

Numer 7 23.02.2025 (Poniedziałek)

Z ławki szkolnej za stery drona: Nowy wymiar teleinformatyki w praktyce



Wrocławska Dolina Dronowa (WDD) to Projekt samorządowo-naukowy (Wrocław + Politechnika Wrocławska + AWL). Miasto Wrocław jako jedno z pierwszych miast w Polsce kupiło drony edukacyjne dla techników (m.in. Elektroniczne Zakłady Naukowe, Zespół Szkół Teleinformatycznych). Nauczyciele-Instruktorzy Uczą się tam nie tylko latać, ale i serwisować oraz programować drony. Wiedzę tą

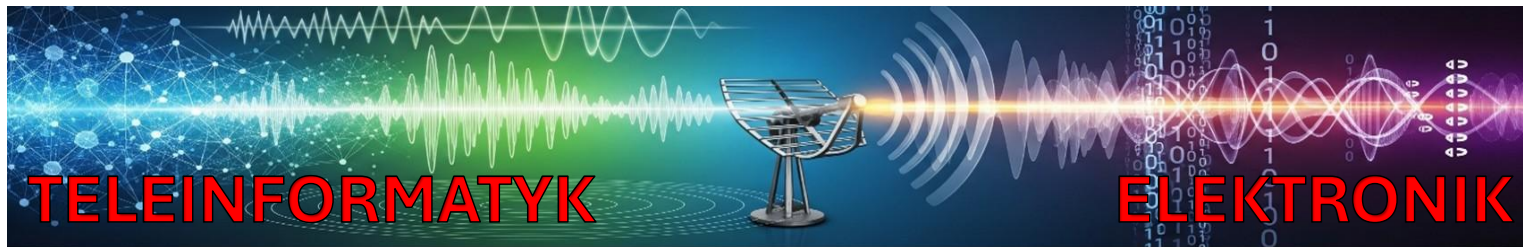
przekazujemy uczniom w ramach piątkowych zajęć z Panem Rafałem Cichockim. Szkoła zakupiła 9 plecaków pełnych sprzętu – drony, gogle VR, kontrolery, baterie, i inne akcesoria. Każdy może spróbować swoich sił i nabyć nowych umiejętności w obsłudze, serwisowaniu i budowaniu takich maszyn. **Więcej informacji w Sali 24!**

Spis Treści

- Z ławki szkolnej za stery drona1
- Technikalia dronowe cz.1 2
- Symulatory drona na komputer6
- Konkurs Zawodowy – Test nr 6.....7

Tabela wyników Konkursu Zawodowego (Testy 1-5):

Miejsce	Uczeń	Liczba punktów
1	klasa2B (nr18)	56
2	Klasa3H (nr12)	55
2	klasa2B (nr4)	52
3	klasa2A (nr4)	39
4	klasa4X (nr16)	24



Technikalia dronowe cz.1

Telekomunikacja i Sterowanie

Podstawą działania drona jest dwukierunkowe łącze radiowe. Nowoczesne systemy transmisyjne, takie jak **ExpressLRS (ELRS)**, oparte są na modulacji **LoRa** (Long Range). Pozwala ona na przesyłanie danych sterujących na duże odległości przy minimalnej mocy nadawczej. Kluczowym parametrem jest tu **latencja** – czas od ruchu drążka na aparaturze do reakcji silników, mierzony w milisekundach (ms).

Teleinformatyka i Dane

Dron to „latający sensor”. Dzięki teledzielnym, w czasie rzeczywistym przesyła dane o napięciu ogniw, temperaturze procesora (MCU) czy jakości sygnału (link stats). Uczniowie uczą się interpretować te dane i konfigurować oprogramowanie układowe (firmware), takie jak **EdgeTX** w aparaturach czy **Betaflight** w kontrolerach lotu.

Elektronika Praktyczna

Sercem jednostki jest kontroler lotu (FC) zintegrowany z regulatorami obrotów (ESC). W elektronice dronowej walczymy z zakłóceniami EM (elektromagnetycznymi) i dbamy o odprowadzanie ciepła. Umiejętność lutowania miniaturowych komponentów SMD oraz rozumienie protokołów komunikacyjnych między układami (np. **UART, SPI, I2C**) to fundamenty, które pozwalają nie tylko pilotować, ale budować systemy bezzałogowe od zera.

Architektura łączy radiowego i wizyjnego w nowoczesnych systemach FPV klasy Whoop

Współczesne systemy FPV (First Person View) opierają się na symbiozie trzech kluczowych komponentów: jednostki latającej (Quadcopter), aparatury sterującej (Radio Transmitter) oraz systemu odbioru obrazu (Goggles). Na przykładzie zestawu składającego się z drona **BetaFPV Air65**, aparatury **RadioMaster Pocket** oraz gogli **VR03**, przeanalizujemy standardy transmisji danych i wideo.



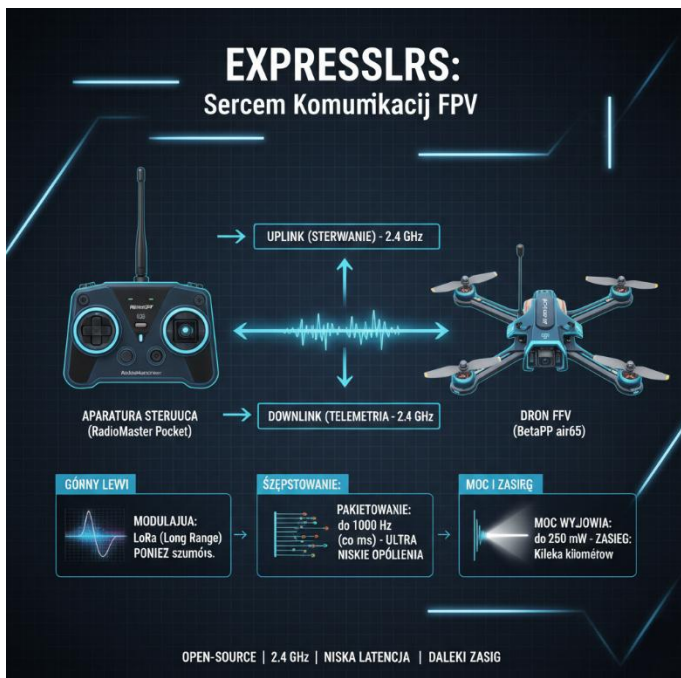
1. Sterowanie i telemetria: Protokół ExpressLRS (ELRS)

Sercem komunikacji między aparaturą RadioMaster Pocket a dronem Air65 jest protokół **ExpressLRS** pracujący w paśmie **2.4 GHz**. Jest to system open-source zorientowany na minimalizację opóźnień (latency) przy jednoczesnym zwiększeniu zasięgu.

Kluczowe parametry warstwy fizycznej:

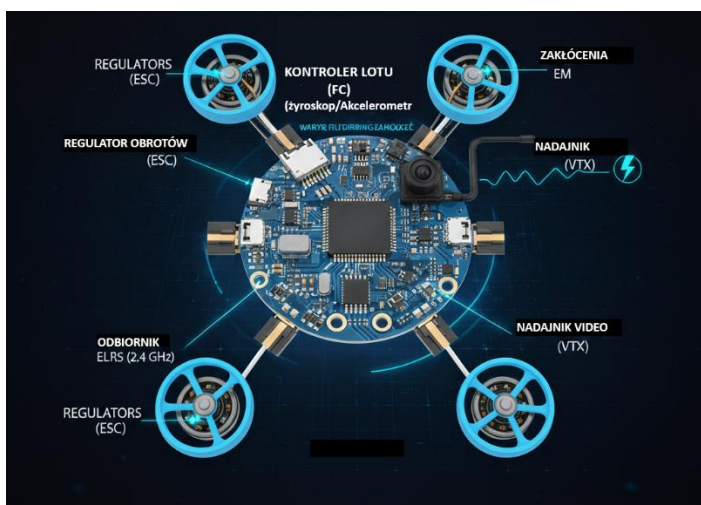
- **Modulacja:** ELRS wykorzystuje modulację LoRa (Long Range), która dzięki technice rozproszonego widma pozwala na odbiór sygnału poniżej poziomu szumów (noise floor).
- **Częstotliwość odświeżania:** System wspiera częstotliwość pakietowania do **1000Hz**. W praktyce oznacza to, że kontroler lotu (FC) otrzymuje nowe dane o położeniu drążków co 1 ms.
- **Moc wyjściowa:** Aparatura RadioMaster Pocket (wersja ELRS) oferuje moc do **250mW**, co przy czułości odbiorników ELRS pozwala na loty na dystansie kilku kilometrów, przekraczając znacznie zasięg wizji analogowej.





Integracja 5-in-1:

Dron Air65 posiada kontroler lotu typu **5-in-1**. Oznacza to zintegrowanie na jednej płytce PCB: kontrolera lotu (MCU), regulatorów obrotów (ESC), odbiornika ELRS, nadajnika wideo (VTX) oraz czujników (żyroskop/akcelerometr). Taka integracja redukuje masę krytyczną w klasie "Whoop", ale wymaga precyzyjnego filtrowania zakłóceń EM generowanych przez regulatory silników bezszczotkowych.



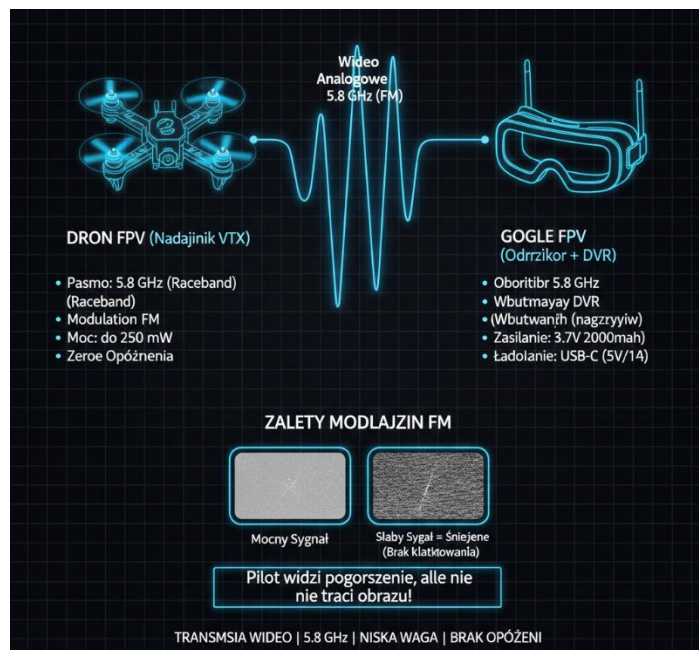
2. Transmisja obrazu: System analogowy 5.8 GHz

Mimo ekspansji systemów cyfrowych, w klasie mikro (Air65) nadal dominuje transmisja analogowa ze względu na zerowe opóźnienia i niską wagę podzespołów.

Charakterystyka łącza wideo:

- **Pasma:** 5.8 GHz (podzielone na pasma A, B, E, F, R – tzw. Raceband).
- **Modulacja:** FM (modulacja częstotliwości). W przeciwieństwie do systemów cyfrowych, spadek jakości sygnału objawia się „śnieżeniem” (szumem statycznym), a nie klatkowaniem obrazu, co pozwala pilotowi na bezpieczny powrót przy granicy zasięgu.
- **Gogle VR03:** Wyposażone w zintegrowany odbiornik 5.8 GHz oraz funkcję DVR (Digital Video

Recorder). Zasilanie ogniwem 3.7V 2000mAh pozwala na długą pracę, a ładowanie odbywa się przez interfejs USB-C (5V/1A).



3. Jednostka sterująca: RadioMaster Pocket i EdgeTX

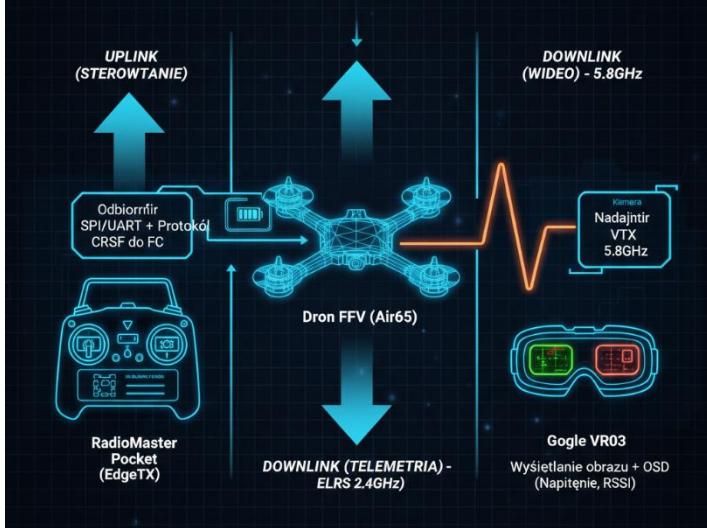
Aparatura sterująca pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego **EdgeTX**. Jest to kluczowe z punktu widzenia konfiguracji:

- **Komunikacja z PC:** Poprzez port USB-C aparatura może pracować jako kontroler HID (symulator) lub interfejs do aktualizacji oprogramowania układowego (firmware) modułu RF.
- **Gimbale z czujnikami Halla:** Zastosowane w modelu Pocket gimbale wykorzystują zjawisko Halla (pomiar pola magnetycznego zamiast ścieżki oporowej potencjometru). Eliminuje to tarcie mechaniczne i dryf sygnału, zapewniając precyzję rzędu mikrosekund.
- **Zasilanie:** Wykorzystanie dwóch ogniw 18650 zapewnia wysoką gęstość energii i stabilne napięcie dla modułu nadawczego ELRS.



4. Synergia systemowa – przepływ danych

1. **Uplink (Sterowanie):** RadioMaster Pocket (EdgeTX) → Pakietowanie ELRS 2.4GHz → Odbiornik SPI/UART na Air65 → Protokół CRSF do procesora FC.
2. **Downlink (Telemetria):** Air65 przesyła zwrótnie dane o napięciu baterii i jakości sygnału (RSSI/LQ), które wyświetlane są na ekranie LCD aparatury oraz w OSD gogli.
3. **Downlink (Wideo):** Kamera CMOS → Nadajnik VTX 5.8GHz → Gogle VR03 (wyświetlanie obrazu + nałożenie warstwy OSD z parametrami lotu).



2. Warstwa 1: Łącze sterowania – ExpressLRS 2.4 GHz

2.1. Czym jest ExpressLRS?

ExpressLRS (ELRS) to otwarty system RC oparty na:

- transceiverach LoRa (Semtech SX127x / SX1280)
- modulacji CSS (Chirp Spread Spectrum)
- wysokiej odporności na zakłócenia
- bardzo niskich opóźnieniach (nawet 2–4 ms)

W wersji 2.4 GHz najczęściej używany jest układ SX1280.



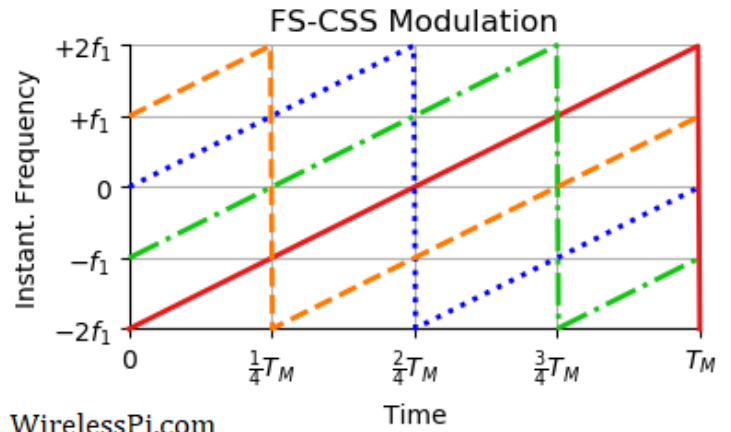
2.2. Warstwa fizyczna (PHY)

Modulacja

ELRS 2.4 GHz używa:

- **LoRa CSS (Chirp Spread Spectrum)**
- szerokość kanału: ~500 kHz – 1 MHz

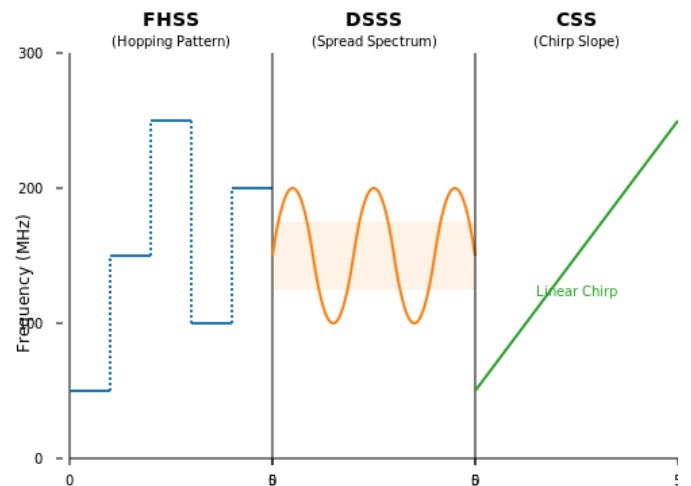
- dynamiczna zmiana parametrów SF (Spreading Factor)



WirelessPi.com

Parametry kluczowe:

- Frequency hopping (FHSS)
- synchronizacja pakietowa
- kodowanie korekcyjne (FEC)



Dlaczego LoRa?

Bo zapewnia:

- bardzo wysoki link budget
- odporność na interferencje
- dużą czułość odbiornika (rzędu -130 dBm)

2.3. Struktura pakietu ELRS

Pakiet sterujący zawiera:

- ID nadajnika
- numer kanału hoppingu
- 16 kanałów RC (zwykle 10–12 aktywnych)
- CRC
- telemetria (opcjonalnie)
- Kanały są kodowane w postaci:
 - 10–12 bitów na kanał
 - kompresowane
 - przesyłane w ramach co:

25 Hz	50 Hz
150 Hz	250 Hz
500 Hz (tryb racing)	

2.4. Opóźnienie (latency)

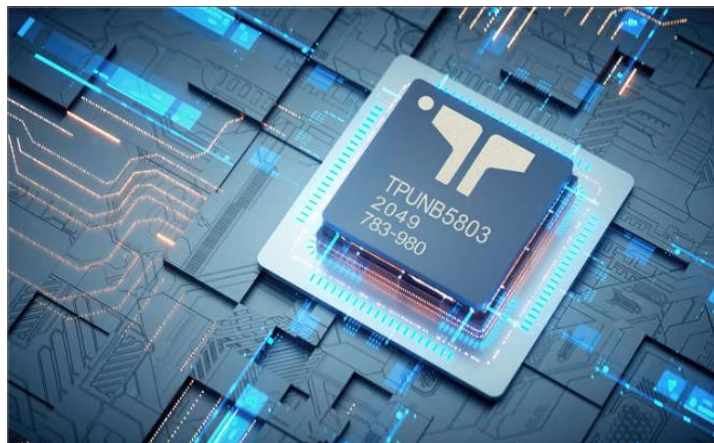
Opóźnienie RC =

- czas próbkowania drążków
- kodowanie
- transmisja LoRa
- dekodowanie
- przetworzenie w FC

Typowe wartości:

- 4–7 ms (250 Hz)
- 2–3 ms (500 Hz)

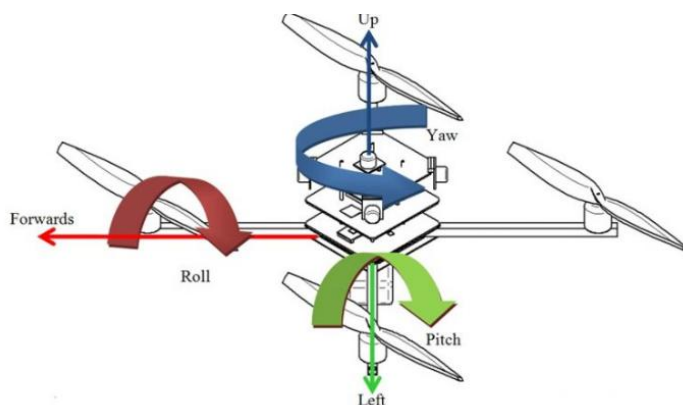
To jest porównywalne z magistralą SPI w elektronice – bardzo szybkie jak na RF.



3.2. Wewnętrzny protokół RC w FC

Po stronie firmware:

- kanały RC mapowane są do:
 - roll
 - pitch
 - yaw
 - throttle
- reszta kanałów → AUX (tryby, uzbrajanie, buzzer itd.)
- Częstotliwość aktualizacji:
 - do 500 Hz
 - PID loop nawet 4–8 kHz



3. Co dzieje się w dronie (Air65 ELRS 5IN1)?

Wersja „5IN1” oznacza zintegrowany układ:

- FC (Flight Controller)
- ESC (regulatory)
- OSD
- VTX
- ELRS receiver

Czyli wszystko na jednej PCB.

3.1. Odbiór ELRS

- Sygnał 2.4 GHz trafia do:
- układu SX1280
- MCU (często STM32F411 / F405)
- Dalej:
- Pakiet RF → demodulacja LoRa
- Walidacja CRC
- Dekodowanie kanałów
- Przekazanie do firmware (np. Betaflight)

4. Telemetria zwrotna

ELRS działa dwukierunkowo.

Dron wysyła do kontrolera:

- RSSI
- LQ (Link Quality)
- napięcie baterii
- czas lotu
- ewentualnie dane GPS

Telemetria przesyłana jest w slotach czasowych między pakietami sterującymi.

Mechanizm:

TDMA

bardzo krótkie ramki

minimalny narzut czasowy

Symulatory drona na komputer

Wirtualne Latanie: TOP 5 Symulatorów Dronów FPV

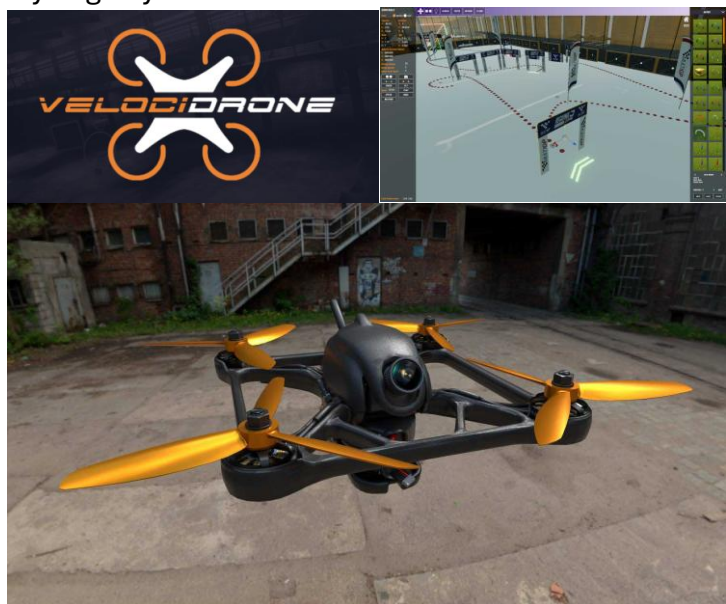
Czy zastanawialiście się kiedyś, jak to jest pilotować drona wyścigowego, pędząc ponad 100 km/h? Zanim weźmiecie do ręki prawdziwy sprzęt i zaryzykujecie jego rozbicie, warto zacząć od treningu w wirtualnym świecie. Na podstawie wielotygodniowych testów wyłoniono absolutną czołówkę. Oto 5 najlepszych symulatorów, od których warto zacząć swoją podniebną przygodę:

1. DRL Simulator – Idealny na start Absolutny numer jeden dla początkujących. Posiada bezkonkurencyjny program szkoleniowy, który krok po kroku poprowadzi Was od zupełnego nowicjusza do wykonywania skomplikowanych akrobacji. To najlepszy i najbezpieczniejszy punkt wyjścia.



2. Velocidrone – Wybór profesjonalistów i król roku 2025

Główny zwycięzca zestawienia na najlepszy symulator. Choć nie zachwyca samouczkiem czy interfejsem, oferuje **najbardziej realistyczną fizykę lotu** na rynku. Przeniesienie umiejętności z tego programu na prawdziwego drona jest wyjątkowo płynne, dlatego to ulubione narzędzie zawodników wyścigowych.

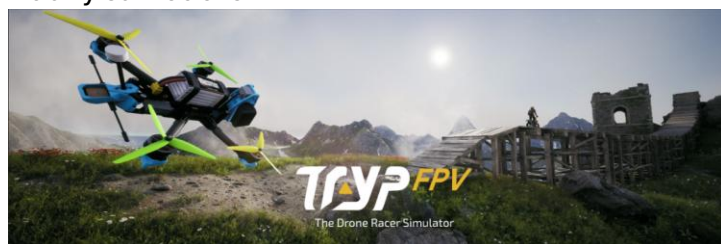


3. Uncrashed – Uczta dla oka Jeśli zależy Wam na przepięknej grafice, która zadziała płynnie nawet na słabszym sprzęcie, to strzał w dziesiątkę. Oprócz latania, symulator ten oferuje świetny tryb wieloosobowy i pozwala ścigać się wokół pędzących samochodów czy monster trucków.



4. Tryp FPV – Najfajniejsze mapy

Zdobywca tytułu "najfajniejszego symulatora". Wyróżnia się gigantycznymi, niezwykle szczegółowymi mapami, które zostały zeskanowane z prawdziwych, niesamowitych miejsc na świecie (m.in. w Skandynawii). Należy jednak uważać na jego bardzo trudny samouczek.



5. Liftoff Micro Drones – Król małych dronów

Jeśli chcecie zacząć od tzw. "Tiny Whoops" (bardzo małych i lekkich dronów), to dedykowany im symulator będzie najlepszym wyborem. Posiada rewelacyjną fizykę dopasowaną do wagi mikrodronów oraz bardzo przyjazny dla nowicjuszy samouczek i tryb wieloosobowy.



Niezależnie od tego, czy wolicie się ścigać, czy wykonywać szalone akrobacje, wybierzcie swój program, chwytajcie za kontrolery i do zobaczenia w wirtualnych przestworzach!



TEST 6

Rozwiąż test dla zawodów Teleinformatyk, Elektronik i Robotyk. Swoje odpowiedzi w formacie **1x, 2y, 3z, 4x, 5y, 6z**, itd... wyślij na adres:

haukeprojekt@gmail.com. W tytule napisz „**Test6_klasa(numer_dziennika)**”, na przykład:

Test6_4T(7). Jeśli chcesz, aby Twoje imię i nazwisko pojawiło się w tabeli wyników, możesz podać w treści wiadomości swoje dane, ale dopiero po podpisaniu listy RODO (środy, czwartki sala 14) będzie to możliwe na łamach gazetki. **Powodzenia!**

Pytanie 6.1. Jaki element elektroniczny służy do prostowania prądu przemiennego na prąd tętniący?

- A) Kondensator
- B) Rezystor
- C) Dioda półprzewodnikowa
- D) Cewka

Pytanie 6.2. Która warstwa modelu OSI odpowiada za adresowanie IP oraz trasowanie (routing) pakietów?

- A) Warstwa fizyczna
- B) Warstwa sieciowa
- C) Warstwa transportowa
- D) Warstwa łącza danych

Pytanie 6.3. W robotyce, układ scalony pełniący rolę „mózgu” robota, integrujący procesor, pamięć i porty we/wy, to:

- A) Tranzystor MOSFET
- B) Mikrokontroler
- C) Przekaznik
- D) Mostek H

Pytanie 6.4. Jaką funkcję w układach zasilania pełni stabilizator napięcia?

- A) Zwiększa częstotliwość napięcia
- B) Zamienia prąd stały na zmienny
- C) Utrzymuje stałą wartość napięcia wyjściowego mimo zmian napięcia wejściowego
- D) Magazynuje energię w polu magnetycznym

Pytanie 6.5. Protokół DHCP w sieciach teleinformatycznych służy do:

- A) Szyfrowania połączeń Wi-Fi
- B) Automatycznej konfiguracji adresów IP urządzeń w sieci
- C) Przesyłania plików między serwerami
- D) Tłumaczenia nazw domenowych na adresy IP

Pytanie 6.6. Jednostką indukcyjności w układzie SI jest:

- A) Farad [F]
- B) Henr [H]
- C) Om [Ω]
- D) Tesla [T]

Pytanie 6.7. Jaki typ czujnika jest najczęściej stosowany w robotach mobilnych do wykrywania przeszkód na zasadzie pomiaru czasu powrotu fali dźwiękowej?

- A) Czujnik podczerwieni (IR)
- B) Fotorezystor
- C) Czujnik ultradźwiękowy
- D) Żyroskop

Pytanie 6.8. Która z poniższych usług działa na porcie 80?

- A) FTP
- B) SSH
- C) HTTP
- D) SMTP

Pytanie 6.9. Układ Darlingtona składa się z dwóch tranzystorów i jest stosowany w celu uzyskania:

- A) Bardzo dużego wzmocnienia prądowego
- B) Bardzo małej rezystancji wejściowej
- C) Stabilizacji temperatury układu
- D) Odwrócenia fazy sygnału

Pytanie 6.10. Co oznacza skrót PLC w kontekście automatyki i robotyki?

- A) Programowalny Sterownik Logiczny
- B) Prywatne Łącze Cyfrowe
- C) Moduł Logiki Prądowej
- D) Przetwornik Liniowo-Cyfrowy

Pytanie 6.11. Jaki kolor izolacji ma zazwyczaj przewód ochronny (PE) w instalacjach elektrycznych?

- A) Niebieski
- B) Brązowy
- C) Żółto-zielony
- D) Czarny

Pytanie 6.12. W celu wzmocnienia sygnału w światłowodach telekomunikacyjnych stosuje się:

- A) Wzmacniacze operacyjne
- B) Regeneratory optyczne lub wzmacniacze EDFA
- C) Transformatory toroidalne
- D) Rezystory bocznikujące

Pytanie 6.13. Bramka logiczna, która daje stan wysoki (1) na wyjściu tylko wtedy, gdy na oba wejścia podano stan wysoki, to:

- A) OR
- B) XOR
- C) NOT
- D) AND

Pytanie 6.14. Do czego służy kompilator w procesie tworzenia oprogramowania dla robotów?

- A) Do fizycznego montażu procesora na płytce
- B) Do tłumaczenia kodu źródłowego na język zrozumiały dla maszyny (kod binarny)
- C) Do testowania wytrzymałości mechanicznej ramienia robota
- D) Do zarządzania bazą danych użytkowników

Pytanie 6.15. Maska podsieci 255.255.255.0 pozwala na zaadresowanie maksymalnie ilu hostów w sieci klasy C?

- A) 254
- B) 512
- C) 128
- D) 1024

Pytanie 6.16. Element wykonawczy w robotyce, który zamienia energię elektryczną na ruch obrotowy z precyzyjną kontrolą kąta, to:

- A) Silnik krokowy
- B) Elektromagnes
- C) Grzałka
- D) Potencjometr

Pytanie 6.17. Multimetr ustawiony na funkcję „brzęczyka” (test ciągłości) służy do sprawdzenia:

- A) Wartości pojemności kondensatora
- B) Czy obwód nie jest przerwany
- C) Częstotliwości prądu w gniazdku
- D) Natężenia światła

Pytanie 6.18. Które pasmo częstotliwości jest standardowo wykorzystywane przez sieć Wi-Fi 4 (802.11n)?

- A) 500 MHz
- B) 2,4 GHz oraz 5 GHz
- C) 10 GHz
- D) 100 kHz

Pytanie 6.19. Prawo Ohma dla odcinka obwodu wyraża się wzorem:

- A) $P = U \cdot I$
- B) $I = U / R$
- C) $E = m \cdot c^2$
- D) $Q = C \cdot U$

Pytanie 6.20. Przetwornik ADC (Analog-to-Digital Converter) służy do:

- A) Zamiany sygnału cyfrowego na analogowy
- B) Zamiany sygnału analogowego na postać cyfrową
- C) Zwiększenia amplitudy sygnału stałego
- D) Przesyłania danych kablem koncentrycznym

Już niedługo – prawdopodobnie w kwietniu – podsumujemy listę rankingową i przyznamy nagrody dla najbardziej wytrwałych Uczestników Konkursu. Nagroda to (miejsca 1 i 2) wypasione pudełka z układami mikroprocesorowymi i zestawami czujników, rozszerzeń i komponentów elektronicznych, umożliwiającymi Elektronikom, Teleinformatykom i Robotykom rozwijanie swoich umiejętności zawodowych. Zachęcamy wszystkich do rozwiązywania testów, są to testy takie same, jak na egzaminie teoretycznym, więc już dziś można sprawdzić swoje aktualne szanse na dyplom zawodowy, który jest zwieńczeniem wysiłków i nauki przez lata spędzone w ZSTiE.

Życzymy wszystkim uczniom sukcesów i mocnej wiary w siebie!