

Phoenix-PILOT Basic - Dokumentacja Sprzętowa

Phoenix-PILOT Basic PPBK (Rev.4)



Spis treści

1. Wprowadzenie.....	3
1.1 Cel dokumentu.....	3
1.2 Skróty.....	3
2. Opis urządzenia.....	4
2.1 Opis fizyczny.....	4
2.2 Zasilanie.....	4
2.3 Sposób montażu.....	4
3. Identyfikacja wizualna.....	5
4. Schemat blokowy.....	6
4.1 Opis ogólny.....	6
4.2 Tor wideo.....	7
4.3 Tor czujników.....	7
4.4 Tor silników i powierzchni sterowych.....	7
4.5 Tor USB-C.....	7
4.6 Tor UART.....	7
4.7 Tor SPI.....	7
4.8 Tor Ethernet.....	7
5. Schemat funkcjonalny.....	8
6. Schematy połączeniowe.....	9

1. Wprowadzenie

1.1 Cel dokumentu

Celem niniejszego dokumentu jest udokumentowanie i opisanie architektury sprzętowej komputera lotu Phoenix-PILOT Basic PPBK w rewizji 4.

1.2 Skróty

- AV (Analog Video) – Analogowy sygnał wideo PAL/NTSC.
- BOM (Bill of Materials) – Lista materiałowa.
- BSP – Bezzałogowy System Powietrzny.
- ESC (Electronic Speed Controller) – kontroler prędkości silnika/źródło zasilania.
- I2C (Inter-Integrated Circuit) – Dwukierunkowa, synchroniczna magistrala szeregową.
- IMU (Inertial Measurement Unit) – zestaw czujników (akcelerometr, żyroskop, czasem magnetometr) mierzących siły i prędkość kątową urządzenia.
- LiPo (Lithium Polymer) – Typ baterii zasilającej.
- MIPI CSI-2 (Mobile Industry Processor Interface – Camera Serial Interface 2) – Interfejs do złącz kamer cyfrowych.
- MUX (Multiplexer) – Multiplexer. Układ elektroniczny lub cyfrowy, który umożliwia wybór jednego z wielu sygnałów wejściowych.
- PC (Personal Computer) – Komputer osobisty (używany do zasilania przez USB-C).
- PWM (Pulse Width Modulation) – modulacja szerokości impulsu, technika sterowania np. serwami.
- RAM/FLASH – Rodzaje pamięci elektronicznej.
- Rev. (Revision) – Oznacza rewizję sprzętową.
- UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) – prosty i szeroko stosowany protokół komunikacji szeregową (GPS, telemetria).
- USB-C – (Universal Serial Bus Type C) – rodzaj uniwersalnego portu szeregowego.
- VTX (Video Transmitter) – Nadajnik wideo.

2. Opis urządzenia

2.1 Opis fizyczny

Phoenix-PILOT Basic PPBK to komputer lotu przeznaczony do kontroli bezzałogowych systemów powietrznych. Wymiary komputera to 53 mm (oś podłużna BSP) na 38 mm (oś poprzeczna).

Komputer posiada układ mikroprocesorowy sprawujący kontrolę nad statkiem powietrznym i przetwarzający dane, czujniki inercyjne niezbędne do pomiarów parametrów lotu, peryferia komunikacyjne potrzebne do wymiany danych pomiędzy systemem bezzałogowym a operatorem oraz interfejsy wizyjne do obsługi, analizy oraz generowania sygnału wideo w trakcie lotu.

W części centralnej górnej strony płytki znajduje się układ mikroprocesorowy wraz z niezbędnymi komponentami elektronicznymi (pamięcią RAM oraz Flash), czujniki, generator analogowego sygnału CVBS PAL, oraz układ multipleksujący sygnał z dwóch złącz kamer cyfrowych. Po obwodzie, wzdłuż krawędzi płytki drukowanej znajdują się pola lutownicze przeznaczone do montażu przewodów połączeniowych do komponentów zewnętrznych oraz dedykowane złącza MIPI CSI-2 (CAM1), USB-C oraz Ethernet.

Dolna strona płytki drukowanej zawiera głównie pasywne komponenty elektroniczne, z wyjątkiem złącza MIPI CSI-2 (CAM2), złącza do ESC, trzech przycisków (reset, wybór trybu uruchamiania, przycisk ogólnego przeznaczenia) oraz drugiego zestawu pól lutowniczych.

2.2 Zasilanie

Phoenix-PILOT Basic jest przeznaczony do użytku z bateriami LiPo 4-6S (bezpieczny zakres napięć zasilania wynosi od 6V do 26.5V) przy zasilaniu przez złącze ESC.

Phoenix-PILOT Basic w trakcie parametryzacji przy użyciu konfiguratora może być zasilany napięciem 5V pochodzącym z komputera PC poprzez złącze USB-C.

Jednoczesne zasilanie napięciem baterijnym i z portu USB-C jest możliwe i bezpieczne dla elektroniki, ale nie zalecane ze względu na bezpieczeństwo użytkownika (ze względu na możliwość uruchomienia się silników) i powinno być wykonywane tylko w uzasadnionych przypadkach podczas konfiguracji.

2.3 Sposób montażu

Phoenix-PILOT Basic PPBK posiada 4 otwory montażowe o rozstawie 30,5 mm, co jest popularnym systemem osadzenia kontrolera lotu w ramie BSP. Montaż należy wykonać z użyciem typowych amortyzatorów silikonowych osadzanych w otworach montażowych kontrolera lotu i nasadzanych na słupki w ramie BSP.

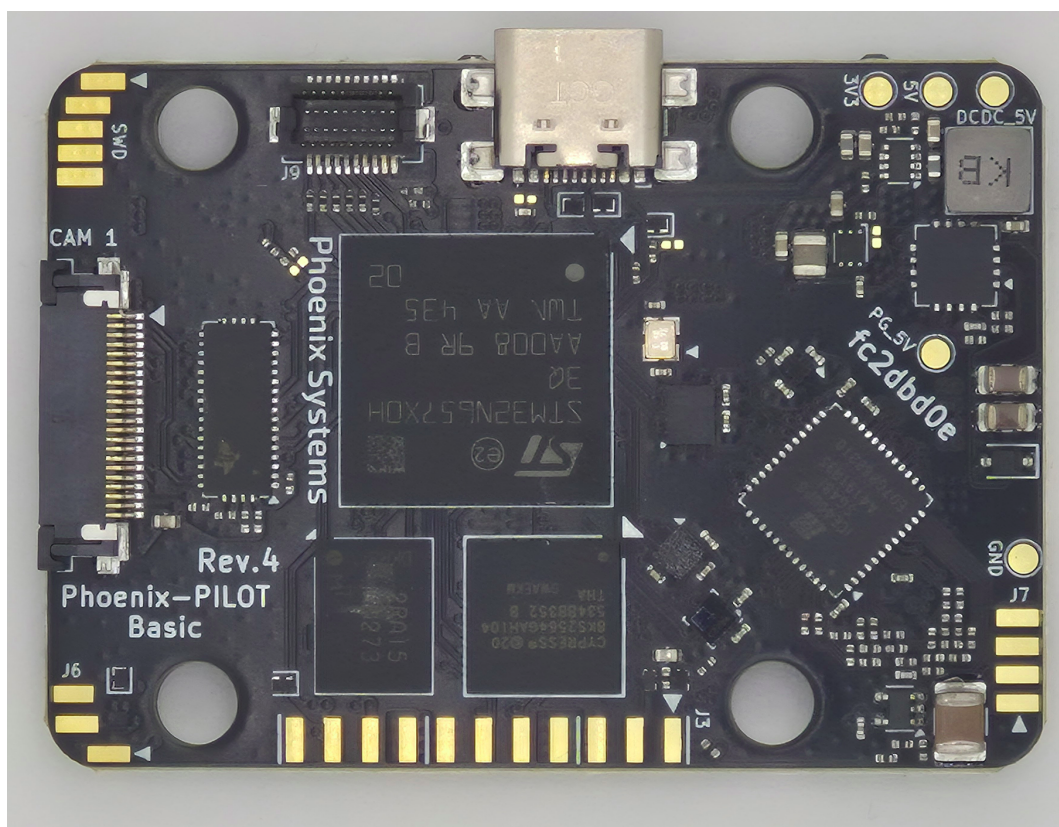
3. Identyfikacja wizualna

Identyfikacja wizualna Phoenix-PILOT Basic PPBK jest realizowana czterema identyfikatorami tekstowymi obecnymi w postaci białych napisów na górnej stronie płytki:

Lp	Przeznaczenie	Zawartość
1	Producent	Apator S.A.
2	Typ	Phoenix-PILOT Basic
3	Rewizja	Rev.4
4	Hash	fc2dbd0e

Tabela 1: Identyfikacja wizualna

Rysunek 1 pokazuje górną stronę płytki. Widoczne są na niej opisane wyżej identyfikatory.



Rysunek 1: Identyfikatory na płytce Phoenix-PILOT Basic PPBK w rewizji 4

4. Schemat blokowy

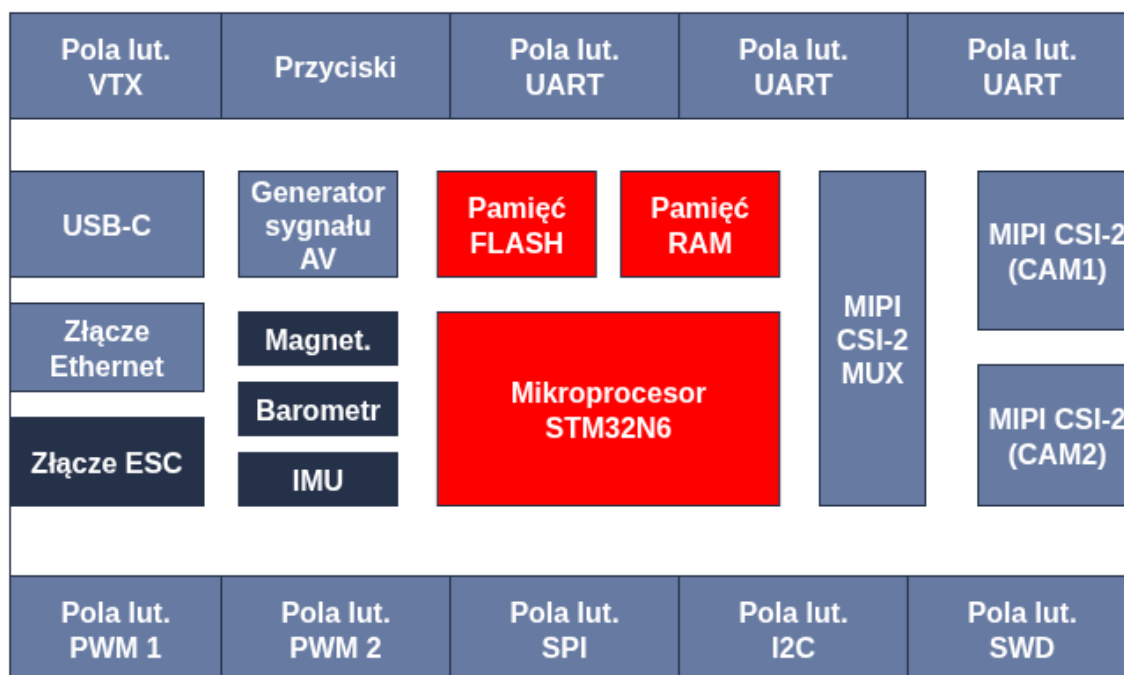
Poniższy rozdział przedstawia ogólną architekturę komputera lotu Phoenix-PILOT Basic PPBK z głównym naciskiem na podział peryferiów. Kolejne podrozdziały (4.2 - 4.8) szczegółowo opisują poszczególne torry sygnałowe wchodzące w skład tej struktury.

4.1 Opis ogólny

Komputer lotu Phoenix-PILOT Basic PPBK bazuje na mikrokontrolerze STM32N6, który pełni rolę głównego procesora. Ulotna pamięć wewnętrzna SRAM o wysokiej przepustowości jest przeznaczona na potrzeby przetwarzania obrazu wideo oraz wykonywania algorytmów AI. Procesor nie jest wyposażony w wewnętrzną pamięć nieulotną. Z tych powodów wynika konieczność dołączenia zewnętrznej pamięci RAM i NOR Flash. Do głównego procesora podłączone są również peryferia, w tym kluczowe czujniki lotu: sześćoosiowy żyroskop-akcelerometr (IMU), magnetometr (MAG) i barometr (BARO). Wśród innych układów scalonych znajduje się również układ FPGA, który pełni funkcję generatora sygnału CVBS PAL.

Kluczowe interfejsy komunikacyjne i sygnałowe, takie jak sygnały do ESC, złącza MIPI CSI-2 (dla kamer cyfrowych), port USB-C oraz złącze Ethernet, zostały wyprowadzone jako dedykowane złącza na płytce. Bardziej uniwersalne torry sygnałowe są dostępne za pośrednictwem pól lutowniczych rozmieszczonych po obwodzie płytki, po obu jej stronach.

Na płytce zaimplementowano także układ selekcji zasilania, który automatycznie wybiera Źródło zasilania, umożliwiając bezpieczne i automatyczne przełączanie między napięciem pochodzącym z baterii (LiPo 4-6S, dostarczany przez złącze ESC) a napięciem 5V dostarczany przez port USB-C (np. z komputera PC).



Rysunek 2: Schemat blokowy podziału peryferiów Phoenix-PILOT Basic PPBK

4.2 Tor wideo

Sygnał z kamer cyfrowych jest wprowadzany do komputera przez dwa złącza MIPI CSI-2. Selekcja aktualnie używanej kamery odbywa się w układzie multipleksera sygnału kontrolowanego przez procesor. Cyfrowy sygnał wideo trafia do peryferium CSI-2 mikrokontrolera, gdzie dedykowany, sprzętowy tor wideo dokonuje wstępnej obróbki obrazu i składa go w pamięci RAM. Dane telemetryczne w postaci napisów OSD na wideo są generowane przez mikrokontroler i nakładane na obraz w peryferium TFT-LTDC. Tak skomponowany sygnał wychodzi w postaci sygnału równoległego do generatora sygnału CVBS PAL (układ FPGA). Sygnał ten trafia na pady złącza VTX.

Programowanie układu FPGA dokonywane jest przez mikrokontroler przy każdym uruchomieniu poprzez magistralę SPI.

4.3 Tor czujników

Dane z krytycznych czujników (IMU, barometr, magnetometr) są odczytywane przez mikrokontroler za pośrednictwem magistrali SPI. Magnetometr oraz barometr korzystają z jednej magistrali SPI, natomiast czujnik IMU korzysta z oddzielnej magistrali, aby nie powodować kolizji odczytów.

4.4 Tor silników i powierzchni sterowych

Sygnały do silników są generowane przez mikrokontroler i jako sygnał PWM/DSHOT trafiają na pady złącza ESC lub na pady oznaczone PWM.

4.5 Tor USB-C

Peryferium USB-C jest w całości obsługiwane wewnątrz mikrokontrolera. Złącze USB-C jest wyposażone w zabezpieczenia przeciwdziałające skutkom ESD.

4.6 Tor UART

Komunikacja UART jest w całości obsługiwana wewnątrz mikrokontrolera.

4.7 Tor SPI

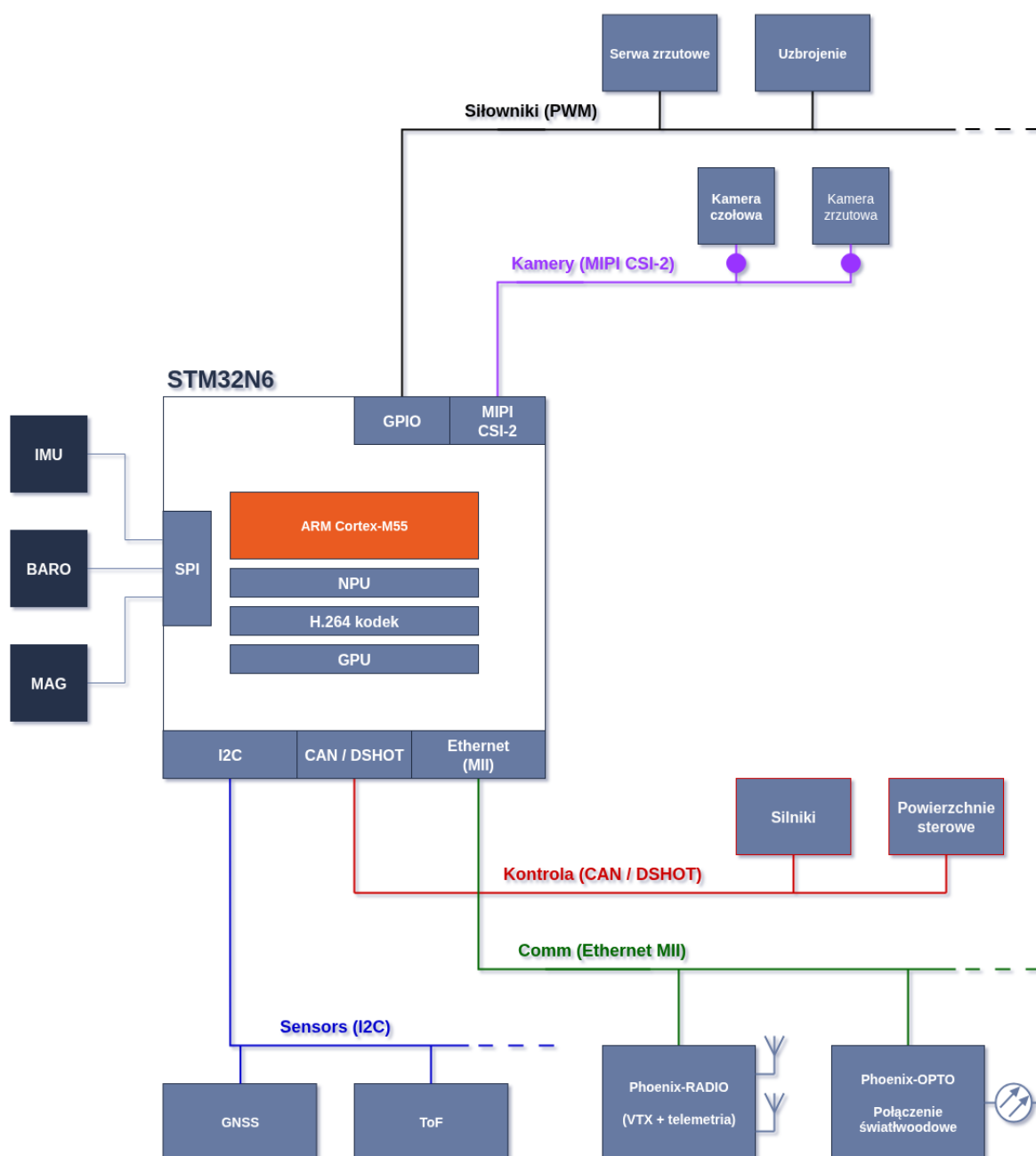
Komunikacja SPI jest w całości obsługiwana wewnątrz mikrokontrolera.

4.8 Tor Ethernet

W opisywanej w tym dokumencie rewizji 4 płytki Phoenix-PILOT Basic PPBK, pady złącza Ethernet są podłączone bezpośrednio do dedykowanego peryferium mikrokontrolera. Interfejs nie jest wyposażony w układ PHY oraz izolację galwaniczną - przewiduje się użycie tego interfejsu do dołączania peryferiów w obrębie samego BSP.

5. Schemat funkcjonalny

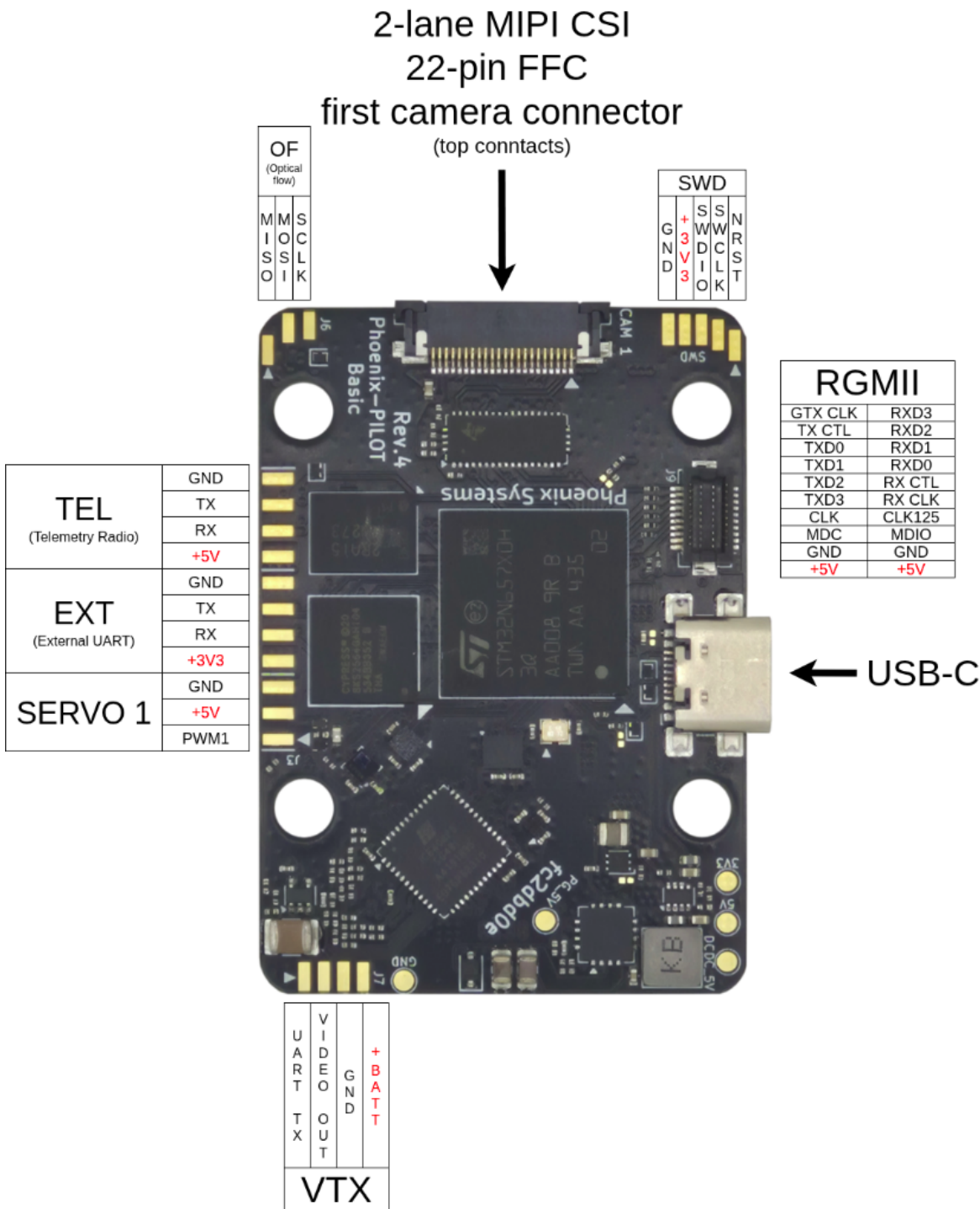
Poniższy rysunek przedstawia ideowy schemat blokowy Phoenix-PILOT Basic PPBK z przykładowymi układami podpiętymi pod dostępne interfejsy wejścia-wyjścia. Są one podzielone według typów medium którymi operują (serwa, kamery, sensory, powierzchnie sterowe). Jako urządzenia podpięte do złącza Ethernetowego zawarte są proponowane rozwiązania Phoenix Systems, nad którymi planowane są prace, ale w ogólności będą mogły być dowolne urządzenia TCP/IP.



Rysunek 3: Schemat funkcjonalny Phoenix-PILOT Basic

6. Schematy połączeniowe

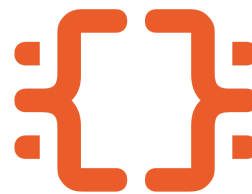
Poniższe rysunki przedstawiają opis wejść-wyjść komputera Phoenix-PILOT Basic PPBK z podziałem na pełnione funkcje oraz poszczególne linie sygnałowe. Schemat ten ma za zadanie ułatwiać prototypową integrację komputera lotu z elektroniką drona.



Rysunek 4: Schemat połączeniowy, widok z góry

Phoenix Systems

developer of Phoenix-RTOS



Phoenix-RTOS



Phoenix Systems Sp. z o. o.

NIP: 113-285-28-93, REGON: 145963772, KRS: 0000417999

(Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy, XIV Wydział KRS)

Kapitał zakładowy 241 650,00 zł w całości opłacony

phoenix-rtos.com | github.com/phoenix-rtos

Kontakt: contact@phoenix-rtos.com

POLSKA (HQ)
Mangalia 2A
02-758 Warszawa

POLSKA
Sienkiewicza 10/17
18-400 Łomża

WIELKA BRYTANIA
Engine Shed, Station Approach
Temple Meads, Bristol, BS1 6QH