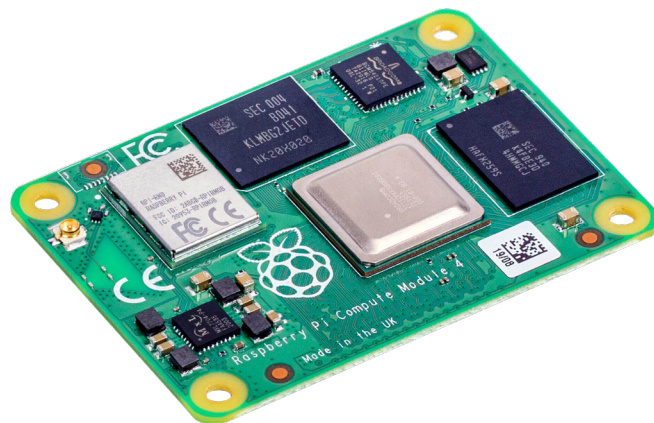


Raspberry Pi Compute Module 4

Komputerek Raspberry Pi ma swój odpowiednik przeznaczony do systemów profesjonalnych – Compute Module. Po wprowadzeniu Raspberry Pi 4, naturalne wydawało się udostępnienie SoC, także w formie modułu SoM. Można stwierdzić, że pełnowymiarowe Pi, po eliminacji problemów ze wstępnej fazy projektu i uwzględnieniu uwag użytkowników, przyjmuje formę Compute Module. Tak też stało się w przypadku Compute Module 4, który ujrzał światło dzienne nieco ponad rok po premierze RPi4.



Na rynku aplikacji profesjonalnych sporą popularnością cieszą się moduły oparte na procesorach i.MX6, Sitara i coraz częściej podsystemach z FPGA. Czy CM4 to krok w dobrym kierunku? Na odpowiedź musimy poczekać nawet dłuższą chwilę, bo pomimo pojawienia się CM4 w ofertach dystrybutorów, brakuje ich na stanie. Co gorsza, trudno nawet otrzymać wiarygodną informację o przewidywanym terminie dostępności. Prognozy mówią o dostawie na luty/marzec 2021 roku. Jest to sytuacja dosyć kuriozalna, szczególnie na rynku, w którym kilka miesięcy oznacza znaczne opóźnienie technologiczne. W tej sytuacji nie pozostaje nic innego, jak teoretyczne zapoznanie się z możliwościami CM4 oraz skrótywy przegląd dokumentacji z analizą, czy moduł sprosta naszym wymaganiom. Może sytuacja ulegnie poprawie, ponieważ organizacja odpowiedzialna za Raspberry już nieraz wszystkich zaskoczyła.

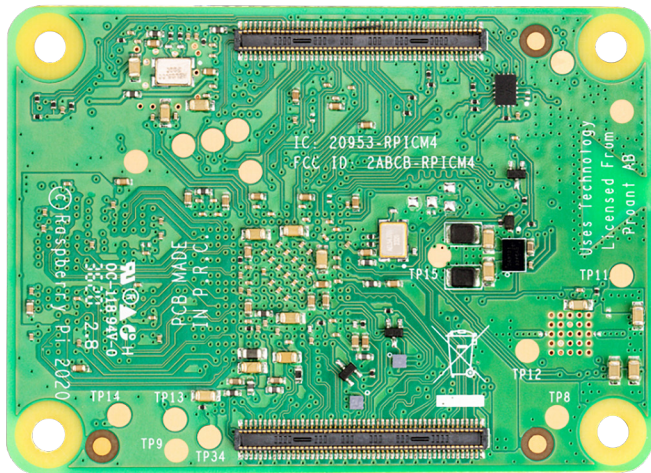
Specyfikacja CM4 wygląda bardzo zachęcająco:

- SoC Broadcom BCM2711 z czterordzeniowym procesorem Cortex-A72 (64 bity), 1,5 GHz,
- 1 GB, 2 GB, 4 GB, 8 GB LPDDR4 RAM,
- interfejs karty SD lub wbudowane eMMC o pojemności 8, 16, 32 GB,
- podwójny interfejs HDMI, H.265 4 Kp60, H.264 1 Kp60/30,
- interfejsy 2/4 lane MIPI DSI,
- interfejsy 2/4 lane MIPI CSI,
- wbudowany PHY Gigabit Ethernet IEE1588 (BCM54210PE),
- Wi-Fi 802.11b/g/n/ac, 2,4 GHz/5 GHz (w zależności od wersji modułu),
- Bluetooth 5.0, BLE, w zależności od wersji modułu,
- wbudowany multiplexer anten, wyprowadzone gniazdo UFL dla anteny zewnętrznej,
- 1×PCIe Gen 2,
- 1×USB 2.0,
- 28×GPIO, domena zasilania 1,8 V lub 3,3 V,
- pojedyncze zasilanie 5 V, wbudowany PMIC,
- wbudowana przetwornica zasilania GPIO, 1,8/3,3 V o obciążalności do 600 mA,
- temperatura pracy 0...80°C,
- dwa złącza interfejsów GPIO, zgodne z Hirose DF40C-100DS-0,4 V,
- cena 25...90 \$ w zależności od wyposażenia.

Specyfikacja jest podobna do Pi4, z pominięciem mostka USB3.0/PCIe VL805-06, na który prawdopodobnie zabrakło miejsca na zmniejszonej płytce. W zasadzie nie jest to wada, gdyż dostępny PCIe otwiera spore możliwości do adaptacji standardów szybkich interfejsów, stosowanych w komputerach stacjonarnych,

Tabela 1. Dostępne modele modułów CM4

Symbol	Wi-Fi/BT	RAM	eMMC	MOQ	Cena
CM4001000	-	1 GB	Lite	1+/Bulk	\$ 25.00
CM4001008	-	1 GB	8 GB	1+/Bulk	\$ 30.00
CM4001016	-	1 GB	16 GB	1+/Bulk	\$ 35.00
CM4001032	-	1 GB	32 GB	1+/Bulk	\$ 40.00
CM4101000	Yes	1 GB	Lite	Bulk	\$ 30.00
CM4101008	Yes	1 GB	8 GB	Bulk	\$ 35.00
CM4101016	Yes	1 GB	16 GB	Bulk	\$ 40.00
CM4101032	Yes	1 GB	32 GB	Bulk	\$ 45.00
CM4002000	-	2 GB	Lite	1+/Bulk	\$ 30.00
CM4002008	-	2 GB	8 GB	1+/Bulk	\$ 35.00
CM4002016	-	2 GB	16 GB	1+/Bulk	\$ 40.00
CM4002032	-	2 GB	32 GB	1+/Bulk	\$ 45.00
CM4102000	Yes	2 GB	Lite	1+/Bulk	\$ 35.00
CM4102008	Yes	2 GB	8 GB	1+/Bulk	\$ 40.00
CM4102016	Yes	2 GB	16 GB	1+/Bulk	\$ 45.00
CM4102032	Yes	2 GB	32 GB	1+/Bulk	\$ 50.00
CM4004000	-	4 GB	Lite	Bulk	\$ 45.00
CM4004008	-	4 GB	8 GB	Bulk	\$ 50.00
CM4004016	-	4 GB	16 GB	Bulk	\$ 55.00
CM4004032	-	4 GB	32 GB	Bulk	\$ 60.00
CM4104000	Yes	4 GB	Lite	1+/Bulk	\$ 50.00
CM4104008	Yes	4 GB	8 GB	1+/Bulk	\$ 55.00
CM4104016	Yes	4 GB	16 GB	1+/Bulk	\$ 60.00
CM4104032	Yes	4 GB	32 GB	1+/Bulk	\$ 65.00
CM4008000	-	8 GB	Lite	Bulk	\$ 70.00
CM4008008	-	8 GB	8 GB	Bulk	\$ 75.00
CM4008016	-	8 GB	16 GB	Bulk	\$ 80.00
CM4008032	-	8 GB	32 GB	Bulk	\$ 85.00
CM4108000	Yes	8 GB	Lite	Bulk	\$ 75.00
CM4108008	Yes	8 GB	8 GB	Bulk	\$ 80.00
CM4108016	Yes	8 GB	16 GB	Bulk	\$ 85.00
CM4108032	Yes	8 GB	32 GB	Bulk	\$ 90.00



Fotografia 1. Moduł CM4 pokazany od strony złączy (z materiałów raspberrypi.org)

nie ograniczając się tylko do USB3.0 (o ile system operacyjny udostępni ich obsługę programową).

W przeciwieństwie do CM3, dostępnego tylko z wariantowym rozmiarem eMMC (brak, 8/16/32 GB), CM4 oferowany jest aż w 32 wersjach. Na szczęście różnorodność dotyczy „tylko” dostępności komunikacji bezprzewodowej, wielkości pamięci RAM, eMMC, pozostawiając niezmiennie jeden typ SoC oraz pozostałe peryferia. Dostępne wersje i oznaczenia typów zebrano w **tabeli 1**. Niepokojące są jedynie minimalne ilości zamówień MOQ dla niektórych modeli. Z przeglądu ofert dystrybutorów wynika, że minimalne ilości określono na 200 sztuk, co jest szczególnie dotkliwe dla modułu o największej pojemności – 8 GB RAM. Prawdopodobnie wraz z upowszechnieniem CM4 sytuacja ulegnie zmianie i wersje 8 GB pojawią się także bez MOQ. Tymczasowo jednak odcina to projektantów systemów niszowych od najlepiej wyposażonych modułów, zapewniając dostępność tylko dużym integratorom.

Diametralnie zmieniła się konstrukcja mechaniczna Compute Module 4, co ilustruje **fotografia tytułowa**. Z dotychczasowej formy modułu SODIMM, CM4 przekształcił się w płytkę o rozmiarach 55×40 mm z wyprowadzeniami w formie złączy o dużej gęstości (**fotografia 1**). Dla potencjalnych nowych użytkowników nie ma to znaczenia, ale dla wszystkich, którzy mieli zamiar zwiększyć wydajność istniejących projektów z CM3, jest to zła wiadomość, ponieważ całkowicie zerwano kompatybilność wsteczną i raczej nie umożliwi jej prosta przejściówka.

Zaletą zmiany konstrukcji mechanicznej jest większa stabilność mocowania, gwarantowana przez 4 otwory mocujące M2.5 oraz lepsze

wyposażenie modułu przy zmniejszonych rozmiarach. Dokładne wymiary modułu pokazuje **rysunek 1**.

Zmodyfikowany został sposób wyprowadzenia sygnałów z płytki, które w CM4 podzielone są na dwa złącza 100 pin, umieszczone po przeciwnych stronach modułu. Pierwsze złącze (numeracja sygnałów 1...100) wyprowadza interfejs Ethernet, SD, GPIO, sygnały statusu/sterujące, zapewnia zasilanie modułu +5 V oraz wyprowadza napięcia 1,8/3,3 V wbudowanej przetwornicy do zasilania urządzeń podłączonych do GPIO. Drugie złącze (numeracja sygnałów 101...200) wyprowadza interfejsy HDMI, DSI, CSI, USB, PCIe. W przypadku CM4 z wbudowanym Wi-Fi/BT dodano złącze antenowe UFL dla anteny zewnętrznej, co upraszcza aplikację modułu w metalowych obudowach, gdzie osiągi wbudowanej anteny nie wystarczają do zapewnienia stabilnej transmisji. W module zrezygnowano z wbudowania mostka PCIe/USB3.0, co daje większą elastyczność w przypadku bezpośredniej współpracy z dyskami SSD, interfejsami AI, dodatkowymi interfejsami sieciowymi lub komunikacyjnymi, przy zastosowaniu odpowiednich konwerterów itp. Niestety, pomimo współpracy PCIe z dyskami NVM, aktualna wersja bootloadera nie wspiera możliwości uruchomienia systemu z dysku. Pozostaje uruchamianie systemu z eMMC/SD, ale duże ilości danych mogą być przechowane na dysku SSD, przy użyciu zwykłej pasywnej przejściówki.

Pomimo profesjonalnych aspiracji, w dalszym ciągu CM4 nie działa w pełnym zakresie temperatur przemysłowych –40/+85°C, a jedynie 0/+80°C. Do tej deklaracji także należy podejść nieufnie, mając na uwadze problemy z temperaturą SoC Pi4. Z czasem pewnie pojawią się zaawansowane systemy chłodzenia, w postaci radiatorów dopasowanych mechanicznie do CM4 i z bardziej przemyślanym systemem mocowania niż klej. Przyjmijmy więc, że CM4 jest dla aplikacji profesjonalnych, ale w konsumenckim zakresie temperatury.

Płyta bazowa Compute Module 4 IO Board

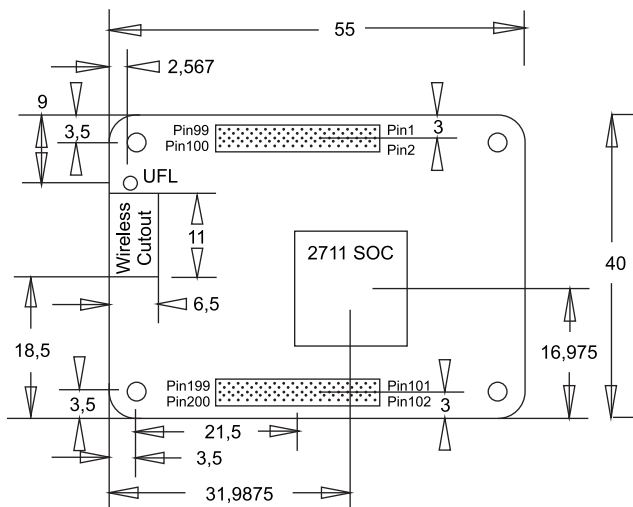
Dla ułatwienia szybkiego startu z modulem CM4, opracowano płytkę bazową Compute Module 4 IO Board (**fotografia 2**) oraz zewnętrzną antenę Wi-Fi w wtykiem UFL, z którą moduł jest certyfikowany. Wymiary CM4 IO Board to 160×90 mm. Płytkę zapewnia zasilanie dla elementów składowych i udostępnia wszystkie interfejsy modułu CM4, w tym dwa „pełnowymiarowe” złącza HDMI, uwalniając od konieczności stosowania uciążliwych przejściówek. W przypadku modułów CM4 w wersji Lite, czyli bez wbudowanej eMMC, na płytce umieszczono niezbędne gniazdo karty SD w formacie mikro. IO Board CM4 ma złącze IDC40 nakładki w standardzie HAT, co zdecydowanie przyspiesza prototypowanie.

Z wbudowanych peryferiów można wymienić:

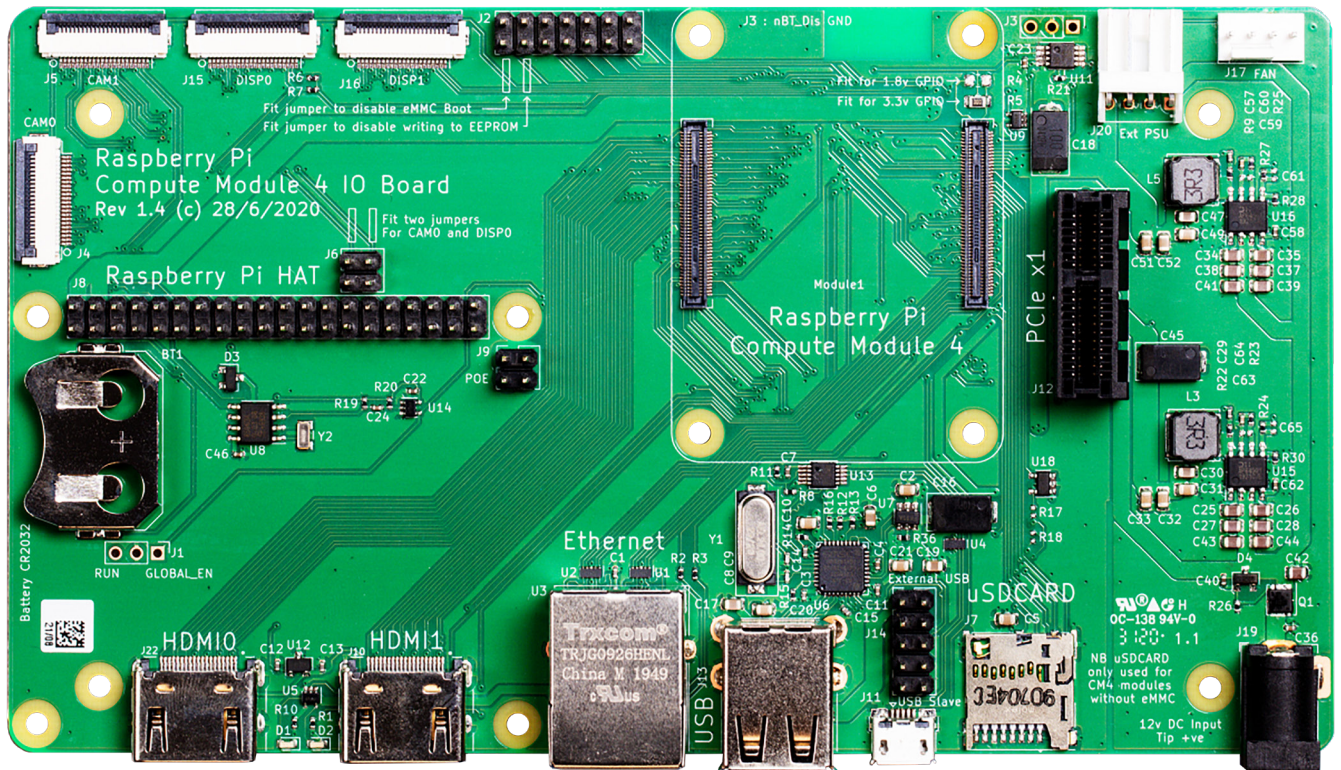
- RTC typu PCF85063 (I²C) z podtrzymaniem, baterią CR2032 oraz możliwością generowania przerwania wybudzającego lub resetującego system CM4;
- sterowany przez I²C kontroler wentylatora EMC2301, z wejściem monitorowania wbudowanego impulsatora i regulacją PWM, poprzez typowe złącze 4 pin;
- czteroportowy hub USB2.0, oparty na układzie USB2514. Dwa porty USB dostępne są przez typowe podwójne gniazdo USB-A, pozostałe dwa wyprowadzono na złącze szpilkowe IDC10, z przypisaniem sygnałów zgodnym ze standardowymi gniazdami rozszerzeń, montowanymi na „sledziu” w komputerach PC.

Kilka zastosowanych zwór zapewnia konfigurację napięć zasilania GPIO, PoE oraz wybór trybu bootowania.

Płytkę CM4 IO Board może być zasilana napięciem 7,5...26 V (wtyk DC 2,1 mm), tylko jeżeli nie używamy złącza PCIe oraz wentylatora. W przeciwnym wypadku napięcie zasilania musi wynosić 12 V, aby nie uszkodzić kart PCIe lub wentylatora, podłączonych bezpośrednio do złącza zasilania. Napięcie 3,3 V dla PCIe jest niezależne od systemu zasilania CM4 i dostarczane przez osobną przetwornicę, o wydajności do 3,3 A. Do dyspozycji użytkownika dodano złącze z zasilaniem +5 V/+12 V, o standardzie wyprowadzeń stacji dyskierek



Rysunek 1. Wymiary CM4 (z materiałów raspberrypi.org)



Fotografia 2. Płytką bazowa Compute Module 4 IO Board (z materiałów raspberrypi.org)

z PC – przydatne do zasilania peryferiów współpracujących z PCIe, np. dysku SSD. Przetwornica +5 V ma wydajność do 3 A, z czego ok. 2 A (9 W) warto zarezerwować dla samego CM4. Złącza USB i Ethernet mają dodatkowe zabezpieczenia ESD.

Warto wspomnieć o względnie niskiej cenie CM4 IO Board ustalonej na 35 \$, co jest kwotą znacznie przystępniejszą niż w przypadku wersji CM1...3. Zgodnie z zapowiedziami, najtańsze zestawy CM4+IO Board byłyby dostępne już od 60 \$.

Zarówno dla CM4, jak i IO Board, udostępniona została dokumentacja, na podstawie której, w oczekiwaniu na dostawy modułów, można rozpocząć projektowanie części sprzętowej aplikacji. Do jakości dokumentacji nie można mieć zastrzeżeń.

Podsumowanie

Chociaż całkowita zmiana formatu modułu i ograniczony zakres temperatur zawężą zakres zastosowań, to w pozostałych przypadkach lepsze wyposażenie, wbudowany układ PMIC, dodatkowy interfejs PCIe, dostępna komunikacja Wi-Fi lub PHY Ethernet (wymagający w aplikacji zastosowania jedynie gniazda ze zintegrowanym transformatorem), są znaczącym ułatwieniem w tworzeniu nowych urządzeń opartych na systemie Pi – nawet dla osób z podstawowym doświadczeniem w konstruowaniu części sprzętowej systemów wbudowanych. Nie pozostaje nic innego niż uzbrojenie się w cierpliwość i oczekiwanie, aż CM4 w końcu będzie dostępny.

Adam Tatus

adam.tatus@ep.com.pl

REKLAMA

m.technik
Ciekawi świata są zawsze młodzi
w prezencie na każdą okazję

przejrzysz i kupisz na
www.ulubionykiosk.pl

QR code
<http://bit.ly/2DKgsBJ>

KOSMICZNE MARZENIA
W połowie drogi do 2030 roku
RAPORT: Zabawki hi-tech dla małych i dużych dzieci
Toy Story z najnowszej polskiej polki