konstrukcja obudowy umożliwia stosowanie krótszych przewodów, zbyt krótkie przewody będą utrudniać wszelkie działania serwisowe.

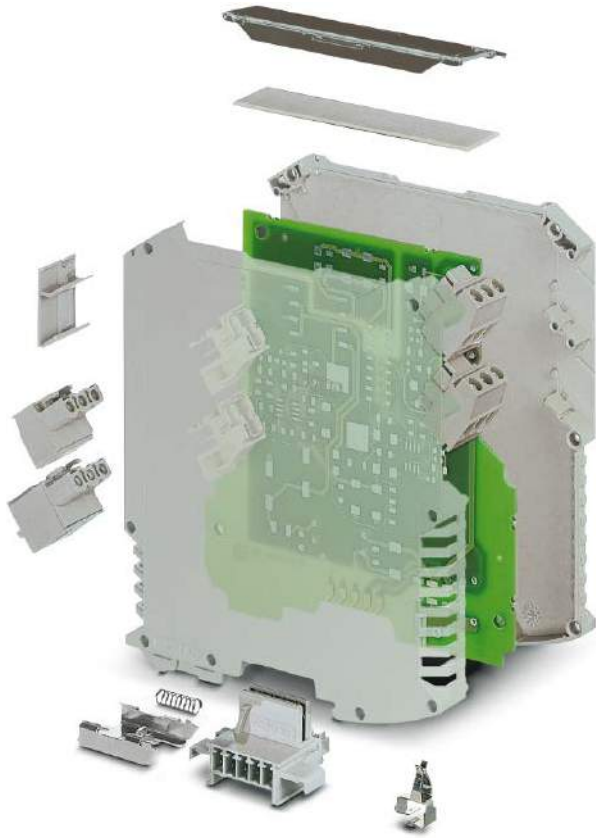
Konstrukcje obudów

Obudowy urządzeń elektronicznych podzielone są zasadniczo na dwie grupy – modułowe obudowy elektroniki składające się głównie z dwóch części oraz obudowy półskorupowe, składające się z kilku części. Inne dostępne rozwiązanie to obudowy wykonane z profili wytłaczanych. W przypadku dwóch pierwszych rodzajów, konstrukcja odgrywa istotną rolę, podczas gdy ten ostatni rodzaj koncentruje się głównie na funkcjonalności.

Modułowe obudowy elektroniki mają miseczkową konstrukcję i składają się z jednoelementowej dolnej części obudowy oraz pokrywy obudowy. Przyłącza zwykle znajdują się w pokrywie. Położenie technologii przyłączeniowej na złączu między pokrywą i miseczką w modułowych obudowach elektroniki to najlepsze rozwiązanie z mechanicznego punktu widzenia. Jeśli wymaganych jest wiele punktów zaciskowych, rozmiar obudowy szybko ogranicza możliwą ich liczbę na każdym poziomie. Jeśli przyłącza rozłożone są na kilku poziomach, a mimo tego istnieje konieczność zagwarantowania dobrej dostępności do punktów zaciskowych, należy ją osadzać kolejno od poziomu do poziomu w konstrukcji schodkowej. Wadą w tym przypadku jest coraz mniej dostępnego miejsca z przodu obudowy na wskaźniki i oznaczenia.

Obudowy półskorupowe można łatwo zmieniać pod kątem szerokości poprzez dodawanie elementów dystansowych. To zaleta, szczególnie uwzględniając fakt, że obudowy o nietypowych szerokościach, przekraczających 50 mm muszą być produkowane w sposób ekonomiczny. W przypadku obudów tego rodzaju, płytki drukowane wprowadzane są z boku jednego z elementów obudowy, w trakcie montażu końcowego. Drugi element zamyka obudowę. W teorii, taka konstrukcja gwarantuje umieszczenie przyłączy na dowolnej stronie zewnętrznej obudowy – **rysunek 2**.

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 2. Konstrukcja obudowy półskorupowej

Obudowy półskorupowe umożliwiają kilka poziomów technologii przyłączeniowej, bez negatywnego wpływu na obszar przedni, jak ma to miejsce w modułowych obudowach elektroniki. Ustawienie przyłączy pod kątem zwiększa wygodę eksploatacyjną, jednak w tym przypadku należy również zastosować technologię przyłączy ortogonalnych, ze względu na pionowe płytki drukowane. Stopka zatrzaskowa, która w przypadku modułowych obudów elektroniki jest zintegrowana z obudową lub montowana wcześniej, często musi być wtedy mocowana na etapie montażu końcowego. Ponieważ technologia przyłączeniowa nie musi być osadzana w przypadku obudowy półskorupowej, dostępny jest większy obszar montażowy płytek drukowanych, w porównaniu z modułowymi obudowami elektroniki o tych samych wymiarach. To zwiększenie obszaru montażowego, w porównaniu z szybkim montażem końcowym modułowych obudów elektroniki, to dwa najważniejsze czynniki decydujące o wyborze między dwoma konstrukcjami obudów.

Podsumowanie

Opracowując nowy system ważne jest, aby wybrać odpowiednią obudowę, która umożliwi wygodną realizację wszystkich założonych funkcjonalności, a jednocześnie zapewni ergonomię korzystania z powstałych modułów. Jej montaż i konstrukcja to dwa kluczowe aspekty na które trzeba zwrócić uwagę, ale nie jedyne. Kierunek montażu płytek drukowanych i technologia połączeń, użycie systemów magistrali do komunikacji wewnątrz systemu, czy jakże ważna personalizacja wyróżniająca produkt na tle konkurencji to równie istotne elementy całego procesu. Aby ułatwić podjęcie decyzji firma Phoenix Contact przygotowała serię poradników, w których dokładnie opisuje wymienione elementy.

Paweł Zientarski
Menedżer Obszaru Biznesu
– złącza i obudowy do elektroniki, rynek dystrybucji
pzientarski@phoenixcontact.pl
tel. 694 485 087
www.phoenixcontact.pl/Obudowy



Obudowy
szyte na miarę!

Modułowe obudowy BC i ME-IO
dla nowoczesnych systemów
automatyki budynkowej



Szybka instalacja i wymiana modułów
bez konieczności demontowania
całego systemu



Odwiedź naszą stronę internetową
i dowiedz się więcej!
https://phoe.co/Obudowy
lub zeskanuj kod QR swoim telefonem

PHOENIX CONTACT
INSPIRING INNOVATIONS

© Phoenix Contact 2022

eprasa.pl b722c3c0ae

Nowa rzeczywistość w przemyśle

Mamy rok 2023. Jako społeczeństwo jesteśmy doświadczeni pandemią, pracą zdalną, wszechobecną cyfryzacją oraz wojną za naszą wschodnią granicą. To dużo jak na cztery ubiegłe lata. Wszystkie te aspekty dotknęły nie tylko nas osobiście jako ludzi, ale również wiele gałęzi przemysłu, w tym również produkcję przemysłową. Właśnie o tym, jak wygląda dziś produkcja w branży elektronicznej, opowiemy w zaprezentowanym artykule.

Odwiedziłem w ostatnim czasie fabrykę obudów plastikowych do elektroniki KRADEX w podwarszawskim Wawrze. Ostatni raz byłem tam tuż przed pandemią w roku 2019. Wtedy jeszcze firma mieściła się przy ulicy Naddnieprzańskiej i rozwijała swoją ofertę produktową. Park maszynowy mieścił się na parterze budynku z lat 90., a po magazynie krzątali się zapracowani ludzie.

Pomimo że produkcja szła pełną parą a magazyn pękał w szwach od surowca i gotowych wyrobów, firma KRADEX nie różniła się praktycznie niczym od wielu polskim firm. Był jeden mały element – wtedy w mojej opinii nieistotny, a jak się okazało – niezwykle ważny w tych nadchodzących szalonych czasach. Mam na myśli wizję Prezesa Roberta Radzikowskiego, który analizując sytuację geopolityczną, rynkową i finansową naszego kraju i krajów, do których eksportuje swoje produkty KRADEX, stwierdził, że czas na innowację jest „właśnie teraz".

Odważne decyzje

W momencie, gdy COVID zaczynał zbierać swoje żniwo, firmy zaczęły upadać, a koszty szybowały w górę. Natomiast KRADEX zaczął mocne inwestycje, powoli przenosząc firmę na ulicę Minerską i brnął w dalszą budowę innowacyjnej hali produkcyjnej. Pandemia przysporzyła wielu trudności i zamroziła niektóre sektory gospodarki, ale pomimo tego KRADEX sukcesywnie zwiększał eksport swoich wyrobów i inwestował, głównie w robotyzację i odnawialne źródła energii.

Dziś, gdy jestem w KRADEX-ie, zaryzykuję stwierdzenie, że ta firma jest u progu „wystrzału" produkcyjnego. To wszystko dzięki odważnym





decyzjom podjętym 4 lata temu. Obecnie cała firma mieści się przy ulicy Minerskiej 4 w Warszawie. Jeden z budynków to budynek administracyjny oraz narzędziownia wraz z Działem Frezowania i Konfekcją. Budynek ten ma dwie instalacje fotowoltaiczne o łącznej mocy 169,18 kWp. W sierpniu tego roku został dodatkowo wyposażony w rozbudowany system klimatyzacji z możliwością ogrzewania pomieszczeń. Był to zabieg celowy, aby zmniejszyć zużycie paliw kopalnych podczas chłodnych dni jesienno-zimowych na rzecz energii elektrycznej, która w większości produkowana jest przez instalacje fotowoltaiczne na tym samym budynku.

Rewolucja w produkcji

Tuż obok znajduje się nowoczesna hala produkcyjna. Tutaj dopiero widać rewolucję, której dokonał KRADEX w swoim podejściu do produkcji. Hala ma 3 piętra. Na parterze znajdziemy 21 nowoczesnych wtryskarek. Sześć z nich jest już zrobotyzowanych, dzięki czemu same odbierają gotowe obudowy z formy i przenoszą je na taśmę. Docelowo mają znaleźć się tutaj również wózki autonomiczne, które będą transportować obudowy na 1. piętro.

Na 1. piętrze znajdziemy w pełni zrobotyzowany system pakowania. Dwa 8-osiowe ramiona robotyczne wraz z całym systemem taśm, czujników, podajników i trzema robotami wspomagającymi odpowiadają za ultraszybkie pakowanie produktów do wysyłki, zwiększając tym samym możliwości produkcyjne firmy.

Latem tego roku KRADEX rozpoczął również implementację systemu SAP, który połączony z całą infrastrukturą przeniesie przedsiębiorstwo na kolejny poziom, odsuwając ją o długość skoku technologicznego od konkurencji.

Wjeżdżając windą transportową na piętro 2., możemy dostrzec ogromną powierzchnię konfekcji oraz rozbudowany system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Ten zaawansowany system pozwala na ogrzanie obiektu o powierzchni 2200 m^2 w chłodne dni przy kosztach porównywalnych do ogrzania domu jednorodzinnego o powierzchni 200 m^2. Ogrzewanie odbywa się bez zużycia grama paliwa kopalnego, natomiast cała energia pochodzi z odzysku ciepła z wtryskarek. Niesamowita wydajność wentylacji mechanicznej w połączeniu z nowoczesną bryłą budynku zapewnia komfort pracy i małe straty ciepła.

eprasa.pl b722c3c0ae





Gdybyśmy unieśli się nad fabrykę, możemy dostrzec kolejną instalację fotowoltaiczną o mocy 50 kWp, która zasila energią elektryczną zakład produkcyjny. Wszystkie instalacje fotowoltaiczne dostarczają 23% zielonej energii dla wszystkich obiektów KRADEX-u.

Te niezwykle trudne decyzje inwestycyjne w tak szalonych czasach pozwalają KRADEX-owi wyprzedzać konkurencję dzięki szybszej i wysokowydajnej produkcji, zmniejszeniu poboru energii elektrycznej poprzez inwestycje w nowoczesne wtryskarki oraz OZE, a przede wszystkim robotyzacja usprawniła procesy na tyle, że zdolności produkcyjne firmy wzrosły o 19% w porównaniu do poprzednich metod produkcji.

Podsumowanie

Firma KRADEX prawdopodobnie jako jedna z pierwszych w Polsce nie tylko opracowała wymagającą Strategię Zrównoważonego Rozwoju 2020–2026, ale ją sukcesywnie i skutecznie wdraża. Mamy rok 2023, a jej realizacja jest już ukończona w 56%. Jak wspomniał Prezes Zarządu KRADEX-u „Gdy wszystkie punkty SZR 2020–2026 KRADEX-u zostaną osiągnięte, firma deklaruje wykonanie audytu, który potwierdzi ograniczenie emisji produkcji oraz zbada udział OZE w bilansie energetycznym, abyśmy byli jak najbardziej wiarygodni a zarazem dali dobry przykład racjonalnego i efektywnego wprowadzenia Strategii Zrównoważonego Rozwoju”.

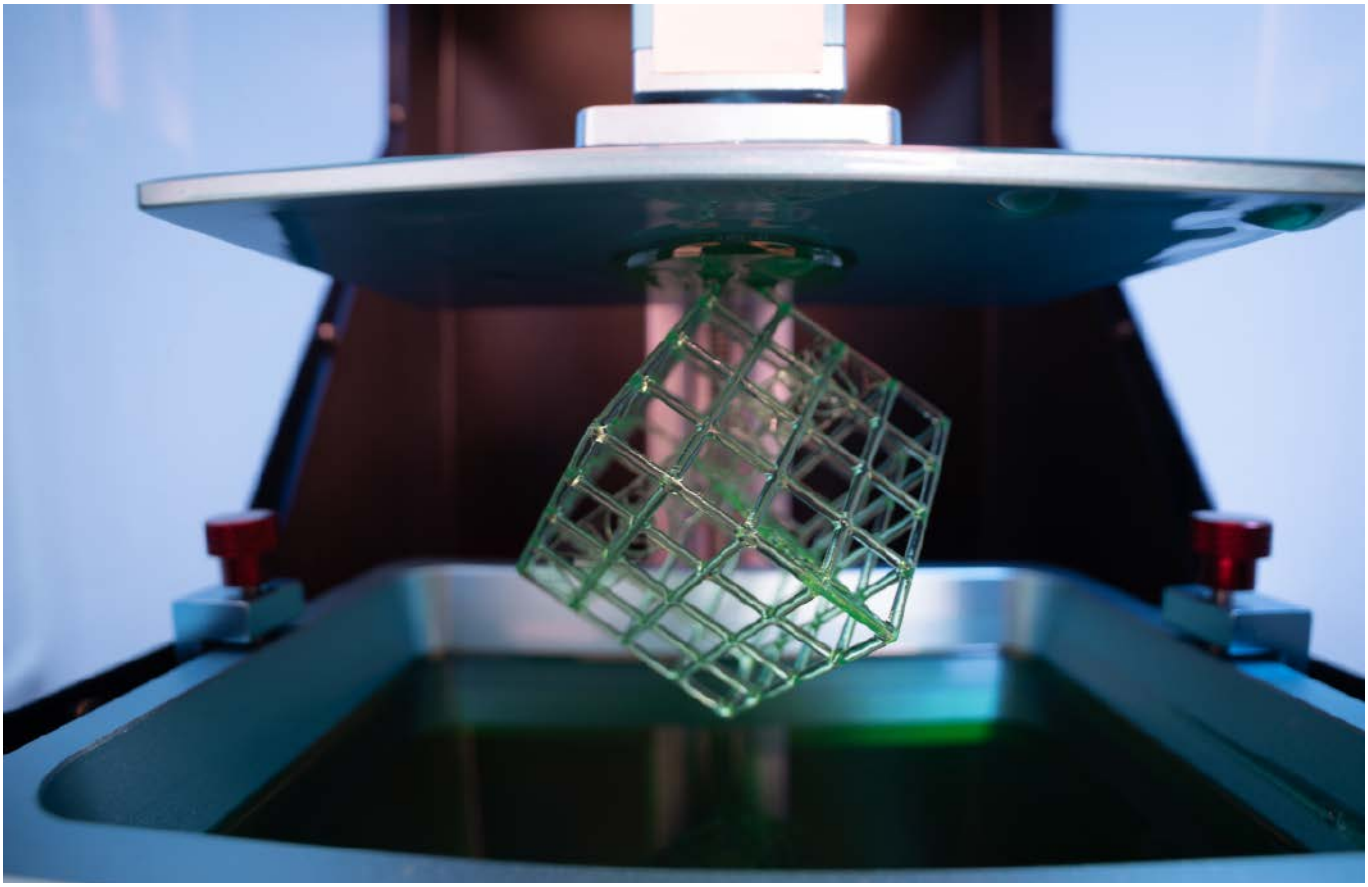
Swoją transparentność co do emisji i pozyskiwanej energii KRADEX planuje wdrożyć już na początku 2024 roku dzięki instalacji podliczników energii elektrycznej na każdej maszynie oraz wpięcie modułu SAP, który obliczać będzie ślad węglowy każdego produktu. Wydaje się, że gdy „zielony ład” wejdzie do hal produkcyjnych KRADEX będzie gotowy, a co najważniejsze – Dział Produkcji już od 2024 roku będzie korzystał tylko i wyłącznie z zielonej energii popartej certyfikatem.

www.kradex.com.pl

REKLAMA



eprasa.pl b722c3c0ae



Technika spiekania laserowego w produkcji obudów dla elektroniki

Produkcja obudów nie tylko z tworzyw sztucznych

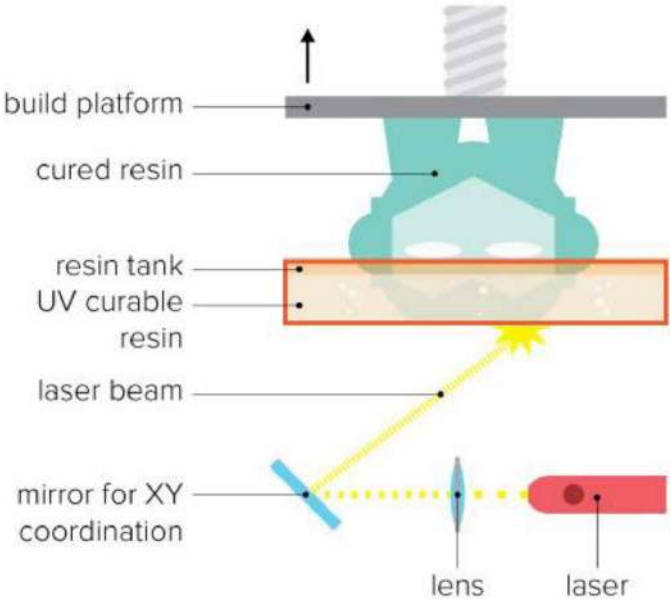
Technologia selektywnego spiekania laserowego – SLS, otwiera drzwi do stosowania bardzo egzotycznych tworzyw sztucznych do produkcji elementów, w tym obudów dla urządzeń elektronicznych. Wiele z tych materiałów ma unikatowe własności, bardzo pożądane w pewnych niszach przemysłu elektronicznego. W zaprezentowanym artykule prześledzimy dostępne materiały oraz to, w jaki sposób rewolucjonizują one produkcję obudów do urządzeń elektronicznych i innych elementów dla sektora elektronicznego.

Pieczone laserem obudowy dla elektroniki? Może brzmi to trochę jak przepis na nietypowy deser przygotowywany w laboratorium, ale w rzeczywistości mówimy o zaawansowanej technologii, która całkowicie odmienia sposób, w jaki projektujemy, prototypujemy i produkujemy obudowy dla urządzeń elektronicznych. Druk 3D, szczególnie w technice SLS (*Selective Laser Sintering*), stał się obecnie kluczowym narzędziem w rękach inżynierów i projektantów elektroniki, pozwalając na tworzenie obudów z praktycznie każdego dostępnego materiału, od tworzyw sztucznych po metale i kompozyty, a nawet te egzotyczne, o których wcześniej trudno było nawet marzyć.

Zagłębimy się w świat technologii druku 3D, w poszukiwaniu możliwości, które niesie ze sobą druk SLS. Odkryjemy, dlaczego ta metoda jest nie tylko doskonała do tworzenia prototypów i produkcji niskoseryjnej, ale także, dlaczego pozwala na realizację geometrii, które w tradycyjnych procesach produkcyjnych są po prostu niemożliwe do uzyskania.

Następnie przejdziemy przez techniczne aspekty druku SLS i podobnego do niego SLA (*Stereolitography*), skupiając się na technicznych aspektach procesu, który pozwala na stosowanie szerokiego zakresu egzotycznych materiałów, które nie są możliwe do zastosowania w częściej stosowanych urządzeniach FDM.

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 1. Uproszczony schemat budowy drukarki stereolitograficznej (SLA)



Rysunek 2. Przykładowe wydruki z drukarek FDM (po lewej), SLA (w środku) i SLS (po prawej)

Zasada działania

Każda technologia druku 3D bazuje na druku warstwowym, tzn. wytwarzany detal jest „składany" warstwa po warstwie z materiału źródłowego. W przypadku SLS jest to proszek z materiału, z jakiego wydrukowany ma być element, a w przypadku SLA specjalna żywica. To, co jeszcze łączy te dwie technologie, to fakt, że obie używają światła w procesie wydruku. Przekłada się to na wysoką rozdzielczość procesu, gdyż jest on ograniczony jedynie rozdzielczością układu optycznego, która może bez problemu być na poziomie pojedynczych mikronów.

SLA

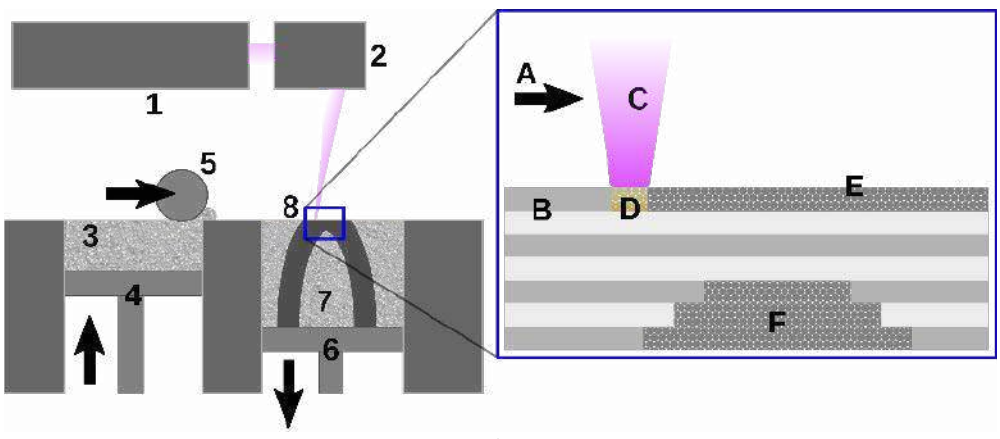
Stereolitografia jest uważana za jedną z najbardziej znaczących i najpopularniejszych technologii druku 3D, która jest szeroko stosowana na całym świecie. Po raz pierwszy została zaprezentowana przez swojego twórcę, Chucka Hulla, w 1986 roku, a następnie skomercjalizowana przez firmę 3D Systems Inc. Proces SLA polega na użyciu źródła światła o określonej długości fali (zwykle w zakresie ultrafioletu) do selektywnego utwardzania powierzchni ciekłej żywicy w zbiorniku, zawierającym głównie fotopolimeryzowalny monomer oraz inne dodatki (w bardzo małych ilościach, zwłaszcza fotoinicjatory, ale także dodatki zmieniające własności żywicy). Proces polimeryzacji aktywowany jest światłem – ciekły monomer zamienia się w stałą żywicę po naświetleniu. Zazwyczaj przebiega on od punktu do linii, od linii do warstwy, a następnie warstwa po warstwie, podczas skanowania powierzchni cieczy światłem ze źródła (**rysunek 1**). Po zakończeniu polimeryzacji jednej warstwy platforma wydruku lub zbiornik z żywicą przesuwa się, odpowiednio, w górę lub w dół o grubość warstwy. Czasami w systemie takim stosuje się dodatkowo elementy mieszające żywicę w wanience itp., co jest szczególnie istotne w przypadku materiałów, które mogą się rozwarstwiać, np. ciężkich cząstek (metalicznych, ceramicznych itp.) zawieszonych w żywicy, które opadają na dno.

W druku SLA używa się najczęściej światła ultrafioletowego pochodzącego z lasera. Jest on skupiany na powierzchni ruchomej platformy, która zanurzona jest w wanience z ciekłą żywicą. Skupiony ultrafiolet skanuje całą powierzchnię do utwardzenia. Po spolimeryzowaniu całej warstwy detal wynurza się o wysokość warstwy, a proces powtarza się – tak długo, aż wydrukowany zostanie cały przedmiot. Po zakończeniu drukowania, obiekt jest wyjmowany z drukarki i płukany w zbiorniku z izopropanolem lub innym rozpuszczalnikiem, który usuwa nadmiar nieutwardzonej żywicy. Następnie obiekt jest finalnie utwardzany w specjalnej komorze naświetlającej UV.

Technologia SLA jest wysoce precyzyjna i pozwala na tworzenie obiektów o bardzo dokładnych detalach i gładkich powierzchniach. Jest szeroko stosowana w przemyśle, zwłaszcza do prototypowania i produkcji elementów o skomplikowanych kształtach, takich jak biżuteria, modele prototypowe, a także w medycynie i innych dziedzinach, gdzie precyzja i jakość są kluczowe. Na **rysunku 2** pokazano wydruk z drukarki FDM (po lewej), SLA (w środku) i SLS (po prawej). Widoczne są różnice w jakości wykonania, zwłaszcza w wykończeniu powierzchni i jednorodności elementów.

SLS

Technologia druku 3D SLS (*Selective Laser Sintering*) działa na zasadzie selektywnego spiekania materiału, który dostarczany jest w postaci proszku. Proces ten przebiega w kilku krokach, podobnie jak w przypadku SLA. Rozpoczynając pracę, drukarka 3D SLS rozkłada warstwę materiału w postaci proszku na platformie drukującej za pomocą rolki lub innego podajnika (element 5. na **rysunku 3**). Proszek (3) jest przechowywany w pojemniku z podajnikiem, np. w postaci podnoszonego tłoka (4), co zapewnia zawsze taką samą ilość materiału do naniesienia na nową warstwę. Laser (1) sprzężony jest z skanerem (2), który kieruje laser na powierzchnię świeżo nałożonego proszku. Energia lasera nagrzewa i spieka wyłącznie te obszary proszku, które odpowiadają konturom obiektu (8) w danej warstwie. Jednocześnie proszek wokół tych obszarów (7) pozostaje nienaruszony.



Rysunek 3. Schematyczne zobrazowanie druku SLS)

eprasa.pl b722c3c0ae

Drukowany element znajduje się na ruchomej platformie (6), która po naniesieniu i spieczeniu każdej warstwy opuszcza się o grubość naniesionej warstwy. Na przybliżeniu widoczny jest dokładniej proces spiekania: Laser (C) porusza się (w kierunku A) i naświetla proszek (E), który jest spiekany, gdy znajduje się w ognisku (D) lasera – łączy się wtedy z cząstkami dookoła siebie – po bokach jak i na dole, co zapewni spójność warstw w osi Z. Pozostały proszek (F) pozostaje w złożu i pełni rolę suportu dla warstw powyżej.

W przeciwieństwie do technologii SLA i FDM, które najczęściej wymagają specjalnych struktur podpierających do wytwarzania zwisających konstrukcji, technologia SLS nie potrzebuje oddzielnego materiału podpierającego, ponieważ element, który jest konstruowany, jest zawsze otoczony niespieczonym proszkiem. Pozwala to na konstruowanie geometrii, które wcześniej były niemożliwe do osiągnięcia. Ponadto, ponieważ komora maszyny zawsze jest wypełniona materiałem proszkowym, wytwarzanie wielu części ma znacznie mniejszy wpływ na ogólną trudność i cenę projektu, dzięki technice znanej, jako zagnieżdżanie, gdzie wiele części może być ułożonych w taki sposób, aby tylko zmieściły się w zasięgu maszyny. Jednym aspektem projektowym, który jednak należy wziąć pod uwagę, jest to, że w przypadku technologii SLS nie jest możliwe wytworzenie pustego, ale w pełni zamkniętego elementu. Dzieje się tak, ponieważ nieroztopiony proszek wewnątrz elementu nie mógłby być usunięty.

Egzotyczne materiały i ich aplikacje

Zastosowanie technologii laserowych do druku 3D pozwala korzystać z szerokiej gamy materiałów (nie tylko tworzyw sztucznych!) do druku 3D. Przyjrzyjmy się kilku specyficznym grupom materiałów, które stosuje się w elektronice do drukowania obudów i innych elementów mechanicznych.

Polimery przewodzące

Technologia SLS umożliwia stosowanie materiałów przewodzących – na rynku są dostępne specjalne przewodzące proszki dostosowane do procesu SLS. Materiały przewodzące są używane w różnych zastosowaniach, gdzie konieczne jest zapewnienie odpowiedniej przewodności elektrycznej w wydrukowanych elementach.

Powszechnie stosuje się materiały węglowe, jako przewodzące domieszki. Charakteryzują się one dobrą przewodnością elektryczną i cieplną. Często używane są, jako wypełniacz, aby nadawać izolacyjnym tworzywom przewodnictwo elektryczne i cieplne. Typowo stosuje się materiały węglowe, takie jak czarny węgiel, nanorurki węglowe, włókna węglowe, grafen i inne. Dodawane są one do proszków z PEEK (polieteroeteroketon), polistyrenu, polipropylenu czy poliimidu. Próg perkolacji, powyżej którego materiał objętościowy zaczyna wykazywać przewodnictwo, dla węglowych dodatków wynosi od 5% do 10% (wagowo) dodatku do zasadniczego materiału.



Fotografia 1. Elementy wydrukowane z materiału PA11 ESD firmy Sinterit

Przykłady zastosowań materiałów przewodzących w druku SLS obejmują produkcję elementów sensorów, układów elektrycznych, superkondensatorów i wielu innych. Dzięki możliwości drukowania z materiałów przewodzących, technologia SLS staje się atrakcyjnym narzędziem dla przemysłu elektronicznego i innych dziedzin. Dodatkowo, materiały przewodzące pozwalają na dalsze modyfikacje np. powierzchni, takie jak nanoszenie pokryć galwanicznych.

Materiały ESD

Materiały chroniące elektronikę przed wyładowaniami elektrostatycznymi mogłyby być klasą polimerów przewodzących, jednak z uwagi na ich konkretne zastosowanie i krytyczne aplikacje w elektronice zostały wydzielone w artykule. Materiały te – najczęściej nylon PA11 – mają domieszki przewodzące, które zapewniają im pewną przewodność. Ilość domieszki jest dobrana w taki sposób, że rezystancja jest na tyle wysoka, że obudowa wykonana z tego materiału jest nadal izolująca w praktycznym sensie, ale z drugiej strony zapewnia odprowadzanie i rozpraszanie elektryczności statycznej.

Na przykład materiał produkowany przez polską firmę Sinterit charakteryzuje się specyficzną rezystancją powierzchniową na poziomie $5{,}3\times10^4$ Ω. Dla typowych przewodzących proszków do druku SLS wartości te są na poziomie pojedynczych omów. Z drugiej strony, dzięki małemu dodatkowi substratów przewodzących, proszki do druku 3D firmy Sinterit zachowują bardzo dobre parametry mechaniczne, porównywalne z typowymi nylonami do druku SLS.

Z tego rodzaju materiałów wykonuje się obudowy dla urządzeń elektronicznych, szczególnie takie, które pracować mają w środowisku narażonym na wyładowania ESD. Dodatkowo, Sinterit, jako przykładowe aplikacje, wskazuje uchwyty do lutowania i inne elementy używane w procesie produkcji elektroniki. Na **fotografii 1** pokazano przykładowe elementy drukowane z materiału Sinterit na ich drukarkach SLS.

Ceramika

Ceramika nie jest typowym materiałem, z jakiego produkuje się obudowy elektroniczne, ale z drugiej strony jest materiałem nieodzownym do produkcji komponentów mechanicznych, takich jak izolatory itp., które są kluczowymi elementami obudów. Poza elektroniką ceramika ma istotne znaczenie m.in. w medycynie, gdzie stosowana jest do produkcji biokompatybilnych, drukowanych implantów kostnych, dostosowanych do pacjenta.

Drukowanie elementów ceramicznych z użyciem SLA jest prostszy i nie wymaga specjalnych drukarek – zwykłe drukarki SLA są w stanie drukować ze specjalnych żywic z dodatkiem ceramicznym. Na **fotografii 2** pokazano gotowe wydruki z tego rodzaju procesu. Produkcja tych detali wymaga, oprócz samej drukarki, pieca do wygrzania wydruku. Żywica, spolimeryzowana w drukarce, pełni rolę tymczasowego łącznika dla cząstek ceramicznych, które stapiane są w piecu. W tym samym momencie żywica ulega rozkładowi i nie pozostawia po sobie śladu. Wadą takiego podejścia jest problem z utrzymaniem wymiarów i bardzo duży skurcz elementu podczas wygrzewania (nawet do 30%).

Zastosowanie SLS eliminuje powyższy problem, gdyż druk i stapianie nanocząstek ceramicznych następuje w jednym kroku, a wydrukowany detal składa się niemal wyłącznie z ceramiki. Najczęściej stosowane procesy i tak wymagają wygrzewania tych elementów, co zapewniać ma lepszą adhezję drobin ceramiki do siebie, jednak nie zmienia to w istotny sposób wymiarów gotowego detalu.

Podsumowanie

Technologia selektywnego spiekania laserowego (SLS) czy stereolitografia (SLA) odmieniają sposób, w jaki tworzymy obudowy dla

eprasa.pl b722c3c0ae



Fotografia 2. Wydruki z żywic z dodatkiem ceramicznym firmy Formlabs. Detale po wygrzaniu w piecu – widoczne są wysokie parametry termiczne detalu

urządzeń elektronicznych. Pozwalają na użycie materiałów o unikatowych właściwościach, które znajdują zastosowania w niszach przemysłu elektronicznego. W artykule zgłębiliśmy ten fascynujący świat materiałów i technologii, które rewolucjonizują produkcję obudów elektronicznych i innych elementów dla sektora elektronicznego.

Drukowanie obudów za pomocą tych technologii może brzmieć jak naukowe eksperymenty w laboratorium, ale jest to zaawansowana metoda, która zmienia oblicze nie tylko projektowania i prototypowania, ale też produkcji. Druk 3D, a zwłaszcza technologia SLS, stały się niezbędnym narzędziem dla inżynierów i projektantów elektroniki, pozwalając na użycie różnorodnych materiałów, od tworzyw sztucznych przez metale, aż po egzotyczne materiały, których wcześniej trudno było używać.

Opisaliśmy również techniczne aspekty procesu SLS i podobnego SLA (Stereolitografia), ukazując jak te technologie umożliwiają korzystanie z szerokiej gamy egzotycznych materiałów, które nie nadają się do tradycyjnych drukarek FDM. Zawarliśmy również przegląd egzotycznych materiałów i ich zastosowań w elektronice, obejmując polimery przewodzące, materiały ESD oraz ceramikę. Jednak to tylko wierzchołek góry lodowej, jeśli chodzi o potencjał technologii SLS w przemyśle elektronicznym.

Nikodem Czechowski, EP

Źródła

1. Veronika Truxova, Jiri Safka, Martin Seidl, Iaroslav Kovalenko, Lukas Volesky, Michal Ackermann „Ceramic 3d Printing: Comparison Of SLA And DLP Technologies" MM Science Journal czerwiec 2020
2. K.D. Prasad, V. Yarlagadda i S. Narayanan „GCMM 2004: 1st International Conference on Manufacturing and Management" Alpha Science Int'l 2011.
3. https://graphmatech.com/
4. Y. Zheng, X. Huang, J. Chen, K. Wu, J Wang, X. Zhang "A Review of Conductive Carbon Materials for 3D Printing: Materials, Technologies, Properties, and Applications". Materials 14 (2021)
5. https://formlabs.com/
6. Zhangwei Chen, Ziyong Li, Junjie Li, Chengbo Liu, Changshi Lao, Yuelong Fu, Changyong Liu, Yang Li, Pei Wang, Yi He "3D printing of ceramics: A review" Journal of the European Ceramic Society 39 (2019).

REKLAMA



eprasa.pl b722c3c0ae



Obudowa z klawiaturą membranową

Modyfikacja i tworzenie obudów w firmie Maszczyk

Obecny rynek stawia przed producentami urządzeń elektronicznych wiele wyzwań. Współczesne trendy skupiają się na nowoczesnym designie, a podczas projektowania należy uwzględnić ergonomię całego urządzenia oraz jego funkcjonalność. Aktualne rozwiązania pozwalają na dostosowanie wszystkich elementów projektowanego urządzenia pod indywidualne wymagania producentów urządzeń elektronicznych.

Obudowy z tworzywa sztucznego, w których umieszczona zostanie elektronika, bardzo często wymagają specjalnego dostosowania. W dzisiejszych czasach łatwo jest przystosować standardowe modele obudów plastikowych do indywidualnych wymagań. Firma



Fotografia 1. Obudowa KM-54 po modyfikacji

Więcej informacji:
Maszczyk Sp. J.
05-252 Małopole, ul. Graniczna 24
tel. +48 602 726 086, maszczyk@maszczyk.pl
www.maszczyk.pl

Maszczyk oferuje pełny zakres modyfikacji obudów standardowych, począwszy od wykonania frezowania, po lakierowanie, nadruki, grawer laserowy i montaż finalnego produktu (**fotografia 1**).

Należy jednak zwrócić uwagę na to, że przy niektórych projektach wymagane jest zastosowanie indywidualnych rozwiązań. Obecnie wielu producentów decyduje się na zaprojektowanie nowej niestandardowej obudowy, aby docelowy produkt był unikatowy i jedyny w swoim rodzaju. W firmie Maszczyk zespół ekspertów zapewnia profesjonalną pomoc przy realizacji projektu nowej obudowy. Jesteśmy w stanie sprostać wszystkim etapom projektu, począwszy od wizualizacji 3D, a kończąc na produkcji seryjnej, dzięki scentralizowaniu wszystkich działań w jednym miejscu.

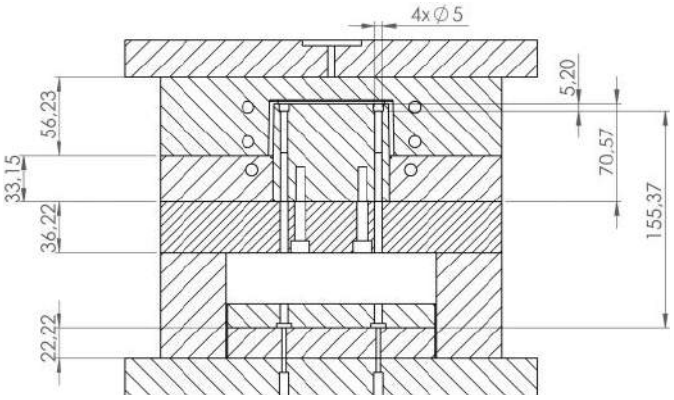
W artykule opisujemy wszystkie etapy procesu prowadzącego do opracowania nowej obudowy oraz popularne opcje personalizacji, które możemy wykonać w naszej firmie.

Pomysł

Pierwszym najważniejszym etapem jest pomysł. Na samym początku zastanów się, czy:

- wymagane rozwiązanie istnieje już na rynku,
- co nowego wniesie Twój projekt,
- czym będzie się wyróżniał,
- dla kogo będzie przeznaczony,
- jaki ma mieć wygląd.

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 1. Projekt formy wtryskowej



Fotografia 3. Produkcja na wtryskarkach

Dzięki odpowiedziom na te pytania będziesz mógł przeprowadzić analizę rynku i konkurencji. Jeżeli masz pomysł na nowy produkt, jednak nie wiesz, od czego zacząć, warto zwrócić się do naszego biura projektowego. Projektanci i inżynierzy, którzy mają wieloletnie doświadczenie w branży, na pewno pomogą Ci zrealizować Twoją wizję.

Projekt graficzny

Następnie należy przygotować projekty graficzne i konstrukcyjne. Pierwsze wizualizacje 3D pozwolą Ci zobaczyć, jak będzie wyglądała nowa obudowa. Opracowanie modelu 3D jest również niezbędne do przygotowania prototypu na drukarce 3D. Prototyp daje możliwość przeanalizowania aspektów wizualnych i ergonomicznych. Na tym etapie warto zastanowić się nad projektem elektroniki. Dzięki wspomnianemu wydrukowi 3D będziesz mieć możliwość sprawdzenia, czy płytka PCB pasuje do obudowy. Będziesz mógł również wprowadzić ewentualnie korekty w projekcie, a nawet przygotować gotowy do użycia prototyp.

Forma wtryskowa

Kolejny krok to przygotowanie projektu formy wtryskowej (**rysunek 1**). Dzięki naszym narzędziom programowym istnieje możliwość przeprowadzenia symulacji wtrysków przed zbudowaniem samej formy. Takie rozwiązanie pozwala przeanalizować cały proces pod względem konstrukcyjnym. Na tym etapie nasi projektanci pomogą Ci dobrać optymalny materiał do Twojego produktu, tak żeby gotowy komponent spełniał wymagania jakościowe, wizualne i finansowe.

Następnie narzędziowcy we współpracy z konstruktorem przechodzą do etapu przygotowania metalowych elementów składowych formy wtryskowej (**fotografia 2**) i składają je w całe narzędzie. W naszym parku maszynowym i narzędziowni dzięki doświadczeniu potrafimy sprostać nawet najbardziej wymagającym projektom form wtryskowych. Korzystamy tylko z najlepszej jakości materiałów od sprawdzonych dostawców, z którymi współpracujemy od wielu lat.

Gdy forma wtryskowa jest gotowa, czas na próbne wtryski, które mają na celu weryfikację tego, czy gotowy produkt spełnia Twoje oczekiwania (**fotografia 3**). Na tym etapie istnieje możliwość wprowadzenia ewentualnych korekt na formie wtryskowej. Po zaakceptowaniu próbek przechodzimy do produkcji seryjnej. Firma Maszczyk oferuje dożywotnią gwarancję na zbudowane formy wtryskowe. Dbamy o to, aby Twoje narzędzie było w jak najlepszej kondycji i służyło przez wiele lat.

Modyfikacje

Gotową obudowę możesz indywidualnie zmodyfikować. Nawet jeżeli zrealizowałeś projekt własnego narzędzia, w dalszym ciągu możesz przerobić swoją obudowę. Jeżeli decydujesz się na wybór produktu ze standardowej oferty obudów, możesz ją zmodyfikować, aby pasowała do Twojej elektroniki. Inną opcją jest zaprojektowanie elektroniki pod konkretną obudowę uniwersalną. Obudowy standardowe, które firma Maszczyk ma w swojej ofercie, przystosowane są do wszelkiego rodzaju modyfikacji.

Jedną z podstawowych metod przeróbki obudów plastikowych jest frezowanie (**fotografia 4**). Usługa frezowania obejmuje takie prace jak:



Fotografia 2. Obróbka elementów metalowych na obrabiarce CNC HASS V2



Fotografia 4. Proces frezowania

eprasa.pl b722c3c0ae

- otworowanie,
- skrócenie kołków montażowych wewnątrz obudowy,
- wykonanie obniżenia pod klawiaturę membranową lub front foliowy,
- podfrezowania np. pod nóżki w obudowie.

Zapewniamy powtarzalność elementów oraz doradztwo w obrębie przygotowania całego procesu.

Kolejną usługą, dzięki której możesz przerobić obudowę, jest nanoszenie oznaczeń. W firmie Maszczyk korzystamy z takich technologii, jak druk cyfrowy utrwalony promieniami UV, sitodruk, tampon druk itp. Za pomocą tych technik możesz umieścić na obudowie niemal każdy projekt graficzny. Nasi pracownicy pomogą Ci w doborze techniki odpowiedniej do Twojej grafiki. Inną metodą umieszczenia na obudowach oznakowania, logo lub numerów seryjnych jest grawer laserowy. Jest to trwała i odporna na ścieranie technika, która nada Twoim produktom unikalnego stylu.

Oferujemy lakierowanie tworzyw sztucznych w profesjonalnej kabinie lakierniczej. Ta metoda pozwala na stworzenie produktu w każdym kolorze z palety barw RAL. Lakierowanie nada Twojej obudowie wyjątkowego charakteru, w szczególności po pokryciu lakierem soft touch, który zapewni niezwykle delikatne i przyjemne w dotyku wykończenie.

Doskonałym dopełnieniem każdej obudowy niewątpliwie są klawiatury membranowe oraz fronty foliowe. Wykonane są ze specjalnych poliestrowych folii, które zapewniają niezwykłą odporność nawet w trudnych warunkach. Klawiaturę membranową możesz indywidualnie dostosować do obudowy i do swojego urządzenia (fotografia tytułowa). Front foliowy jest bardzo wytrzymałą naklejką, która może zostać użyta np. jako front z przetłoczeniami przycisków lub etykieta produktu. W naszej firmie oferujemy wykonanie nawet skomplikowanych projektów z dbałością o każdy szczegół.

Podsumowanie

Na rynku istnieje wiele opcji modyfikacji obudów. Producenci elektroniki mają możliwość przerobienia standardowych modeli obudów dzięki usługom takim jak frezowanie, nadruk UV, sitodruk, grawerowanie laserowe czy lakierowanie. Jednak ważne jest, aby produkt był unikatowy, dlatego coraz więcej producentów urządzeń elektronicznych decyduje się na zaprojektowanie nowej obudowy, dostosowanej do swoich indywidualnych wymagań.

Ważne jest, aby wybrać partnera z doświadczeniem, który zapewni wysoką jakość oferowanych produktów i usług. Od ponad 40 lat zaopatrujemy producentów urządzeń elektronicznych w obudowy z tworzywa sztucznego oraz świadczymy usługi modyfikacji z najwyższą starannością. Z nami możesz zaprojektować i stworzyć nową obudowę idealnie dopasowaną do Twoich potrzeb. Wybierz Nas i współpracuj z najlepszymi!

REKLAMA



eprasa.pl b722c3c0ae



Wygraj programator Microchip MPLAB PICkit 5

Debugger/programator MPLAB PICkit 5 to potężne narzędzie przyspieszające prototypowanie, które pozwala na programowanie w docelowym systemie niemal wszystkich mikrokontrolerów Microchipa. Współpracuje ze zintegrowanym środowiskiem programistycznym MPLAB X, zapewniając wydajny i łatwy w użyciu graficzny interfejs użytkownika do debugowania i programowania. To wszechstronne urządzenie jest wyposażone w szereg funkcji, które czynią je idealnym towarzyszem konstruktora-programisty.

Programator MPLAB PICkit 5 obsługuje szeroką gamę mikrokontrolerów PIC i cyfrowych kontrolerów sygnału dsPIC oraz układy AVR i SAM, a także układy bazujące na rdzeniu ARM Cortex. Udostępnia dobrze znany interfejs ICSP oraz czteroprzewodowy JTAG, Serial Wire Debug (SWD) i wirtualny port komunikacyjny UART (VCP), a dzięki karcie adaptera (AC102015) można używać standardowych złączy JTAG, SWD, ICSP i AVR.

PICkit 5 może być również zasilany z płytki docelowej i może działać samodzielnie. Pozwala wtedy programować po naciśnięciu przycisku ukrytego pod logo, ładując do układu docelowego domyślny, ustawiony wsad.

Alternatywnie programatora można używać z aplikacją mobilną MPLAB Programmer-to-Go (PTG), łącząc się ze smartfona za pośrednictwem Bluetooth, dzięki niezależnym funkcjom programowania dostępnym ze smartfona. Dzięki obsłudze PTG i możliwości zapisywania wielu obrazów programów na karcie SD można łatwo przełączać się pomiędzy różnymi zadaniami programistycznymi lub ustawić nowy domyślny obraz. To bogate w funkcje urządzenie zmniejsza koszty i oferuje funkcje i wydajność za ułamek kosztów porównywalnych debuggerów/programistów.

Kluczowe cechy:

- umożliwia bezprzewodowe sterowanie ze smartfona poprzez Bluetooth
- umożliwia wybieranie programu spośród wielu zapisanych obrazów programów na karcie SD,
- zasilanie z docelowego układu (2,7...5 V),
- złącze i kabel USB-C,
- obsługuje JTAG, SWD, UART VCP,
- płytka adaptera umożliwia użycie standardowych złączy JTAG, SWD, ICSP i AVR.

Aby mieć szansę na wygranie programatora/debuggera Microchip PICkit 5 lub aby otrzymać kupon rabatowy 15% i bezpłatną wysyłkę, należy wypełnić formularz zgłoszeniowy na stronie: https://page.microchip.com/E-Prak-PIC5.html.

Szczegółowe informacje na temat Microchip PICkit 5 można znaleźć tu: https://www.microchip.com/en-us/development-tool/pg164150.



eprasa.pl b722c3c0ae

Ulubiony Kiosk

Pobierz bezpłatnie
multimedialne dodatki
do tego wydania
Elektroniki Praktycznej

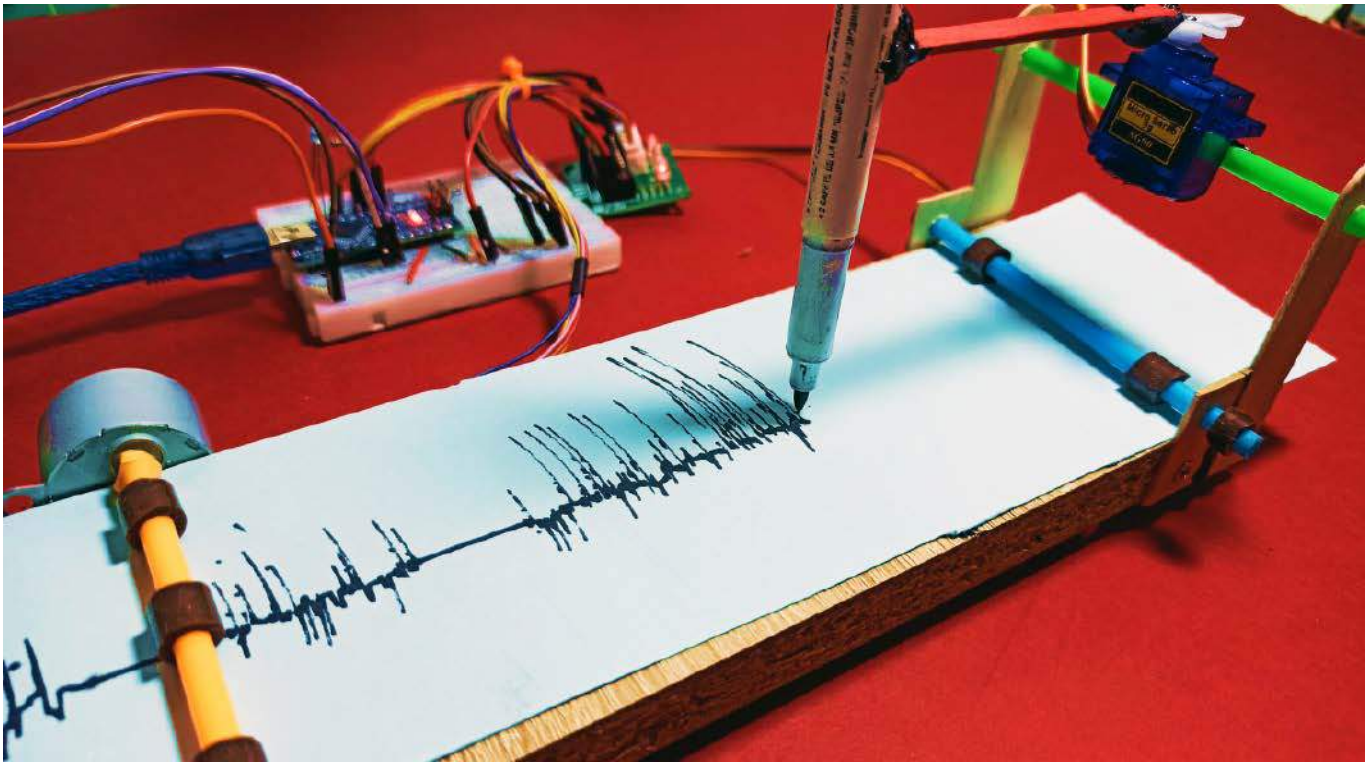
Projekty, miniprojekty, materiały do artykułów i kursów oraz wiele innych!

* **Kupiłeś magazyn** w Ulubionym Kiosku lub masz prenumeratę? Multimedialne dodatki będą odblokowane automatycznie!

* **Zakupiłeś czasopismo** u zewnętrznego dystrybutora? Odblokuj bibliotekę multimediów samodzielnie.

Szczegóły na **UlubionyKiosk.pl/media**

eprasa.pl/b722ca0dae



Prosty sejsmograf na bazie Arduino

Sejsmograf to urządzenie używane do pomiaru i rejestracji drgań i wstrząsów ziemi (trzęsień ziemi). Mierzy fale sejsmiczne generowane przez ruchy tektoniczne w skorupie ziemskiej lub przez inny rodzaj aktywności sejsmicznej i tworzy wykres w czasie w postaci sejsmogramu. W artykule zaprezentowano, jak zbudować sejsmograf z prostych i dostępnych dla każdego materiałów.

Sejsmografy są używane do monitorowania aktywności sejsmicznej na całym świecie, co pozwala na wykrywanie i analizowanie trzęsień ziemi oraz innych zjawisk geologicznych. Urządzenia te stosuje się, oprócz do wykrywania trzęsień ziemi, także do badania ruchów tektonicznych – to pozwala na lepsze zrozumienie geologii i geofizyki Ziemi. Za pomocą takich urządzeń monitoruje się również wulkany oraz lodowce, ale także stworzone przez człowieka instalacje i budowle, takie jak systemy do wydobycia ropy naftowej czy gazu, a także kopalnie itp.

Dodatkowo sejsmografy często są istotnym elementem systemów pomiarowych w geologii, gdzie są używane do badania struktur geologicznych pod powierzchnią ziemi, rejestrując odbicia sztucznych fal sejsmicznych (wywołanych przez człowieka, np. uderzając specjalnymi młotami o podłoże czy z pomocą materiałów wybuchowych) od różnych warstw skał, co pozwala na tworzenie obrazów geologicznych.

Sejsmografy mają zastosowanie w różnych dziedzinach nauki i przemysłu, które wymagają monitorowania i analizy ruchów sejsmicznych oraz zjawisk związanych z aktywnością sejsmiczną. Dzięki tym urządzeniom naukowcy mogą lepiej zrozumieć i przewidywać trzęsienia ziemi oraz inne aktywności tektoniczne, co ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa i ochrony ludzi i infrastruktury.

Pokazana w artykule konstrukcja jest oczywiście tylko uproszczonym sejsmografem, który najpewniej nie nadaje się do większości z opisanych zastosowań, jednak jest to ciekawa konstrukcja, która może być dobrym punktem wyjścia do dalszych doświadczeń.

Sejsmograf składa się z czujników wstrząsów, które rejestrują ruchy podłoża w różnych kierunkach, a także z mechanizmu rejestracji tych ruchów. Rejestracja jest zazwyczaj prowadzona na specjalnym papierze w postaci wykresu lub, coraz częściej, cyfrowo w pamięci komputera itp.

Potrzebne elementy

Konstrukcja wymaga zaledwie kilku elementów do zbudowania w pełni działającego, prostego sejsmografu. Są to:

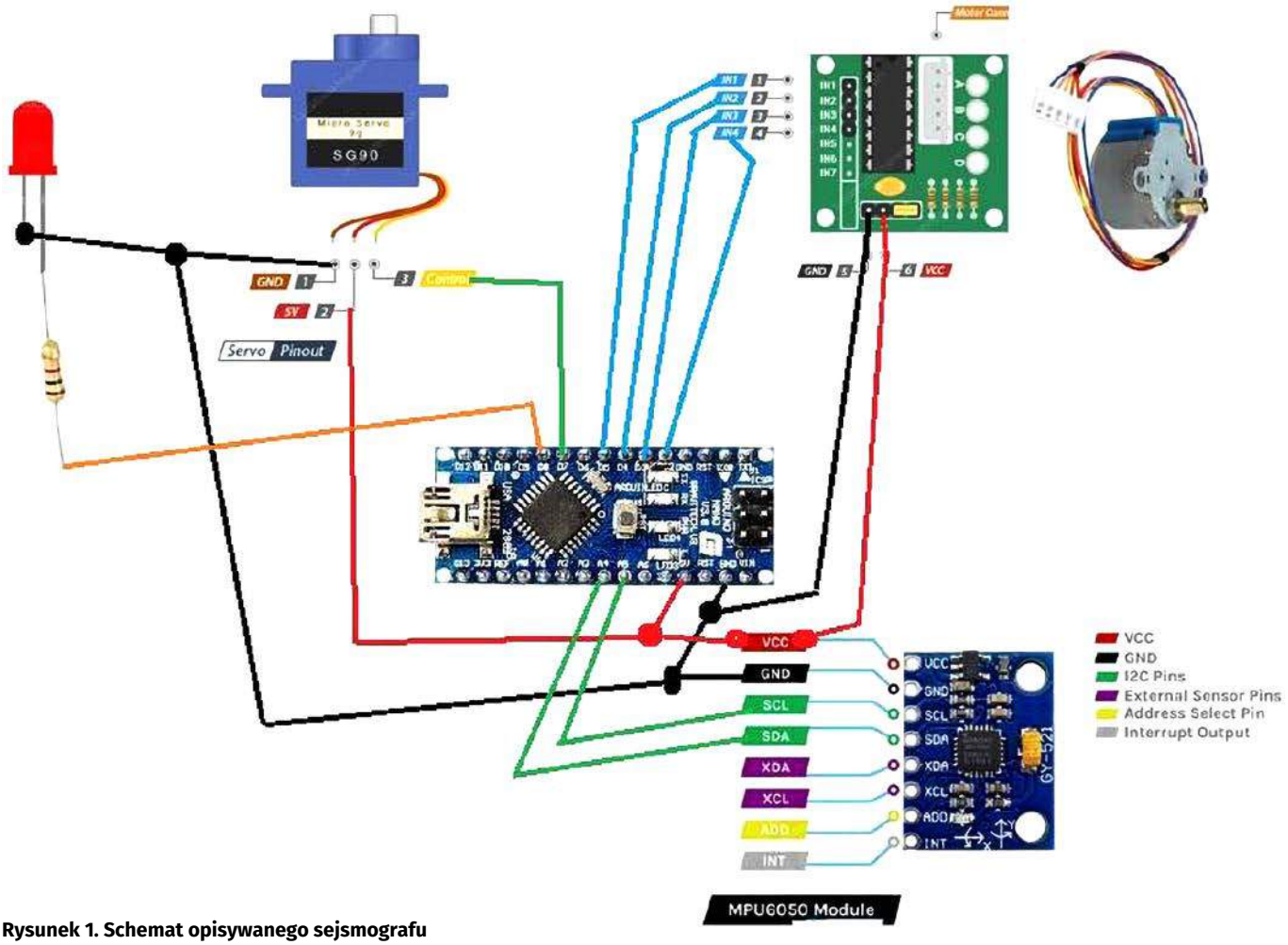
- moduł Arduino NANO,
- moduł z akcelerometrem MPU 6050,
- moduł z układem ULN2003 do sterowania silnikiem,
- silnik krokowy 28BYJ-48,
- serwo modelarskie SG90,
- opornik 470 Ω,
- dioda LED.

Ponadto potrzebne będzie oprogramowanie. Do zaprogramowania modułu wymagane jest Arduino IDE i odpowiednie sterowniki, jeśli nasz komputer ich wymaga. Oprogramowanie dla tego urządzenia zostało opracowane w środowisku Visuino, które pozwala na graficzne projektowanie i zapisywanie algorytmu, który jest następnie automatycznie tłumaczony do kodu Arduino.

Budowa układu

Konstrukcja układu jest bardzo prosta. Kluczowe elementy to elektroniczne sterowanie z płytką Arduino oraz mechaniczny układ do kreślenia sejsmogramu na papierze.

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 1. Schemat opisywanego sejsmografu

Elektronika

Schemat elektryczny układu pokazano na **rysunku 1**. Układ jest, jak można się domyślić, bardzo prosty. Sam system składa się tylko z kilku elementów, które połączyć można za pomocą przewodów lub płytki stykowej – nie ma potrzeby projektowania dla tego systemu płytki drukowanej.

Akcelerometr MPU6050 podłączony jest do wejść SDA i SCL płytki Arduino, czyli do pinów A4 (SDA) i A5 (SCL). Wejście sterowania serwomotoru znajduje się na wyprowadzeniu D7, natomiast wyprowadzenia D2, D3, D4, D5 łączą się ze sterownikiem silnika ULN2003. Dioda LED podłączona jest poprzez opornik 470 Ω do wyprowadzenia D8 płytki Arduino. Podłączenie diody LED, która wskazuje, kiedy silnik krokowy jest włączony, jest opcjonalne.

Budowa mechaniczna

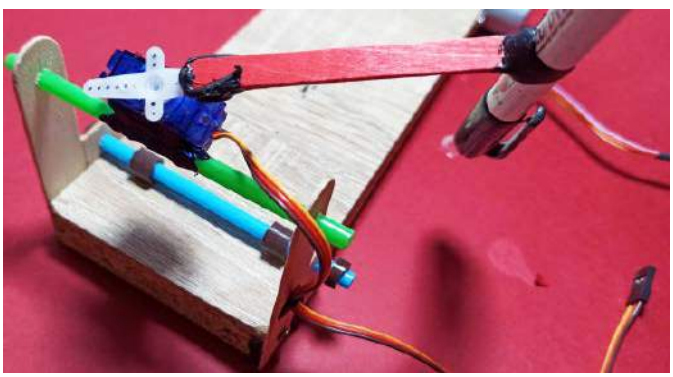
Konstrukcja mechaniczna układu jest maksymalnie uproszczona. Zawiera drewnianą podstawę, fragment gumowego węża i kilka plastikowych rurek. Na **fotografii 1** i **2** pokazano zdjęcia z prac w czasie montażu urządzenia.

Podstawą urządzenia jest fragment płyty meblowej. Przymocowane są do niej dwie osie wykonane z plastikowych rurek, na które nałożono fragmenty gumowego węża (fotografia 1). Wąż ma zapewnić większe tarcie pomiędzy osią i papierową taśmą, dzięki czemu jest ona przesuwana i nie ślizga się. Jedna z osi jest napędzana silnikiem krokowym. Zastosowano tutaj silnik krokowy z uwagi na fakt, że łatwiej jest zapewnić jego stałe, wolne obroty niż zwykłego silnika prądu stałego – układ nie ma enkodera obrotowego itp., więc nie ma innej możliwości stabilizowania obrotów, od których zależy prędkość przesuwu taśmy. Musi ona być cały czas stała, gdyż w tej osi sejsmogramu reprezentowany jest czas.

Drugi silnik – widoczny na fotografii 2, odpowiedzialny jest za przemieszczanie pisaka. Do serwomotoru przymocowany jest pisak za pomocą prostego drewnianego patyczka do lodów. Ruch serwomotoru powoduje przemieszczanie się pisaka w poprzek taśmy – ta oś to natężenie drgań ziemi.

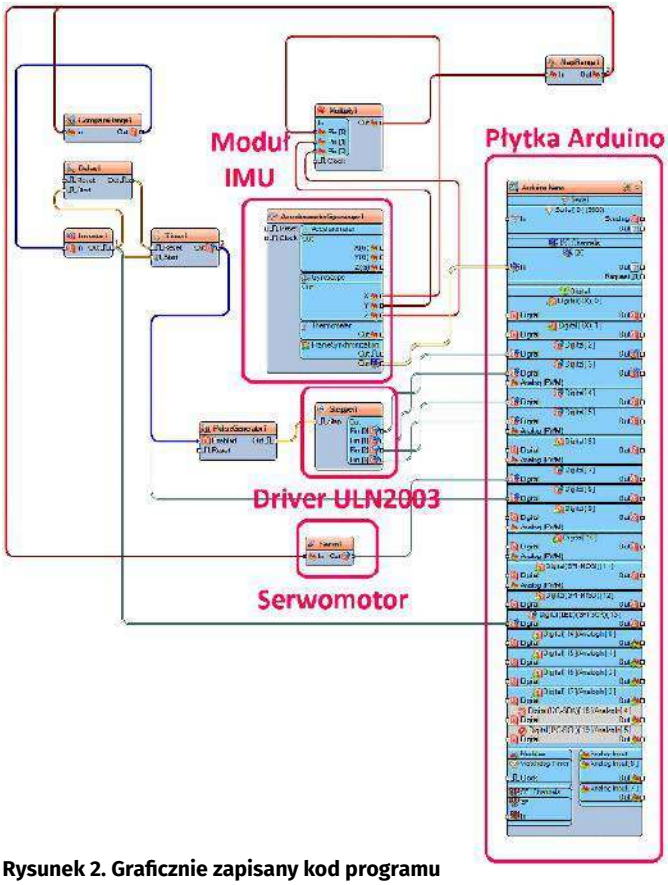


Fotografia 1. Zdjęcie z montażu urządzenia – silnik przesuwający taśmę papierową



Fotografia 2. Serwo sterujące pisakiem

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 2. Graficznie zapisany kod programu

Montaż mechaniczny jest najważniejszą częścią tego projektu. Ważne jest, aby prowadnica mechaniczna przesuwała papier, na którym marker rysuje wykres. Gdy urządzenie jest już zmontowane, możemy przejść do oprogramowania.

Oprogramowanie

System oprogramowano w środowisku Visuoino, ponieważ pozwala ono na opracowanie prostego i intuicyjnego w obsłudze projektu. Na **rysunku 2** zaprezentowano diagram programu. Nie jest to typowy kod – jest to algorytm w postaci schematu blokowego, raczej przypomina moduły elektroniczne połączone ze sobą sygnałami. Jest to rozwiązanie podobne do stosowanego w przypadku innych popularnych języków graficznych (na przykład G stosowany w środowisku LabVIEW). Na rysunku 2 naniesiono (w kolorze różowym) informację dotyczącą tego, który blok koresponduje z którym fizycznym urządzeniem w systemie.

Kod jest bardzo prosty: sygnał wyjściowy żyroskopu w postaci trzech zmiennych – *X*, *Y* i *Z*, z modułu MPU6050 (*AccelerometerGyroscope1*) jest podawany na analogowy mnożnik, gdzie zmienne są przez siebie mnożone (*Multiply1*) i podawane do funkcji mapującej (MapRange1). Jest to funkcja, która mapuje liniowo pewien zakres wartości na inny zakres. Pozwala to ograniczyć ruchy serwomotoru w granicach jego konstrukcji mechanicznej.

Wyjście funkcji mapującej steruje serwomotorem (*Servo1*) i podawane jest na komparator (*CompareRange1*), który wprawia w ruch silnik krokowy tylko wtedy, gdy wykryje sygnał z żyroskopu. Po 5 sekundach od ustania ruchu element opóźniający *Delay1* resetuje *Timer1*, który odpowiedzialny jest za ruch silnika krokowego, podając impulsy z *PulseGenerator1* na moduł sterujący *Stepper1*. W momencie gdy *Timer1* zostaje zresetowany, generator impulsów przestaje je generować, w związku z czym silnik krokowy przestaje obracać się i przesuwać papier.

Diagram Visuino jest automatycznie tłumaczony na język C do szkicu Arduino. Wynikowy plik **.ino* autor zamieścił na stronie z projektem. Kod ten jest w pełni czytelny dla człowieka, chociaż z uwagi na brak komentarzy czy zrozumiale opisanych zmiennych nie jest to najprzyjemniejsza lektura. Szkic ten można następnie otworzyć w Arduino IDE, skompilować i załadować do mikrokontrolera na płytce Arduino Nano.

Uruchomienie urządzenia

Po złożeniu i zaprogramowaniu układu system jest gotowy do działania. Należy wyciąć kawałek papieru o szerokości zespołu mechanicznego (dopasowany do szerokości rolek przesuwających papierową taśmę) i długości około 50...60 cm. Długość ta powinna zapewnić minimum 3 minuty ruchu papieru w układzie. Zainstalowanie rolki wydłużyłoby czas drukowania do wielu godzin. Na **fotografii 3** pokazano gotową konstrukcję. Po 5 sekundach od zakończenia rejestrowanych wydarzeń silnik krokowy zatrzymuje się, zatrzymując ruch papieru na podkładce.

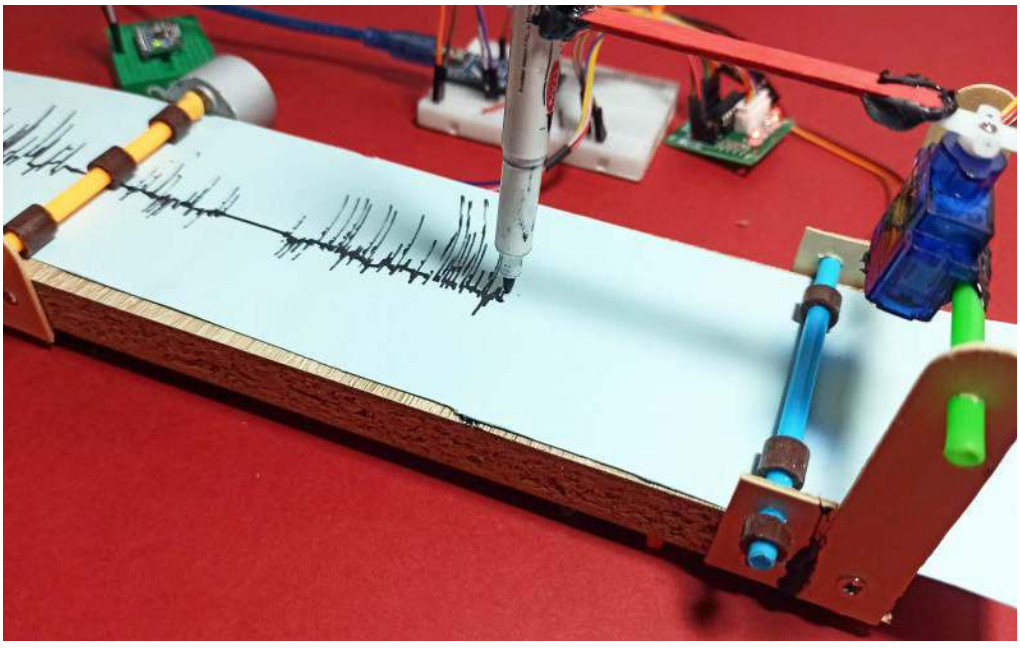
Aby przetestować układ, wystarczy przyłożyć końcówkę markera do papieru i delikatnie przesuń czujnik MPU6050. System zarejestruje drgania, silnik krokowy rozpocznie ruch, a serwomotor przesunie pisak, rysując na papierze wykres – sejsmogram.

Akcelerometr MPU6050 powinien być stabilnie zamocowany na wsporniku, dobrze przymocowany do gruntu, jeśli to jego ruchy chcemy wykrywać. Układ ten jednak można zastosować do wielu innych czynności – monitorowania ruchu urządzeń itp., a jeśli zmienimy sensor z akcelerometru na inny, możemy stworzyć np. higrometr. Ogranicza nas tylko wyobraźnia i długość papierowej taśmy.

Nikodem Czechowski, EP

Źródła:

1. https://shorturl.at/fnBNT
2. https://www.visuino.com/downloads/



Fotografia 3. Gotowy sejsmometr w czasie kreślenia

eprasa.pl b722c3c0ae

Kurs FPGA Lattice (12)

Symulacja w Icarus Verilog i GTKWave

Symulacja jest bardzo ważnym narzędziem. Pozwala uruchomić nasz kod języka Verilog w wirtualnym układzie FPGA i zweryfikować wszystkie sygnały. Dzięki temu możemy wykryć błędy w kodzie nawet przed wgraniem bitstreamu do prawdziwego FPGA.



Poprzednie odcinki znajdują się pod adresem: **https://ulubionykiosk.pl/media**

W 8. części kursu zaprezentowałem symulator EDA Playground. Jest to świetne narzędzie dla początkujących. Wystarczy wejść na stronę www.edaplayground.com, założyć konto i od razu możemy testować nasze kody w przeglądarce internetowej – bez potrzeby instalowania czegokolwiek na naszym komputerze. Symulator ten jest świetny, ale ma pewne wady:

- Wymaga połączenia z internetem.
- Serwer musi działać, a niestety rosnąca popularność symulatora sprawiła, że stał się on ofiarą własnego sukcesu i często serwery są przeciążone.
- Mamy osobne pliki do symulacji w chmurze i osobne pliki do syntezy na komputerze. Zmiany musimy wprowadzać zarówno w chmurze, jak i na komputerze. Łatwo stracić nad tym kontrolę, przez co może okazać się, że pliki do symulacji i syntezy nie będą identyczne.

Trzeci problem staje się tym większy, im bardziej rozbudowany projekt tworzymy. EDA Playground nie obsługuje żadnych narzędzi do zarządzania kodem, takich jak np. Git, więc jedyny sposób na „synchronizację" pomiędzy komputerem a chmurą to ręczne kopiowanie plików.

W tej części poznamy symulator Icarus Verilog. Kod syntezowalny oraz testbench będziemy przechowywać w projekcie Lattice Diamond. Napiszemy także proste skrypty, dzięki którym będziemy uruchamiać symulator jednym kliknięciem. Skonfigurujemy program GTK Wave, który pozwoli nam oglądać i analizować symulowane sygnały.

Instalacja Icarus Verilog

Icarus jest projektem open source i możemy go bezpłatnie stosować bez ograniczeń. Powstał jako hobbystyczny projekt Stephena Williamsa w 2007 roku. Teraz autor wraz z kilkoma innymi osobami ciągle rozwija projekt – już 16 lat.

Strona główna projektu znajduje się pod adresem https://tiny.pl/c5wzc, a różne instrukcje symulatora znajdziemy na stronie https://tiny.pl/c5wzf. Ale jak to w ogóle zainstalować? Autor udostępnia tylko kody źródłowe i instrukcję długą na kilka ekranów, jak sklonować repozytorium kodu i skompilować samemu, wklepując ręcznie litanię magicznych zaklęć w konsoli systemowej. Co gorsza – instrukcja dotyczy tylko systemu Linux.

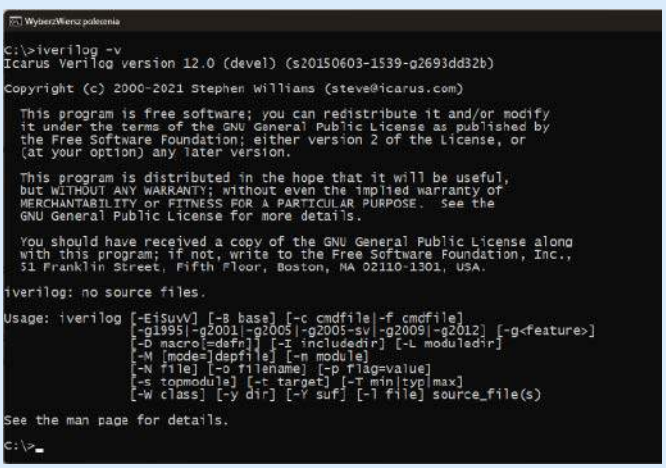
Na ratunek przychodzi Pablo Bleyer, który na swojej stronie udostępnia normalny windowsowy instalator. Ze strony https://tiny.pl/c5wz5 możemy ściągnąć instalator najnowszej wersji. W chwili pisania tego artykułu najnowsza wersja to v12 wydana 11 czerwca 2022 roku. Instalacja jest banalna i nie wymaga komentarza. Oprócz symulatora zostanie zainstalowana także przeglądarka GTKWave, która w postaci graficznej umożliwia analizowanie wyników symulacji.



Instalator skonfiguruje system tak, że pliki z rozszerzeniem **.vcd* i **.gtkw* mają być otwierane przez GTKWave.

Przetestujmy, czy wszystko zainstalowało się poprawnie. Kliknij przycisk **Start**, a następnie **Uruchom** i wpisz **cmd**, aby uruchomić wiersz poleceń. Wpisz polecenie `iverilog -v` i wciśnij enter. Powinien pokazać się komunikat z numerem wersji oraz informacjami o autorze i licencji (**rysunek 1**). Jeżeli natomiast pojawi się komunikat, że nie rozpoznano polecenia, sprawdź, czy instalator poprawnie dodał ścieżki do zmiennej środowiskowej **Path**.

W systemie Windows 11 robi się to następująco. Kliknij przycisk **Start** i wpisz „zmienne". Pojawi się opcja **Edytuj zmienne środowiskowe systemu**, którą wybieramy. Otworzy się okienko, w którym klikamy przycisk **Zmienne środowiskowe**. Pojawi się okno takie, jakie pokazano w lewej części rysunku 1. Wybieramy z listy zmienną **Path**, po czym klikamy **Edytuj**. Wyświetlone zostanie okno, które widać w prawej części **rysunku 2**. Upewnij się, że zostały dodane ścieżki zaznaczone czerwoną ramką i że prowadzą one do katalogu, w którym został zainstalowany Icarus Verilog oraz GTKWave (w szczególności, jeżeli zainstalowałeś je w innym katalogu niż domyślny).



Rysunek 1. Sprawdzanie wersji programu Icarus Verilog

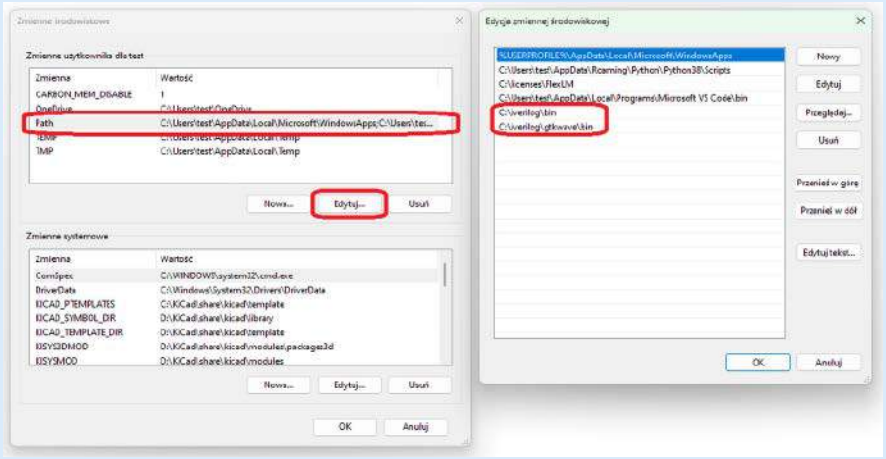
Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie https://ulubionykiosk.pl/media

eprasa.pl b722c3c0ae

Prosty testbench

W dzisiejszym odcinku będziemy pracować na kodzie, z którego korzystaliśmy w 9. i 10. części kursu, tworząc sterownik wyświetlacza multipleksowanego i klawiatury matrycowej z maszyną stanów. Aby zrozumieć kod, który będziemy omawiać w tym odcinku, trzeba już znać podstawy symulacji w języku Verilog, które zostały omówione w 8. odcinku.

Zacznijmy od czegoś prostego, aby zaznajomić się z symulatorem Icarus Verilog oraz przeglądarką GTKWave – nasz pierwszy testbench będzie służył do symulacji modułu **StrobeGenerator**, który omawialiśmy w 9. części kursu. Moduł ten służy do generowania krótkich impulsów stanu wysokiego, pojawiających się co pewien stały okres, definiowany parametrem. Jego kod pokazano na listingu 1 w odcinku 9.



Rysunek 2. Konfiguracja zmiennych środowiskowych

W Lattice Diamond otwórz projekt z 10. części kursu, a jeżeli go nie masz, możesz pobrać wszystkie potrzebne pliki z **https://tiny.pl/crlwp**. W drzewku projektu kliknij prawym przyciskiem myszy katalog **Input Files**, a następnie wybierz **Add** i **New File**. Wybieramy plik języka Verilog, nazywamy go **strobe_generator_tb.v** i zapisujemy w katalogu **StateMachine/source**. Testbenche będziemy nazywać tak samo, jak nazywają się testowane moduły, ale z dopiskiem „_tb" na końcu nazwy pliku.

W drzewku projektu pojawił się nowy plik. Musimy jeszcze zmienić przeznaczenie tego pliku. Klikamy go prawym przyciskiem myszy, a następnie wybieramy menu **Include for**. Domyślnie zaznaczoną opcją jest **Synthesis and Simulation**. Jednak pliki testbench musimy wykluczyć z syntezy. Aby to uczynić, wybieramy **Include for Simulation**. Dzięki temu syntezator nie będzie brał plików symulacji pod uwagę.

W tym pliku umieścimy kod, który pokazano na **listingu 1**. Moduł **StrobeGenerator** został omówiony w 9. części kursu – zachęcam, aby przeczytać ponownie opis jego działania, bo inaczej opis testbencha tego modułu może być mało zrozumiały.

Zadaniem testbenacha będzie utworzenie modułu **StrobeGenerator_tb**, w którym utworzymy instancję modułu **StrobeGenerator**. Do instancji doprowadzimy sygnały sterujące takie, jakie mogłaby ona otrzymać w prawdziwym układzie FPGA. W wyniku symulacji otrzymamy plik, zawierający zarejestrowane przebiegi wszystkich sygnałów od początku do końca symulacji. Będziemy mogli je przeglądać w programie GTKWave, który działa jak wirtualny analizator logiczny. Istnieje możliwość, by testbench weryfikował, czy testowany moduł podaje prawidłowe odpowiedzi na otrzymywane sygnały, jednak w tym przypadku nie będziemy korzystać z możliwości automatycznej weryfikacji i ograniczymy się tylko do ręcznego analizowania wyświetlanych przebiegów.

Przeanalizujmy kod przedstawiony na listingu 1. Testbench zaczynamy standardowo od zdefiniowania jednostek czasu (linia 1) instrukcją **`timescale**. Zwróć uwagę, że należy zastosować ukośny apostrof, znajdujący się nad klawiszem tabulatora, a nie zwykły apostrof prosty. Podstawową jednostką opóźnień, występujących po znaku #, jest jedna nanosekunda. Rozdzielczość czasowa symulacji, czyli najmniejszy mierzalny okres, to jedna pikosekunda. W tym przypadku nie ma potrzeby, by ustawiać tak małą rozdzielczość, ale robimy to w celu edukacyjnym.

Następnie mamy dwa parametry, które służą do wygenerowania sygnału zegarowego, taktującego testowany moduł. Parametr **CLOCK_FREQ_HZ** to częstotliwość zegara (linia 2). Parametr ten jest przekazywany do wszystkich podrzędnych modułów, dzięki czemu zmiana tego jednego parametru na początku testbencha ma wpływ na wszystkie komponenty. Parametr **HALF_PERIOD_NS** obliczany jest na podstawie **CLOCK_FREQ_HZ** i wyznacza czas trwania połowy okresu zegara, tzn. jak długo trwa stan wysoki lub niski (wypełnienie jest równe 50%, więc stan niski i wysoki trwają tak samo długo).

Zwróć uwagę, że kod z linii 3 jest poprawny tylko wtedy, kiedy podstawową jednostką opóźnienia jest jedna nanosekunda. Z tego powodu we wzorze pojawiła się liczba 1_000_000_000 – dokładnie tyle nanosekund jest w jednej sekundzie. Znaki podkreślenia nie

Listing 1. Testbench modułu StrobeGenerator

```
// Plik strobe_generator_tb.v
`timescale 1ns/1ps                                                    // 1

module StrobeGenerator_tb();

    parameter CLOCK_FREQ_HZ  = 10_000_000;                            // 2
    parameter HALF_PERIOD_NS = 1_000_000_000 / (2*CLOCK_FREQ_HZ);     // 3

    // Generator sygnału zegarowego
    reg Clock = 1'b1;                                                 // 4
    always begin                                                      // 5
        #HALF_PERIOD_NS;                                              // 6
        Clock = !Clock;                                               // 7
    end

    // Zmienne
    reg  Reset = 1'b0;                                                // 8
    wire Strobe;

    // Sekwencja testowa
    initial begin
        $timeformat(-6, 3, "us", 10);                                 // 9
        $display("===== START =====");                                // 10
        $display("FREQUENCY_HZ =%9d", DUT.FREQUENCY_HZ);              // 11
        $display("PERIOD_US    =%9d", DUT.PERIOD_US);                 // 12
        $display("DELAY        =%9d", DUT.DELAY);                     // 13
        $display("WIDTH        =%9d", DUT.WIDTH);                     // 14

        #1 Reset = 1'b1;                                              // 15

        repeat(3) begin                                               // 16
            @(posedge Strobe);                                        // 17
            $display("Strobe detected at%t", $realtime);              // 18
        end

        @(negedge Strobe);                                            // 19
        #1000;                                                        // 20

        $display("===== END =====");                                 // 21
        #1 $finish;                                                   // 22
    end

    // Utworzenie instancji testowanego modułu
    StrobeGenerator #(                                                // 23
        .FREQUENCY_HZ(CLOCK_FREQ_HZ),                                 // 24
        .PERIOD_US(10)                                                // 25
    ) DUT(                                                            // 26
        .Clock(Clock),
        .Reset(Reset),
        .Strobe(Strobe)
    );

    // Zapis danych wynikowych
    initial begin                                                     // 27
        $dumpfile("strobe_generator.vcd");                            // 28
        $dumpvars(0, DUT);                                            // 29
    end

endmodule
```


eprasa.pl b722c3c0ae

mają żadnego znaczenia i służą do zwiększenia czytelności długich liczb.

Aby zrobić generator sygnału zegarowego, musimy najpierw zdefiniować rejestr **Clock** i przypisać mu jakąś wartość początkową (linia 4). Sposobów na uzyskanie sygnału zegarowego jest wiele. Jednym z nich jest wykorzystanie osobnego bloku **always** (linia 5), który powtarza się w nieskończoność, równolegle z innymi procesami. Wewnątrz niego znajdują się tylko dwie instrukcje – opóźnienie o połowę okresu zegarowego (linia 6) i negowanie dotychczasowego stanu rejestru **Clock** (linia 7). W ten sposób dostajemy sygnał o wypełnieniu 50% i częstotliwości określonej parametrem **CLOCK_FREQ_HZ**.

W linii 8 definiujemy zmienne, które będą doprowadzone do portów testowanego modułu. Zmienna **Reset** jest typu **reg**, ponieważ będziemy ją modyfikować z sekwencji testowej. Zmienna **Strobe** jest zdefiniowana jako wire, ponieważ będzie ona podłączona do wyjścia testowanego modułu o tej samej nazwie i będziemy jedynie obserwować, jak zmienia się jej stan.

Przeskoczmy teraz do linii 23, gdzie utworzona zostaje instancja testowanego modułu. Moduł ma dwa parametry. Poprzez parametr **FREQUENCY_HZ** informujemy moduł, jaka jest częstotliwość sygnału zegarowego (linia 24), a w parametrze **PERIOD_US** ustawiamy żądany okres pomiędzy sygnałami strobe, jakie moduł ma generować (linia 25). Instancję testowanego modułu zwyczajowo nazywamy DUT, czyli *device under test*.

Wróćmy na początek sekwencji testowej. W bloku **initial** (linia 9) konfigurujemy, w jaki sposób ma być wyświetlany czas symulacji – w ten sposób czas będzie wyświetlany w mikrosekundach i będą widoczne trzy miejsca po przecinku. Następnie printujemy kilka parametrów. Są to: częstotliwość sygnału zegarowego, wymagany odstęp czasowy między sygnałami strobe, liczba cykli zegarowych mijająca pomiędzy sygnałami strobe i liczba bitów licznika, który zlicza te impulsy zegarowe (linie 10...14).

W linii 15 zmieniamy stan sygnału **Reset** z 0 na 1, co powoduje start pracy testowanego modułu (stan 0 oznacza zerowanie wszystkich rejestrów, stan 1 oznacza normalną pracę układu). Moduł zaczyna zliczać zbocza sygnału zegarowego i będzie generował sygnały na wyjściu **Strobe** co określony czas.

Podczas testu będziemy chcieli zaobserwować trzy sygnały strobe. Jest to wystarczająca liczba, aby wykresy czasowe były czytelne. W tym celu wykorzystamy pętlę **repeat**, którą umieszczono w linii 16. Można by zastosować także pętlę **for**, jaką znamy z C++, ale zastosowanie pętli repeat jest wygodniejsze, jeżeli nie potrzebujemy mieć dostępu do iteratora pętli.

Wewnątrz pętli, w linii 17, widzimy instrukcję `@(posedge Strobe)`, która może nieco zaskakiwać. Zwykle widzieliśmy takie konstrukcje na początku bloków always, które zwykle reagowały na zbocza sygnału **Clock** i **Reset**. Instrukcja `@` powoduje zawieszenie wykonywania programu testowego aż do wystąpienia zdarzenia określonego w nawiasach. Tak więc czekamy, aż sygnał **Strobe**, pochodzący z testowanego modułu, zmieni swój stan z 0 na 1. Kiedy to się wydarzy, wtedy wyświetlamy komunikat, że został wykryty sygnał strobe (linia 18). W ten sposób sprawimy, że na wykresach przebiegów w analizatorze GTKWave widoczne będą trzy szpilki sygnału **Strobe**.

Przed zakończeniem testu poczekamy jeszcze na zbocze opadające sygnału **Strobe** (linia 19) i dodatkowo jeszcze 1000 ns (linia 20) – tylko po to, aby na wykresie było widać pewien odstęp między zboczem opadającym a krawędzią ekranu.

Kończymy symulację poleceniem **$finish** w linii 22. W odcinku 8. używaliśmy polecenia **$stop**. Istnieje pewna subtelna różnica między tymi poleceniami i ich działanie trochę się różni w zależności od wykorzystywanego symulatora. Instrukcja **$finish** powoduje zakończenie symulacji i wyjście z symulatora, a instrukcja **$stop** powoduje wstrzymanie symulacji, a symulator przechodzi w tryb interaktywny, gdzie możemy ręcznie zmieniać sygnały wejściowe i symulować dalej.

W przypadku EDA Playground nie ma żadnej różnicy między tymi instrukcjami. W obu przypadkach symulator kończy pracę i wyświetla przebiegi sygnałów na wykresie. W przypadku ModelSim polecenie **$finish** powoduje zamknięcie programu (na szczęście najpierw się pyta, czy faktycznie chcemy go zamknąć). Natomiast w przypadku Icarus Verilog polecenie **$finish** powoduje wyłączenie symulatora, wygenerowanie pliku wynikowego i powrót do konsoli. Polecenie **$stop** w Icarus Verilog powoduje wejście w tryb poleceń symulatora, gdzie możemy nim sterować poprzez wydawanie poleceń w konsoli. Nie jest to zbyt wygodne – dlatego lepiej jest zakończyć pracę symulatora poleceniem **$finish** i resztę zrobić w GTKWave.

W linii 27 mamy jeszcze jeden blok **initial**, który wykonuje się natychmiast w chwili startu symulacji. Służy on tylko do dwóch celów. Pierwszy to utworzenie pliku, w którym będą zapisywane wszystkie informacje z symulacji za pomocą polecenia **$dumpfile**. Proponuję, by pliki nazywać tak samo, jak nazywa się plik testowanego modułu, ale z rozszerzeniem vcd (linia 28).

W linii 29 mamy instrukcję **$dumpvars**, określającą, jakie zmienne chcemy zapisać w pliku wynikowym, dzięki czemu będziemy mogli je analizować w GTKWave. Pierwszy argument polecenia może przybierać jedną z trzech możliwych wartości:

- **0** – zostaną zapisane wszystkie zmienne z modułu, którego nazwę podano w drugim argumencie. Zostaną zapisane także wszystkie zmienne we wszystkich podrzędnych modułach. Jeżeli zostanie wskazana nazwa moduły testbench, to symulator zapisze absolutnie wszystko. Należy pamiętać, że w tym przypadku plik wynikowy może okazać się bardzo duży;
- **1** – w kolejnych argumentach należy podać nazwy modułów, których zmienne nas interesują. Ta opcja pomija wszystkie zmienne z modułów podrzędnych;
- **2** – w kolejnych argumentach należy podać wszystkie zmienne, jakie nas interesują. Wszystkie zmienne, które nie zostaną jawnie podane, nie zostaną zapisane w pliku wynikowym.

Jeżeli w naszych kodach występują pamięci, to każdą z nich musimy dumpować osobnym poleceniem. Będzie o tym więcej w odcinku poświęconym pamięciom.

Prosta symulacja

Skoro mamy już gotowy testbench, możemy przystąpić do symulacji. Icarus Verilog jest symulatorem działającym w środowisku konsolowym. Zatem mamy trzy możliwości, w jaki sposób możemy z niego skorzystać:

1. Możemy otworzyć wiersz poleceń (**cmd**) i ręcznie wpisywać wszystkie polecenia.
2. Możemy napisać skrypt, który wykona wszystkie polecenia automatycznie.
3. Możemy zintegrować symulator z jakimś innym IDE niż Lattice Diamond – na przykład VS Code.

Spróbujemy zastosować metodę drugą. Utworzymy skrypt BAT, który dodamy do projektu w Diamond. Dzięki temu będziemy mogli uruchomić symulację dwoma kliknięciami prawym przyciskiem myszki bez potrzeby otwierania konsoli i wpisywania jakichkolwiek poleceń.

Otwórz katalog **StateMachine\source** i utwórz tam plik ***strobe_generator.bat***, a następnie wpisz do niego kod z **listingu 2**, korzystając z Notatnika lub innego edytora tekstu. Wróć do programu Diamond. W drzewku plików projektowych kliknij prawym przyciskiem **Input Files**, a następnie wybierz **Add New File**. Wchodzimy do katalogu **StateMachine/source** i dodajemy plik bat, który przed chwilą utworzyliśmy. Jeżeli go nie widzisz, to w polu wyboru **Files of Type** wybierz **All files (*.*)**. Skrypt pojawi się w drzewku projektowym obok innych plików źródłowych. Aby go uruchomić, wystarczy

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie https://ulubionykiosk.pl/media

eprasa.pl b722c3c0ae

go dwukrotnie kliknąć. Na **rysunku 3** pokazano drzewko projektowe, zawierające skrypty BAT do symulacji wszystkich modułów projektu oraz pliki GTWK, które uruchamiają analizator GTKWave.

Omówimy teraz wszystkie linie skryptu z listingu 2. Linia 1 ma znaczenie czysto kosmetyczne – powoduje, że na konsoli zostaną ukryte nazwy katalogów oraz polecenia, jakie są wykonywane przez system. Zobaczymy tylko efekty tych poleceń. Linie 2 i 3 to polecenia zmiany katalogu, w którym wywoływane są polecenia. Jeżeli wywołujemy skrypt z programu Diamond, to startuje on w katalogu głównym projektu, więc trzeba przejść do katalogu implementacji i następnie katalogu plików źródłowych. W przypadku kiedy skrypt zamierzamy wywoływać np. bezpośrednio z eksploratora Windows należałoby te linie usunąć.

W linii 4 wywołujemy kompilator **iverilog**. Przetwarza on pliki kodu źródłowego na plik *.o, który jest uruchamiany na maszynie wirtualnej symulatora. W pierwszym argumencie podajemy nazwę pliku wyjściowego (jego nazwa i rozszerzenie mogą być dowolne), a dalej podajemy nazwy plików testbencha, testowanego modułu i ewentualnie pliki wszystkich podrzędnych modułów.

Linia 5 wywołuje symulator **vvp**, który ma wykonać plik *.o, otrzymany w poprzednim kroku. W tym kroku zostaną wyprintowane wszystkie komunikaty, jeżeli w kodzie testbencha znajdują się takie polecenia jak **$display** lub **$monitor**.

W linii 6 kasujemy plik wynikowy kompilatora. Po pierwsze, nie będzie już potrzebny, a po drugie – uniemożliwi to wykonanie symulacji przy kolejnym wywołaniu skryptu, jeżeli podczas kompilacji zostanie wykryty jakiś błąd. Mogłoby się tak zdarzyć, że zmieniamy coś w plikach źródłowych, ale popełniamy jakiś błąd. Wywołanie kompilatora w linii 4 kończy się niepowodzeniem, ale na dysku wciąż mamy plik *.o wygenerowany przy poprzednim wywołaniu skryptu. Ten plik ponownie jest symulowany, a my widzimy różne komunikaty wyświetlane przez symulator. Można w takiej sytuacji nie zauważyć, że kompilator zgłosi błąd. Z tego powodu lepiej skasować plik *.o, bo jeżeli go nie będzie, to wtedy symulator także zgłosi błąd i nie będzie możliwości, by tego nie zauważyć.

Linia 7 to pauza. System będzie czekał na wciśnięcie dowolnego przycisku. Zastosowanie tego polecenia ma sens, jeżeli skrypt wywołujemy ze środowiska Diamond albo z eksploratora Windows, ponieważ okno konsoli automatycznie zamyka się po zakończeniu skryptu. W przypadku kiedy skrypt wywołujemy z konsoli, wtedy możemy to polecenie usunąć.

Uruchom skrypt, klikając dwukrotnie jego nazwę w drzewku projektu. Powinno otworzyć się okno wiersza poleceń, na którym zobaczysz takie komunikaty, jakie pokazano na **rysunku 4**.

Listing 2. Skrypt strobe_generator.bat

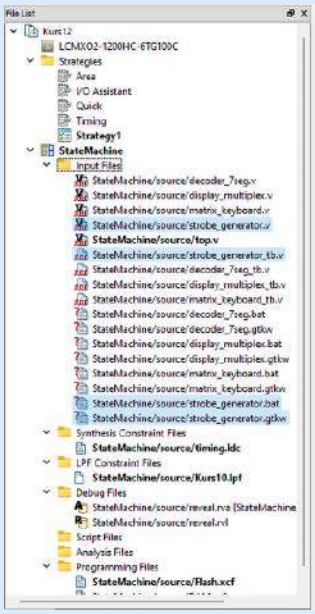
```
@echo off                                                                    1
cd StateMachine                                                              2
cd source                                                                    3
iverilog -o strobe_generator.o strobe_generator.v strobe_generator_tb.v     4
vvp strobe_generator.o                                                       5
del strobe_generator.o                                                       6
pause                                                                        7
```

Prosta analiza

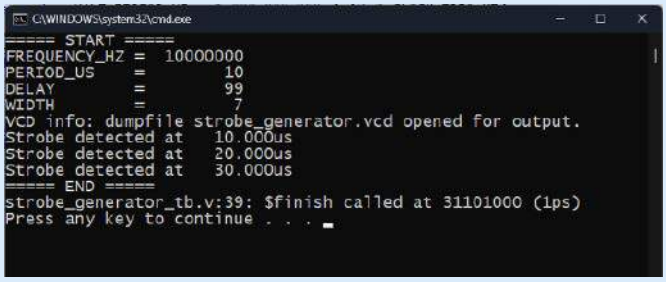
Dane wynikowe z symulacji zostały zapisane do pliku ***strobe_generator.vcd*** – zgodnie z poleceniem, jakie zostało umieszczone w linii 28 listingu 1. Otwórz ten plik. Powinna uruchomić się przeglądarka GTKWave. Widzisz teraz puste okno bez żadnych widocznych sygnałów. Skonfigurujemy program w taki sposób, aby uzyskać efekt taki, jaki pokazano na **rysunku 5**. W lewym górnym okienku, oznaczonym etykietą SST, widać nazwę modułu nadrzędnego **StrobeGenerator_tb**.

Kliknij ikonkę **+** po lewej stronie jego nazwy. Rozwinie się drzewko zawierające tylko jeden element podrzędny, mianowicie moduł **DUT**. Gdyby w naszym projekcie było więcej modułów, wtedy w tym miejscu byśmy zobaczyli całą hierarchię projektu. Kliknij moduł **DUT**. W lewym dolnym okienku pokażą się wszystkie zmienne, które występują w tym module. To, że widzimy tylko zmienne występujące w podrzędnym module DUT, a nie w nadrzędnym module **StrobeGenerator_tb**, wynika z linijki 29 listingu 1.

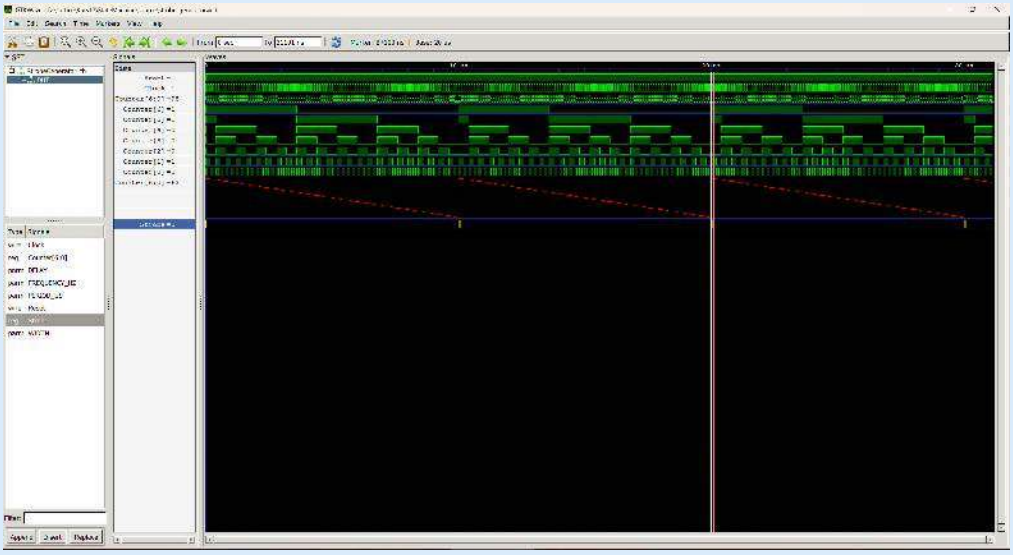
Kliknij zmienną **Reset** i przeciągnij ją do okienka **Signals**. Następnie przeciągnij **Clock**, **Counter**, jeszcze raz **Counter**



Rysunek 3. Drzewko plików projektowych po dodaniu skryptów symulujących oraz plików konfiguracji przeglądarki GTKWave



Rysunek 4. Komunikaty symulacji modułu StrobeGenerator



Rysunek 5. Przebiegi sygnałów z symulacji modułu StrobeGenerator wyświetlone w programie GTKWave

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie
https://ulubionykiosk.pl/media

eprasa.pl b722c3c0ae

i **Strobe**. W oknie wykresy pojawią się poziome linie, a na liniach **Counter** będzie wyświetlana liczba 63 przez całą szerokość ekranu. Domyślnie powiększenie jest tak duże, że po prostu widzimy fragment obejmujący pojedyncze pikosekundy. Aby zmienić powiększenie, naciśnij przycisk CTRL i pokręć kółkiem myszki. Możesz użyć skrótu CTRL-0 (zero obok przycisku backspace), aby automatycznie dopasować powiększenie w taki sposób, żeby cała symulacja od początku do końca zmieściła się na ekranie. Inny sposób na dopasowanie automatyczne powiększenia to kliknięcie przycisku **Zoom fit** (czwarty od lewej w górnym pasku narzędzi). Możemy powiększyć interesujący nas fragment wykresu, zaznaczając go myszką i trzymając wciśnięty prawy przycisk myszki.

W okienku **Signals** kliknij sygnał **Strobe**. Jego nazwa podświetli się na niebiesko. Strzałkami w prawo i w lewo na klawiaturze możesz przesuwać marker do kolejnego i poprzedniego zbocza sygnału. Na górze, po prawej stronie przycisków w pasku narzędzi widoczny jest znacznik czasowy, pokazujący, ile czasu upłynęło od początku symulacji do obecnego położenia markera.

Możemy łatwo zmierzyć czas pomiędzy dwoma zdarzeniami. Ustawiamy marker na interesujące nas zbocze sygnału, klikając je myszką lub nawigując strzałkami na klawiaturze. Następnie naciskamy **przycisk B** lub z menu **Markers** wybieramy opcję **Copy Primary –> B Marker**. Następnie możemy przesunąć marker do innego interesującego nas zdarzenia. W pasku na górze zostanie wyświetlony odstęp czasowy między tymi dwoma zdarzeniami. W ten sposób możemy zmierzyć okres sygnału **Strobe**. Jest to 10 µs. Szpilki stanu wysokiego na tym sygnale trwają 100 ns.

Kliknij dowolną szpilkę widoczną w sygnale **Strobe**, a następnie przybliż wykres, wciskając CTRL i kręcąc kółkiem myszki. Przy odpowiednio dużym powiększeniu staną się widoczne cyferki, przedstawiające wartość dwóch liczników **Counter**, które dodaliśmy wcześniej.

Stan licznika jest wyświetlany w formacie szesnastkowym. Byłoby wygodniej, abyśmy widzieli liczby w formacie dziesiętnym. Aby to zmienić, prawym przyciskiem myszy klikamy jedną z dwóch etykiet **Counter** w okienku **Signals**. Z menu, które się pokaże, wybieramy następnie **Data Format** i **Decimal**. Po zmianie na system dziesiętny okazuje się, że licznik liczy od 99 do 0.

Drugi licznik **Counter** przedstawimy w sposób analogowy. Klikamy jego etykietę prawym przyciskiem myszy, a następnie wybieramy **Analog** i **Step**. Stan licznika zostanie przedstawiony w sposób analogowy, przypominający przebieg trójkątny. Może się okazać, że przebieg analogowy jest mało czytelny, kiedy mieści się na jednej „linijce” wykresu. Aby go rozszerzyć, klikamy ponownie prawym przyciskiem myszy i wybieramy **Insert Analog Height Extension.** Można tę czynność powtórzyć kilka razy.

Możemy także pozmieniać kolory sygnałów wedle naszego uznania. Klikamy wybrany sygnał prawym przyciskiem myszy i następnie z menu **Color Format** możemy wybrać kolor, jaki nam się podoba. Warto włączyć cienie pod sygnałami, które znajdują się w stanie wysokim. Zdecydowanie to ułatwia analizę wykresów. Aby włączyć cieniowanie, wybieramy menu **View**, a następnie **Show Filled High Values**.

Zapiszmy wszystkie ustawienia. W menu **File** wybieramy **Write Save File**. Zapisujemy go jako **strobe_generator.gtkw**. Dziwić może trochę to, że plik analizy został nazwany przez autora programu jako „Save File”. Zatem zapisujemy go opcją **Write Save File**, a odczytujemy poprzez **Read Save File**. Pliki *.gtkw możemy otworzyć także poprzez dwukrotnie kliknięcie w Eksploratorze Windows. Pliki *.gtkw możesz także dodać do środowiska Diamond, aby można było je otworzyć bezpośrednio z tego programu.

Wróć do listingu 1 i w linii 25 zmień czas z 10 µs na 12 µs. Uruchom ponownie symulację. Następnie wróć do GTKWave

Listing 3. Kod pliku matrix_keyboard_tb.v

```
// Plik matrix_keyboard_tb.v

`timescale 1ns/1ps
module MatrixKeyboard_tb();

    parameter CLOCK_FREQ_HZ  = 1_000_000;
    parameter HALF_PERIOD_NS = 1_000_000_000 / (2 * CLOCK_FREQ_HZ);

    // Generator sygnału zegarowego
    reg Clock = 1'b1;
    always begin
        #HALF_PERIOD_NS;
        Clock = !Clock;
    end

    // Zmienne testowe
    reg        Reset = 1'b1;                                    // 1
    reg  [3:0] Rows  = 4'd0;
    wire [7:0] Cathodes;
    wire [7:0] Segments;
    wire       SwitchCathode;
    wire       KeyStrobe;
    wire       KeyPressed;
    wire [4:0] KeyCode;

    // Symulacja wejść
    always @(Cathodes) begin                                    // 2
        if(DUT.State == DUT.ANALYZE)                            // 3
            $error("Cathodes changed during analysis");         // 4

        if(!KeyPressed)                                         // 5
            case(Cathodes)                                      // 6
                8'b00000001: Rows = 4'b0000;
                8'b00000010: Rows = 4'b0000;
                8'b00000100: Rows = 4'b0100;                    // 7
                8'b00001000: Rows = 4'b0000;
                8'b00010000: Rows = 4'b0000;
                8'b00100000: Rows = 4'b0000;
                8'b01000000: Rows = 4'b0000;
                8'b10000000: Rows = 4'b0000;
                default:     Rows = 4'bXXXX;                    // 8
            endcase
        else
            Rows = 4'b0000;                                     // 9
    end

    // Sekwencja testowa
    initial begin                                               // 10
        $timeformat(-6, 0, "us", 10);
        $display("===== START =====");
        $display("FREQUENCY_HZ =%9d", CLOCK_FREQ_HZ);
        $display("DELAY        =%9d",
                 DisplayMultiplex0.StrobeGenerator0.DELAY);
        $display("WIDTH        =%9d",
                 DisplayMultiplex0.StrobeGenerator0.WIDTH);

        #5 Reset = 1'b0;
        #5 Reset = 1'b1;

        $display("      Time  Cathode  Rows Pressed Code");      // 11

        repeat(30) begin                                        // 12
            @(posedge SwitchCathode);                           // 13
            $display("%t       %d %b      %b  %d",             // 14
                $realtime,
                DisplayMultiplex0.Selector,
                Rows,
                KeyPressed,
                KeyCode
            );
        end

        #100;

        $display("===== END =====");
        #1 $finish;
    end

    // Instancja sterownika wyświetlacza multipleksowanego
    DisplayMultiplex #(                                         // 15
        .FREQUENCY_HZ(CLOCK_FREQ_HZ),
        .SWITCH_PERIOD_US(50),                                  // 16
        .DIGITS(8)
    ) DisplayMultiplex0(
        .Clock(Clock),
        .Reset(Reset),
        .Data(32'h01234567),
        .DecimalPoints(8'b00000001),
        .Cathodes(Cathodes),
        .Segments(Segments),
        .SwitchCathode(SwitchCathode)
    );

    // Instancja sterownika klawiatury matrycowej
    MatrixKeyboard DUT(                                         // 17
        .Clock(Clock),
        .Reset(Reset),
        .SwitchCathode(SwitchCathode),
        .Rows(Rows),
        .Cathodes(Cathodes),
        .KeyStrobe(KeyStrobe),
        .KeyPressed(KeyPressed),
        .KeyCode(KeyCode)
    );

    // Zapis danych wynikowych
    initial begin
        $dumpfile("matrix_keyboard.vcd");
        $dumpvars(0, MatrixKeyboard_tb);
    end

endmodule
```


Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie
https://ulubionykiosk.pl/media

eprasa.pl b722c3c0ae

i kliknij przycisk **Reload**, w górnym pasku narzędzi (pierwszy od prawej) lub naciśnij CTRL+SHIFT+R. Program ponownie wczyta plik VCD, który powstał w wyniku symulacji i wyświetli nowe przebiegi sygnałów. Może będzie potrzebne dostosowanie powiększenia za pomocą kombinacji przycisków CTRL+0.

Wróć jeszcze raz do linii 25 listingu 1 i zmień czas na 100 µs. Przeprowadź symulację i załaduj ponownie dane do GTKWave. Niespodzianka! Liczniki **Counter** zniknęły z widoku wykresów. Trzeba dodać je ponownie. Jest to prawdopodobnie jakiś błąd w GTKWave i pojawia się w sytuacji, kiedy zmienia się liczba bitów obserwowanego sygnału. Moduł **StrobeGenerator** sam dobiera sobie liczbę bitów licznika **Counter**, aby optymalnie wykorzystać zasoby FPGA. W przypadku czasu 10 µs oraz 12 µs, wystarczył licznik 7-bitowy, co zostało wyprintowane w logu z symulacji (WIDTH=7). Kiedy licznik ma zliczać impulsy zegarowe przez 100 µs, wtedy potrzebny jest licznik 10-bitowy (WIDTH=10). Zmiana szerokości licznika powoduje usunięcie go z GTKWave.

Bardziej skomplikowany testbench

Napiszemy teraz testbench do modułu **MatrixKeyboard** w wersji z maszyną stanów, który opracowaliśmy w 10. odcinku kursu. Gorąco zachęcam, aby przed analizowaniem testbencha przypomnieć sobie działanie tego modułu.

Moduł klawiatury matrycowej działa we współpracy z modułem wyświetlacza multipleksowanego. W naszym wyświetlaczu znajduje się osiem cyfr, a w klawiaturze jest osiem kolumn przycisków, zorganizowanych w cztery rzędy, co daje sumarycznie 32 przyciski.

Moduł wyświetlacza wybiera, która cyfra jest aktywna w danej chwili, ustawiając stan wysoki na jednej z ośmiu katod wyświetlacza. Wraz ze zmianą aktywnej katody zmienia się także aktywna kolumna przycisków. Po uaktywnieniu kolumny sterownik odczytuje stan rzędów przycisków na wejściu **Rows** i rozpoczyna analizę.

Nasz testbench będzie zawierał instancję modułu **MatrixKeyboard**, który zamierzamy przetestować, ale także będziemy musieli umieścić w nim instancję modułu **DisplayMultiplex**. Dodatkowo będziemy musieli napisać dodatkowy blok, który będzie zajmował się podawaniem symulowanych sygnałów **Rows** w taki sposób, aby odpowiadało to rzeczywistemu wciskaniu i puszczaniu przycisku. Zatem testbench będzie musiał obserwować pracę swoich wewnętrznych modułów i na podstawie tego będzie dostosowywał sygnały doprowadzone do testowanego modułu.

Przeanalizujmy testbench symulujący moduł klawiatury matrycowej, pokazany na **listingu 3**. Testbench rozpoczynamy, tworząc generator sygnału zegarowego w taki sam sposób, jak na listingu 1, więc nie będziemy tego fragmentu omawiać drugi raz. Przejdźmy do opisu zmiennych, które rozpoczynają się w linii 1:

- **Reset** – sygnał resetujący, stan wysoki to normalna praca, stan niski to inicjalizacja układu;
- **Rows** – jest to 4-bitowa zmienna typu reg mająca na celu udawanie wciskania przycisków. Jest sterowana przez algorytm testbencha i doprowadzona jest do wejścia Rows modułu MatrixKeyboard;
- **Cathodes** – 8-bitowa zmienna sterowana przez moduł wyświetlacza i doprowadzona do wejścia moduły MatrixKeyboard;
- **SwitchCathode** – zmienna sterowana przez moduł DisplayMultiplex i odczytywana przez MatrixKeyboard. Stan wysoki oznacza przełączanie aktywnej katody wyświetlacza i przełączanie aktywnej kolumny przycisków. Sygnał ten jest poprowadzony z wyjścia sterownika wyświetlacza do wejścia sterownika klawiatury;
- **KeyStrobe** – sygnał sterowany przez moduł klawiatury, informujący o wciśnięciu przycisku, przyjmujący stan wysoki na jeden cykl zegarowy;
- **KeyPressed** – sygnał sterowany przez moduł klawiatury, przyjmujący stan wysoki tak długo, jak długo wciśnięty jest jeden z przycisków;
- **KeyCode** – 5-bitowy kod ostatnio wciśniętego przycisku, może przybierać stany od 0 do 31, sterowany jest przez moduł klawiatury.

Przejdźmy do linii 2. Rozpoczynamy tam blok always, który wykonuje się po każdej zmianie stanu 8-bitowej zmiennej **Cathodes** i na jej podstawie ustala nowy stan **Rows**. Jeżeli żaden z przycisków nie jest aktualnie wciśnięty, to spełniony jest warunek z linii 5. Wtedy za pomocą instrukcji case ustawiamy w stan wysoki kedynie jeden bit w zmiennej **Rows** tylko dla jednej katody (linia 7). Instrukcja **default** w linii 8 nigdy nie powinna się wykonać, a w razie wystąpienia takiej nieprawidłowej sytuacji zmienna **Rows** zostanie ustawiona w stan nieokreślony (linia 8). Można by się pokusić, by w takiej sytuacji także zgłosić błąd za pomocą $error lub $fatal. Jeżeli już zostało wykryte wciśnięcie któregoś przycisku, czyli warunek z linii 5 nie jest spełniony, to wykona się operacja z linii 9, czyli zmienna **Rows** będzie miała stan 0 dla każdej katody. Taka sytuacja powinna sprawić, że moduł klawiatury rozpozna puszczenie przycisku.

W ten właśnie sposób będziemy symulować wciskanie i puszczanie przycisku, znajdującego się w drugiej kolumnie i drugim rzędzie (zaczynając liczenie od zera), czyli jest to przycisk numer 10.

Warunek z linii 3 pełni bardzo ważną funkcję – sprawdza, czy odstęp czasu pomiędzy przełączaniem katod nie jest zbyt krótki. Analizowanie danych z wejść klawiatury odbywa się za pomocą maszyny stanów, która sprawdza wszystkie przyciski po kolei. Zajmuje to ponad 30 taktów zegarowych. W tym czasie nie może dojść do zmiany katody, bo układ będzie działał niepoprawnie. W linii 3 sprawdzamy, czy zmiana katody nastąpiła wtedy, kiedy zmienna przechowująca stan była równa ANALYZE (jest to stała nazwana poprzez localparam). Jeżeli ten warunek zostanie spełniony, to symulacja ma się skończyć natychmiast na skutek instrukcji **$fatal()** i wyświetlić komunikat o błędzie.

Spróbuj wywołać błąd, zmieniając czas przełączania katod na krótszy. W linii 16 jest on ustawiany za pomocą parametru **SWITCH_PERIOD_US**. W listingu jest ustawiony na 50 µs, ale spróbuj przeprowadzić symulację po zmianie go na 10 µs.

Przejdźmy teraz do linii 10, w której rozpoczyna się blok **initial** z sekwencją testową. Sekwencja w gruncie rzeczy polega na zmianie sygnału **Reset** z 0 na 1, co uruchamia moduł klawiatury i wyświetlacza, a dalej jedyna aktywność wykonuje się w bloku always symulującym wejścia **Rows**, omówionym wcześniej.

Podczas symulacji będziemy chcieli wyświetlić na konsoli różne informacje w formie tabelarycznej. W linii 11 wyświetlamy nagłówek tabeli poleceniem **$display**. Spacje w ciągu znaków zostały dodane celowo, aby wyrównać tekstowy nagłówek względem kolumn liczbowych, które zostaną wyprintowane poniżej.

Załóżmy, że chcemy obserwować, co się dzieje przez czas 30 przełączeń katod. Nie chcemy wchodzić w szczegóły, ile to będzie cykli zegara czy jaki to czas w nanosekundach. Wygodniej będzie odliczać poszczególne przełączenia katod. Takie podejście sprawia, że możemy dowolnie zmieniać częstotliwość symulowanego zegara czy okres przełączania katod bez potrzeby modyfikowania reszty testbenchu.

Posłużymy się pętlą repeat, która wykona się 30 razy (linia 12). Pierwszą instrukcją w tej pętli jest instrukcja oczekiwania na zbocze rosnące sygnału **SwitchCathode** (linia 13), który nadawany jest przez moduł wyświetlacza i odbierany przez moduł klawiatury. Podkreślić należy, że instrukcja oczekiwania @ zatrzymuje tylko wykonywanie bloku, w którym ta instrukcja występuje – natomiast wszystkie pozostałe bloki mogą wykonywać się dalej w sposób równoległy.

Kiedy już wystąpi zbocze rosnące na sygnale **SwitchCathode**, wtedy wyświetlamy na konsoli informację o stanie kilku interesujących nas zmiennych funkcją **$display**. Można za jej pomocą wyświetlać zmienne podobnie, jak robi to funkcja **printf** znana z C++. Znak% w ciągu znaków oznacza, że w jego miejsce ma być wstawiona wartość zmiennej, która jest podana w jednym z kolejnych

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie
https://ulubionykiosk.pl/media

eprasa.pl b722c3c0ae

Listing 4. Skrypt matrix_keyboard.bat

```
@echo off
cd StateMachine
cd source
iverilog -o matrix_keyboard.o matrix_keyboard.v matrix_keyboard_tb.v display_multiplex.v strobe_generator.v decoder_7seg.v
vvp matrix_keyboard.o
del matrix_keyboard.o
pause
```

Listing 5. Zapisy w konsoli po symulacji

```
===== START =====
FREQUENCY_HZ =   1000000
DELAY        =        49
WIDTH        =         6
VCD info: dumpfile matrix_keyboard.vcd opened for output.
      Time  Cathode  Rows Pressed Code
       50us        0  0000       0    0
      100us        1  0000       0    0
      150us        2  0100       1   10
      200us        3  0000       1   10
      250us        4  0000       1   10
      300us        5  0000       1   10
      350us        6  0000       1   10
      400us        7  0000       1   10
      450us        0  0000       1   10
      500us        1  0000       1   10
      550us        2  0000       0   10
      600us        3  0000       0   10
      650us        4  0000       0   10
      700us        5  0000       0   10
      750us        6  0000       0   10
      800us        7  0000       0   10
      850us        0  0000       0   10
      900us        1  0000       0   10
      950us        2  0100       1   10
     1000us        3  0000       1   10
     1050us        4  0000       1   10
     1100us        5  0000       1   10
     1150us        6  0000       1   10
     1200us        7  0000       1   10
     1250us        0  0000       1   10
     1300us        1  0000       1   10
     1350us        2  0000       0   10
     1400us        3  0000       0   10
     1450us        4  0000       0   10
     1500us        5  0000       0   10
===== END =====
matrix_keyboard_tb.v:76: $finish called at 1500101000 (1ps)
Press any key to continue . . .
```

argumentów tej funkcji. W linii 14 wyświetlamy kilka zmiennych w formacie:

- **%t** – czasowym, który został dokładnie określony za pomocą funkcji **$timeformat**,
- **%d** – dziesiętnym,
- **%b** – binarnym.

Skoro testbench mamy już gotowy, to pozostaje tylko przygotowanie skryptu, który przeprowadzi symulację. Został pokazany na **listingu 4**. Zwróć uwagę, że w argumentach programu iverilog podajemy nazwy plików wszystkich modułów, które są używane w naszym testbenchu. Po uruchomieniu symulacji powinieneś zobaczyć wynik taki, jaki został pokazany na **listingu 5**.

Bardziej skomplikowana analiza

W wyniku symulacji powstał plik ***matrix_keyboard.vcd***, który zawiera informacje o zmianach wszystkich zmiennych. Otwórz go w programie GTKWave, po czym naciśnij kombinację CTRL 0 (zero niedaleko przycisku backspace), aby automatycznie dopasować powiększenie.

Skonfigurujemy przeglądarkę w taki sposób, aby uzyskać rezultat

Listing 6. Kod pliku state.gtkw

```
001 WAIT
010 READ
100 ANALYZE
```

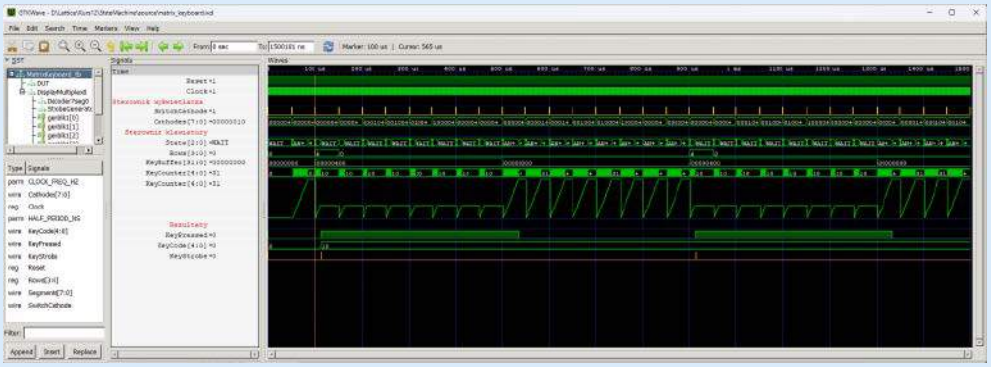
pokazany na **rysunku 6**. W pierwszej kolejności dodaj sygnały, które są widoczne na tym rysunku i ustaw im odpowiedni format systemu liczbowego – dziesiętny, szesnastkowy lub binarny. Zmienna **State** ma format enum, który omówimy kilka akapitów dalej.

Czerwone etykiety, jakie widzimy na rysunku 6, to komentarze. Możemy je umieścić, klikając na listę sygnałów prawym przyciskiem myszy, a następnie należy wybrać opcję Insert **comment**. Dzięki nim możemy podzielić gmatwaninę wykresów na sekcje, co sprawia, że wykresy stają się bardziej czytelne.

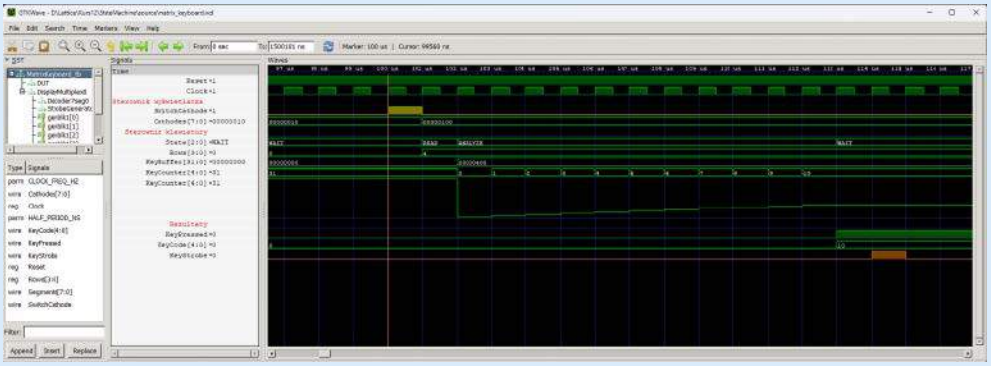
Zwiększ powiększenie, aby uzyskać obraz taki, jak pokazano na **rysunku 7** – wybierz okres pomiędzy zmianą katody a rozpoznaniem wciśnięcia przycisku numer 10. Przyjrzyjmy się bliżej zmiennej **State**, która określa maszynę stanów wewnątrz modułu **MatrixKeyboard**. Formalnie rzecz biorąc, jest to 3-bitowa zmienna typu reg, jednak nam, ludziom, wygodniej jest widzieć etykiety tekstowe niż jedynki i zera. Dlatego skorzystamy z możliwości, by zamiast liczb pokazywać napisy.

Niestety sposób przypisania etykiet w GTKWave jest absolutnie nieintuicyjny. W pierwszej kolejności musimy utworzyć dodatkowy plik, w którym przypisane są wartości liczbowe do etykiet tekstowych. Utwórzmy plik **state.gtkw** (nazwa pliku może być dowolna) i umieśćmy w nim dane, jakie przedstawiono na **listingu 6**.

Następnie klikamy zmienną **State** prawym przyciskiem myszy, a później z menu kontekstowego wybieramy **Data Format, Translate Filter File i Enable and Select**. Pojawi się okienko, w którym



Rysunek 6. Przebiegi sygnałów uzyskane po symulacji kodu z listingu 3



Rysunek 7. Przybliżenie na moment rozpoznania wciśnięcia przycisku nr 10

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie https://lubionykiosk.pl/media

eprasa.pl b722c3c0ae



Rysunek 8. Okno z wyborem pliku etykiet tekstowych

należy kliknąć przycisk **Add Filter to List**. Wskazujemy plik ***state.gtkw*** i klikamy OK. Adres do pliku pojawił się w okienku. Musimy go kliknąć, aby został podświetlony na niebiesko, tak jak to zostało przedstawione na **rysunku 8**. Jeżeli nie będzie podświetlony na niebiesko, to etykiety się nie pokażą! Następnie klikamy OK.

Klikamy prawym przyciskiem myszy **State** na liście wyświetlanych przebiegów kolejny raz. Tym razem musimy wybrać **Data Format**, a następnie **Enum**. Dopiero wtedy jedynki i zera zostaną zastąpione przez etykiety tekstowe. Zapiszmy plik analizy, klikając menu **File** i **Write Save File**. Dzięki temu będzie można szybko powrócić do analizy, kiedy w pliku testbencha lub testowanych modułach zostanie coś zmienione.

Symulator Icarus Verilog oraz przeglądarka GTKWave mają jeszcze mnóstwo innych możliwości, ale nie będziemy ich na razie omawiać. Wiedza zdobyta podczas tego odcinka pozwoli nam tworzyć i symulować nieco bardziej skomplikowane moduły, niż dotychczas omawialiśmy podczas kursu.

W tej części omówiliśmy pliki testbenchy, skryptów i analiz, które dodawaliśmy do środowiska Lattice Diamond. Należy to traktować jako propozycję organizowania plików projektowych. Nie ma bowiem przymusu, by robić to w dokładnie taki sposób. Różni deweloperzy mają różne zwyczaje w tym zakresie. Nie ma potrzeby, by te pliki dodawać do Diamond. Niektórzy ludzie przechowują pliki testbench w innym katalogu niż kod syntezowalny. Niektórzy cały kod źródłowy umieszczają poza katalogiem projektowanym Diamond. Jest to kwestia indywidualnych upodobań i istnieje wiele możliwości.

Tworząc kod w języku Verilog, bardzo dużo czasu poświęcam na symulację. Wielokrotnie modyfikuję kod modułu oraz testbencha, przeprowadzam mnóstwo symulacji, szczegółowo analizuję przebiegi sygnałów. Gdy osiągnę oczekiwany rezultat w symulatorze, to dopiero wtedy wykonuję syntezę i wgrywam bitstream do FPGA.

W następnej części zastosujemy zdobytą wiedzę na temat symulatora Icarus Verilog, aby przygotować moduł oraz testbench obsługujący wyświetlacz LCD, z czterostopniową multipleksacją i sterowany jest sygnałami przyjmującymi cztery różne napięcia.

Dominik Bieczyński
leonow32@gmail.com

REKLAMA



eprasa.pl b722c3c0ae

koktajl niusów



Liniowa matryca czujników TSL1401CCS od Rochester Electronics

Liniowa matryca czujników TSL1401CCS to matryca fotodiod w układzie 128×1 oraz obwód wzmacniacza pikseli. Przeznaczona jest do szerokiej gamy zastosowań, w tym skanowania obrazów, odczytu znaków i kodów, rozpoznawania znaków, obrazowania kontaktowego, a także detekcji krawędzi.

Czujniki światła są coraz częściej stosowane w urządzeniach spotykanych na co dzień. Jednak obszary światłoczułe czujników optycznych są przeważnie bardzo małe. Inaczej jest w przypadku liniowej matrycy czujników TSL1401CCS. Doświadczony zespół inżynierów Rochester Electronics rozwiązał mnóstwo problemów, żeby skonstruować rozwiązanie o równomiernym napięciu wyjściowym na całej matrycy. Istotnym warunkiem obiektywnego pomiaru, czy przetworzenia światła na napięcie z matrycy, jest użycie jednolitego źródła światła.

Impulsem do powstania TSL1401CCS było wycofanie z produkcji oryginalnego układu, którego producentem była firma ams OSRAM. Przeprojektowanie i ponowna certyfikacja urządzeń z tym układem oznaczałaby wieloletnie i kosztowne przedsięwzięcie. Firma Rochester Electronics opracowała rozwiązanie bazujące na produkcji licencyjnej, które wydłużyło cykl życia oryginalnego układu TSL1401CCS.

https://www.rocelec.pl/aktualności/układzie-fotodiod



Rozwiązania firmy Samsung dla Wojsk Obrony Terytorialnej (WOT) oraz służb wojskowych i cywilnych

Pomiędzy 25, a 27 sierpnia 2023 roku miała miejsce 14. edycja Festynu Komandosa w Dziwnowie. Jego uczestnicy mogli zapoznać się z bronią oraz elementami wyposażenia wspierającego żołnierzy w ich misjach. W czasie wydarzenia pokazano dwa oryginalne rozwiązania firmy Samsung, które powstały z myślą o Wojskach Obrony Terytorialnej (WOT), ratownikach oraz służbach wojskowych i cywilnych.

Pierwszym z zaprezentowanych rozwiązań były telefony XCover Pro 6, które spełniają wymogi służb oraz wojska i wspierają użycie oprogramowania ATAK (*Android Team Awareness Kit/Tactical Assault Kit*) umożliwiającego nadzór prowadzonych misji, ustalanie lokalizacji na podstawie systemu GPS, zapewnienie dostępu do interaktywnych map obszaru zadaniowego i współdzielenie informacji.

Z kolei drugim rozwiązaniem był PROGET – system do zarządzania mobilnymi urządzeniami dla Wojsk Obrony Terytorialnej i służb mundurowych. Z łatwością pozwala on na zarządzanie urządzeniami mobilnymi, odzwierciedlenie oraz wsparcie w aspekcie struktury organizacyjnej. Działania mogą obejmować pojedynczych użytkowników i zdefiniowane grupy, które odzwierciedlają strukturę jednostek. W najbliższym czasie system PROGET zostanie połączony z systemem TAK (*Team Awareness Kit/Tactical Assault Kit*). Umożliwi to zobrazowanie użycia terminali telefonicznych, zgodnie z przyjętymi standardami systemu.

https://tiny.pl/c52lg



Panel WEB dla wykresów obrazujących działanie systemu EXTA Life

W systemie EXTA Life działa już znakomity w obsłudze panel WEB. Przy jego pomocy można przeglądać wykresy z urządzeń i czujników poprzez przeglądarkę internetową. Dzięki panelowi WEB można w wygodny i przejrzysty sposób zajrzeć do tego, co się dzieje na terenie domu z dowolnego miejsca na Ziemi, bez uruchamiania aplikacji. W tym celu należy w przeglądarce internetowej wprowadzić adres *extalife.cloud*, zalogować się do konta w chmurze i wybrać kontroler, z którego chce się przeglądać wykresy i urządzenie. Wygodny interfejs, łatwość skalowania wykresów, czy możliwość eksportu danych do pliku xlsx – to tylko niektóre zalety najnowszego panelu WEB.

https://tiny.pl/c52lt

Wysokoczuła kamera wyposażona w czujnik SPAD do rejestracji wideo w kolorze

MS-500 firmy Canon to urządzenie z wymiennymi obiektywami zawierające jednocalowy czujnik SPAD (*Single Photon Avalanche Diode*) o rozdzielczości 3,2 Mpx. Umożliwia ono wierną i błyskawiczną rejestrację wideo w kolorze, przy oświetleniu na poziomie 0,001 lx.

eprasa.pl b722c3c0ae



Na ogół w miejscach o wyjątkowo wysokim poziomie zabezpieczeń wymagane są najbardziej precyzyjne systemy monitorowania zdolne rejestrować obrazy w dzień i nocy. Dzięki kamerze MS-500 o wymiennych obiektywach możliwe jest nagrywanie niezwykle wyraźnego obrazu z odległości kilku kilometrów, nawet po zmroku. W czujniku SPAD następuje zliczanie fotonów mających kontakt z pojedynczymi pikselami. Przemienia się je w ładunek elektryczny, który z miejsca jest wzmacniany. Gwarantowana jest detekcja już niedużych ilości światła.

Znamienną zaletą czujników SPAD jest możliwość cyfrowego zliczania fotonów. Pozwala to na rejestrację wyraźnych i kolorowych obrazów przy słabym oświetleniu. W przypadku dozoru nocnego i dalekiego zasięgu, hałas, jak również drgania atmosferyczne, szczególnie w ciemności, mogą niezwykle negatywnie oddziaływać na jakości obrazu. W celu rozwiązania tego problemu w funkcji niestandardowego obrazu instalowana jest opcja „CrispImg2", która optymalizuje ustawienia ostrości, krzywej gamma oraz redukcji szumów, pozwalając na szybką konfigurację obrazu. Umożliwia to nagrywanie wyraźnego obrazu wideo o każdej porze dnia i nocy.

Kamera MS-500 obsługuje funkcję kompensacji zamglenia, która eliminuje skutki zamglenia i mgły oraz dostosowuje na potrzeby użytkownika kontrast, poprawiając końcową jakość wideo.

https://tiny.pl/c52lr



Operator komórkowy Play uruchomił swoją stację bazową nr 11000 w Gdyni

Firma Play osiągnęła kamień milowy w postaci przekroczenia progu 11 000 stacji bazowych. Oryginalna instalacja o okrągłym numerze znajduje się w Gdyni. Nadmorskie miasto po raz kolejny udowodniło swoją szeroką otwartość na nowe technologie.

Fioletowy operator uruchomił w Gdyni stację bazową (BTS) o numerze 11 000, którą ulokowano na dachu Studenckiego Domu Marynarza nr 2, znanego także jako Dwa Żagle. Ta nowa instalacja telekomunikacyjna składa się z 3 sektorów, dzięki czemu poprawę zasięgu odczują osoby przebywające zarówno na plaży miejskiej, jak i na Skwerze Kościuszki oraz w północno-wschodniej części Kamiennej Góry. Te miejsca są dosyć popularne wśród mieszkańców i turystów, a podczas zawodów sportowych i pokazów lotniczych gromadzą wielotysięczne tłumy.

W opisywanej stacji zastosowane są wszystkie obecnie dostępne pasma częstotliwości, tj. 5G (DSS) w paśmie: 2100 MHz, 4G LTE w 4 pasmach: 800, 1800, 2100 i 2600 MHz oraz 2G i 3G – w paśmie: 900 MHz. Stacja została zaprojektowana tak, aby po zakończonej aukcji 5G w łatwy sposób zainstalować antenę 5G obsługującą pasmo C. Jak wyjaśnia dyrektor ds. technicznych w firmie Play, Michał Ziółkowski: „Osiągnięcie kamienia milowego, w postaci przekroczenia progu 11 000 uruchomionych stacji udowadnia jak bardzo znamienną kwestią jest rozbudowa swojej sieci. Stacja w Gdyni jest dowodem naszego zaangażowania i pasji, a lokalizacja tuż przy linii brzegowej jest najlepszą, możliwą lokalizacją dla dostarczania jeszcze lepszego zasięgu klientom".

https://tiny.pl/c52lw



Trzeci sezon serii filmów „City Digital"

Firma Digi-Key Electronics udostępniła trzeci sezon filmów z serii „City Digital", która prezentuje ewolucję oraz przyszłość Internetu rzeczy (IoT) w branży motoryzacyjnej. Trzyodcinkowa seria sponsorowana przez firmę Analog Devices (ADI), zagłębia się w przyszłość technologii motoryzacyjnej, badając to, jak elektryfikacja i pojazdy autonomiczne zmieniają koncepcje dotyczące przyszłości dojazdów do pracy.

Pierwszy film z serii „City Digital" pod tytułem „Evolution in Mobility" pokazuje historię przemysłu motoryzacyjnego, demonstrując postęp na przestrzeni ostatnich kilku dekad oraz kierunek zmian i innowacji technologicznych. Natomiast drugi film zwany „Powering the Road Ahead" prezentuje wzrastające zapotrzebowanie na stacje ładowania w szeregu miast. Trzeci film zwany „Creating a Sustainable Driving Experience" pokazuje to, jak miasta w przyszłości będą współpracować z producentami samochodów, aby wspierać zrównoważoną produkcję, magazynowanie energii i łączność nowej generacji.

Jak wyjaśnia kierownik ds. marketingu partnerskiego i Internetu Rzeczy (IoT), w firmie Digi-Key Electronics, Kelsie McMillin: „W ciągu ostatnich 10 lat nastąpiło zacieśnienie zależności między Internetem Rzeczy (IoT), a motoryzacją. Co roku pojawia się coraz więcej rozwiązań elektronicznych w pojazdach, takich jak łączność mobilna, systemy monitorowania środowiska jazdy i radary. Dzięki współpracy z firmami takimi jak Analog Devices, możemy dostarczać inżynierom i projektantom produkty z narzędziami, których potrzebują, aby przyspieszyć rozwój branży motoryzacyjnej".

https://tiny.pl/c52lc

Pionowa, przewodowa myszka optyczna VERTIC MT1122 V2.0

Jest to przewodowa myszka komputerowa dla osób ceniących sobie komfort i wygodę użytkowania. Produkt dostosowany został do osób praworęcznych. Długotrwałe korzystanie ze zwykłej myszki komputerowej może wywoływać bóle mięśni oraz bóle stawów. Aby przeciwdziałać tym bólom, należy sięgnąć po myszkę wertykalną (pionową) i ją stosować. Jej budowa sprawia, że dłoń przyjmuje pozycję jak w trakcie uścisku. Eliminuje to wygięcie nadgarstka w bok i skręcenie przedramienia do wewnątrz.

eprasa.pl b722c3c0ae



Pionowe ułożenie dłoni jest jej pozycją naturalną, w której nie są odczuwane przeciążenia, albo też napięcia mięśniowe. Myszka komputerowa VERTIC MT1122 idealnie stawia czoło obu tym problemom i nie tylko. Nadmiarowe przyciski funkcyjne dostępne są w wielu intuicyjnych, dla użytkownika komputera, miejscach (m.in. w okolicach kciuka). Upraszczają one korzystanie z przeglądarek internetowych, gier i programów. Łącznie mysz ma 5 przycisków i podświetlaną rolkę (scroll). Produkt wyposażono w wysokiej klasy sensor optyczny, z możliwością zmiany rozdzielczości (800, 1600, 3200 lub 6400 DPI).

https://tiny.pl/c52lf



Firma Orange buduje światłowody razem z klientami

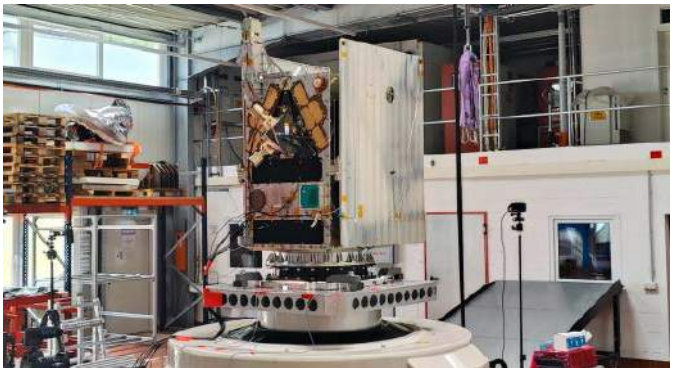
W miejscowości Bronków (województwo lubuskie) mieszkańcy zdecydowali się sami w części finansować budowę światłowodów. Dzięki temu już za kilka miesięcy będą już mieć dostęp do szybkiego internetu. To nie pierwsza tego rodzaju umowa, którą podpisała firma Orange.

Operatorzy telekomunikacyjni nie są w stanie przyłączyć światłowodó w każdej miejscowości w kraju. Rachunek biznesowy jest nieubłagany. Nie wszyscy mieszkańcy Polski chcą jednak z założonymi rękoma czekać i od dawna zgłaszają się z propozycją współfinansowania budowy światłowodów. Firma Orange postanowiła uwzględnić te propozycje. Zawarła ona umowy z 14 mieszkańcami wsi Bronków, którzy sfinansują 69% kosztów budowy światłowodu we własnej miejscowości. Inwestycja jest już w trakcie realizacji, a usługi zostaną dostarczone najpóźniej 31 marca 2024 roku. Proces współfinansowania budowy światłowodów będzie się rozkręcał – kolejne umowy właśnie się procedują.

https://tiny.pl/c52l5

Mikrosatelita EagleEye firmy Creotech Instruments przeszedł pomyślnie testy środowiskowe

Firma Creotech Instruments z powodzeniem realizuje kolejne fazy swego, kluczowego projektu w segmencie kosmicznym – budowy polskiego mikrosatelity obserwacyjnego EagleEye. Pomyślnie zakończone testy środowiskowe miały na celu sprawdzenie m.in. czy satelita spełnia wymagania niezbędne do wystrzelenia na orbitę i czy jest odporny na warunki panujące w kosmosie. Wszystkie etapy badań mikrosatelita EagleEye przeszedł pomyślnie, potwierdzając własną niezawodność i zwiększając bezpieczeństwo planowanej na 2024 rok misji satelitarnej.



Projekt satelity obserwacyjnego EagleEye, o masie 60 kg, bazuje na autorskiej platformie HyperSat, która pozwala na prowadzenie różnych misji – od technologicznych oraz naukowych, po misje „w daleki kosmos". Jej modułowa konstrukcja zapewnia skalowalność w zakresie 25...100 kg – w przyszłości będzie to ponad 200 kg. Mikrosatelita EagleEye zostanie wyposażony w teleskop optyczny, zdolny do robienia obrazów Ziemi w wysokiej rozdzielczości.

Jak wyjaśnia prezes firmy Creotech Instruments, Grzegorz Brona: „Wyniesienie na orbitę swego satelity będzie istotnym wydarzeniem. Z powodzeniem realizujemy kolejne etapy tego projektu, które przybliżają nas do chwili startu. Niedawno zakończyliśmy testy środowiskowe, które obejmowały symulację próżni, zmian temperatury, promieniowania słonecznego, a także testy wibracyjne. Przestrzeń kosmiczna to wymagające środowisko do pracy dla każdego urządzenia. Dlatego tak kluczowe jest odtworzenie tych warunków jeszcze kiedy satelita jest na Ziemi oraz sprawdzenie jego odporności oraz funkcjonalności. EagleEye z powodzeniem przeszło testy. Tym samym spełniliśmy ważne kryteria niezbędne do tego, by zrealizować następne etapy tego, kluczowego dla naszej firmy, projektu. Przewidujemy, że na początku 2024 roku EagleEye będzie już gotowy do integracji z rakietą Falcon 9, która, w 2024 roku, wyniesie na orbitę naszego polskiego mikrosatelitę obserwacyjnego Ziemi".

https://tiny.pl/c52lj

Wypróbuj rozdzielczość 8K w kamerze VENICE 2 firmy Sony



Format X-OCN zapewnia wszystkie korzyści pracy z formatem RAW przy mniejszych rozmiarach. Zachowuje wszelkie informacje uchwycone przez przetwornik obrazu – a za sprawą inteligentnego kodowania przechowuje je w szesnastobitowym pliku MXF. Jest to szczególnie ważne w przypadku obrazu o rozdzielczości 8K zarejestrowanego np. kamerą VENICE 2 firmy Sony.

Dla zainteresowanych użytkowników firma Sony udostępniła kilka plików formatu X-OCN. Na dobrą sprawę jest to 9 scen nakręconych w Kopenhadze i okolicach za pomocą VENICE 2 tzn. kamery firmy Sony o przetworniku 8,6 K. Sceny te nakręcono z szybkością: 24 klatek w ciągu sekundy, trwają 20...30 s i zastosowano w nich formaty pełnoklatkowe: 3:2 lub 17:9 zarówno w wersji sferycznej, jak i anamorficznej. Wszyscy użytkownicy mogą przetestować oraz oceniać pracę z plikami X-OCN. Wybrane pliki reprezentują wiele trybów skanowania i częstotliwości wyświetlania klatek oraz rozdzielczości dostępnych w kamerach VENICE firmy Sony. Każdy plik hostowany jest na platformie Sony Ci. Można go pobrać samodzielnie lub za pośrednictwem narzędzia Aspera. Należy rozpakować pobrany folder i umieścić występujące w nim pliki na dysku SSD lub na innym napędzie o odpowiedniej szybkości.

https://tiny.pl/c52lp

Jakub Tyburski
jakub.tyburski@elportal.pl

eprasa.pl b722c3c0ae

Hity następnego numeru • „Elektronika Praktyczna” 11/2023

Uniwersalny przedwzmacniacz

Bardzo popularne wzmacniacze zintegrowane są zbudowane ze wzmacniaczy mocy i kompletnych układów przedwzmacniaczy. Od długiego czasu są również oferowane oddzielne wzmacniacze mocy również w konfiguracji dual mono. Takie wzmacniacze mocy potrzebują do pracy osobnego przedwzmacniacza z układami selektora wejść, regulatorami barwy i poziomu sygnału (siły głosu). W powszechnej opinii przedwzmacniacze nie wpływają znacząco na jakość sygnału i nie ma z nimi większych problemów. Wyjątkiem jest może potencjometr, a ściślej jego trwałość i współbieżność. Problemy ze zużywaniem się tego elementu doprowadziły do budowania skomplikowanych regulatorów z drabinkami rezystorowymi. Alternatywnym rozwiązaniem są scalone regulatory, ale takie elementy potrzebują do pracy sterownika mikroprocesorowego. Zaprezentujemy jedno z takich rozwiązań.

Zamek multiLock

Użytkując każdy z nowszych, komercyjnych systemów kontroli dostępu, gdzie medium autoryzacyjnym były zarówno karty/breloki standardu RFID/NCF, jak i zwykłe PIN-kody doszedłem do wniosku, że każdy tego rodzaju system powinien zapewniać kilka mechanizmów kontrolowanego dostępu z różnymi sposobami autoryzacji. Właśnie tego rodzaju implementację chciałem Wam zaprezentować w ramach nowego projektu. MultiLock to system kontroli dostępu korzystający z kart zbliżeniowych standardu RFID/NFC oraz zwykłych 4-cyfrowych PIN-kodów. W celu obsługi wspomnianych kart zastosowano moduł czytnika RFID/NFC firmy NXP pod postacią peryferium oznaczonego symbolem PN532, natomiast klawiatura i wyświetlacz umożliwiają obsługę poprzez kody dostępu.

Konwerter USB-C/UART/MPSSE z układem FT2232H

Dwukanałowy konwerter USBC na bazie układu FT2232H, może pełnić funkcję podwójnego portu UART, a w trybie MPSSE może emulować szybkie interfejsy JTAG, SPI, I²C. Druga cecha jest szczególnie przydatna, gdyż wiele rozwiązań stosuje FT2232H jako tani programator JTAG. Umożliwia to budowę niskobudżetowego programatora przydatnego np. do kursu FPGA Lattice publikowanego na łamach EP. Każdy z kanałów może zostać skonfigurowany niezależnie, co umożliwia jednoczesną realizację np. JTAG i UART, które będą przydatne zarówno do programowania jak i testowania aplikacji.

Wskaźnik stanu emocjonalnego

Jesteś w dobrym nastroju i chcesz to pokazać wszystkim dookoła? A może ogarnia Cię zobojętnienie bądź smutek i lepiej teraz nie zaczepiać Twojej osoby? Wyraź to! Oczywiście – najlepiej przy pomocy elektroniki. Ten układ to typowy gadżet – pokazuje na swoim wyświetlaczu „emotkę” złożoną ze świecących punktów. Można w ten sposób przekazać otoczeniu, w jakim stanie psychicznym aktualnie się znajdujemy. Jeżeli ktoś sam nie wie, co mu w głowie siedzi, może sobie swój stan emocjonalny… wylosować! Została do tego zaimplementowana odpowiednia „maszyna losująca”.



Tematy wiodące w EP 11/2023:

- Magazynowanie energii elektrycznej
- Wielowarstwowe płytki PCB

Wykaz firm ogłaszających się w tym numerze „Elektroniki Praktycznej”.

AKSOTRONIK 33
APAR 75
ARMEL 13
BORNICO 35
COMPUTER CONTROLS 11
CONTRANS TI 9
ELMAX 37
GAMMA 13
HAMMOND 7
KRADEX 82
MASZCZYK 3, 88
MICROCHIP 72, 108
PHOENIX CONTACT 79, 81
PIEKARZ 13
SEMICON 77
TME 56, 61

Miesięcznik **„Elektronika Praktyczna”** (12 numerów w roku) jest wydawany przez AVT-Korporacja Sp. z o.o. we współpracy z wieloma redakcjami zagranicznymi.

Wydawnictwo:
AVT-Korporacja Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel. 22 257 84 99, e-mail: avt@avt.pl

Wydawca:
Wiesław Marciniak

Adres redakcji:
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
e-mail: redakcja@ep.com.pl, www.ep.com.pl

Redaktor Naczelny:
Damian Sosnowski

Redaktor Programowy, Przewodniczący Rady Programowej:
Piotr Zbysiński

Menedżer Magazynu:
Katarzyna Gugała

Szef Pracowni Konstrukcyjnej:
Jakub Sobański

Zespół marketingu i reklamy:
Katarzyna Gugała, tel. 22 257 84 64
Bożena Krzykawska, tel. 22 257 84 42
Grzegorz Krzykawski, tel. 22 257 84 60

Stali współpracownicy:
Lucjan Bryndza, Nikodem Czechowski, Jarosław Doliński, Andrzej Gawryluk, Krzysztof Górski, Tomasz Jabłoński, Henryk Kowalski, Rafał Kozik, Michał Kurzela, Przemysław Musz, Szymon Panecki, Sławomir Skrzyński, Ryszard Szymaniak, Adam Tatuś, Jakub Tyburski, Robert Wołgajew

Uwaga!
Kontakt z wymienionymi osobami jest możliwy via e-mail, według schematu: imię.nazwisko@ep.com.pl

DTP i okładka:
MAD Sp. z o.o.

Redakcja strony internetowej www.ep.com.pl
MAD Sp. z o.o.

Prenumerata w Wydawnictwie AVT
www.ulubionykiosk.pl lub tel. 22 257 84 22 (godz. 10.00–14.00)
e-mail: prenumerata@avt.pl

Prenumerata w RUCH S.A.
www.prenumerata.ruch.com.pl
lub tel. 801 800 803, 22 717 59 59
e-mail: prenumerata@ruch.com.pl

Wydawnictwo AVT-Korporacja Sp. z o.o. należy do **Izby Wydawców Prasy**

Copyright AVT-Korporacja Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Projekty publikowane w „Elektronice Praktycznej”. mogą być wykorzystywane wyłącznie do własnych potrzeb. Korzystanie z tych projektów do innych celów, zwłaszcza do działalności zarobkowej, wymaga zgody redakcji „Elektroniki Praktycznej”. Przedruk oraz umieszczanie na stronach internetowych całości lub fragmentów publikacji zamieszczanych w „Elektronice Praktycznej”. jest dozwolone wyłącznie po uzyskaniu zgody redakcji. Redakcja nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń zamieszczanych w „Elektronice Praktycznej”.

eprasa.pl b722c3c0ae



Zobacz świat w większej rozdzielczości

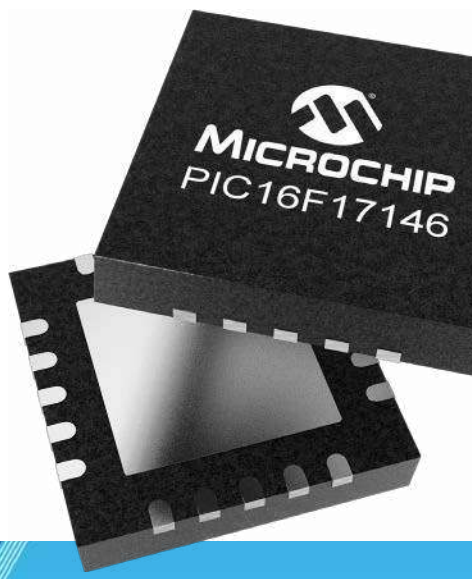
Przedstawiamy serię MCU PIC16F17146 ze zintegrowanym 12-bitowym przetwornikiem ADC i wzmacniaczem operacyjnym

Seria mikrokontrolerów PIC16F17146 zawiera wiele układów peryferyjnych ułatwiających podłączenie czujnika analogowego przy niskich kosztach. Dzięki zintegrowanemu wzmacniaczowi operacyjnemu i 12-bitowemu różnicowemu przetwornikowi ADCC, rodzina PIC16F17146 ułatwia realizację projektów analogowych. Układy te, dostępne w obudowach od 8 do 40 pinów, stanowią ekonomiczne rozwiązanie do tworzenia aplikacji z czujnikami analogowymi.

Kluczowe właściwości

- 12-bitowy różnicowy przetwornik analogowo-cyfrowy z jednostką obliczeniową (ADCC)
- wzmacniacz operacyjny
- Dwa PWM Capture/Compare (CCP)
- Dwa 16-bitowe PWM z podwójnymi wyjściami
- Dwa 8-bitowe przetworniki DAC (1x wewnętrzny, 1x zewnętrzny/buforowany)
- Dwa komparatory analogowe
- Cztery konfigurowalne komórki logiczne
- Flash CRC, 1x NCO, 1x CWG, ZCD
- Dwa EUSART-y (z obsługą LIN)
- Dwa MSSP (I2C lub SPI)
- Timer 0/1/2 (1x 16- / 2x 16- / 1x 8-bitowy)





MICROCHIP

microchip.com/PIC16F171

Nazwa i logo Microchip oraz logo Microchip są zastrzeżonymi znakami towarowymi firmy Microchip Technology Incorporated w USA i innych krajach. Wszystkie pozostałe znaki towarowe są własnością ich zarejestrowanych właścicieli. © 2023 Microchip Technology Inc. Wszelkie prawa zastrzeżone. DS30010243A. MEC2465A-POL-09.23

eprasa.pl b722c3c0ae