10. Dodatkowa oś: montaż, konfiguracja i programowanie

Avena Robotics · wydanie 2026-11 · roboty FAIRINO FR5, FR10, FR20 z oprogramowaniem 3.9.9 (panel po polsku)

Co znajdziesz: montaż i podłączenie zestawu dodatkowej osi (silnik z enkoderem i hamulcem, napęd, sterownik PLC), pierwsze uruchomienie, sprawdzenie połączenia kontrolera robota (skrzynki sterującej) ze sterownikiem PLC, ręczne sterowanie osią, programy, w których oś pracuje razem z robotem, oraz aktualizację programu sterownika PLC. Pełna konfiguracja osi jest w dodatku A.

Dla kogo: klienci z zestawem dodatkowej osi od Aveny (napęd LC20E-1000W, sterownik PLC LINGCHEN LC1004), np. obrotnicą albo osią liniową: elektryk, który montuje zestaw, i programista robota.

Potrzebujesz: robota zamontowanego i uruchomionego (instrukcje 01 i 02), zestawu osi skonfigurowanego przez Avenę, kabla sieciowego z wtykami RJ45, a do aktualizacji programu PLC pamięci USB sformatowanej w FAT32.

Co dalej: instrukcja 02: tryby pracy, programy i ich uruchamianie.

Bezpieczeństwo. Wszystkie podłączenia wykonuj przy wyłączonym zasilaniu stanowiska. Silnik i przekładnia muszą mieć zapewnione chłodzenie, które chroni układ przed przegrzaniem. Grzyb (przycisk zatrzymania awaryjnego) robota zatrzymuje oś tylko programowo, przez sterownik PLC. To nie jest sprzętowa funkcja bezpieczeństwa (rozdział 3). Stanowisko z dodatkową osią wymaga oceny ryzyka, którą wykonuje osoba odpowiedzialna za stanowisko. Jeśli przy uruchomieniu usłyszysz nietypowy dźwięk, poczujesz zapach spalenizny albo pojawi się błąd, przerwij pracę, wyłącz zasilanie stanowiska i zgłoś to do wsparcia Aveny.

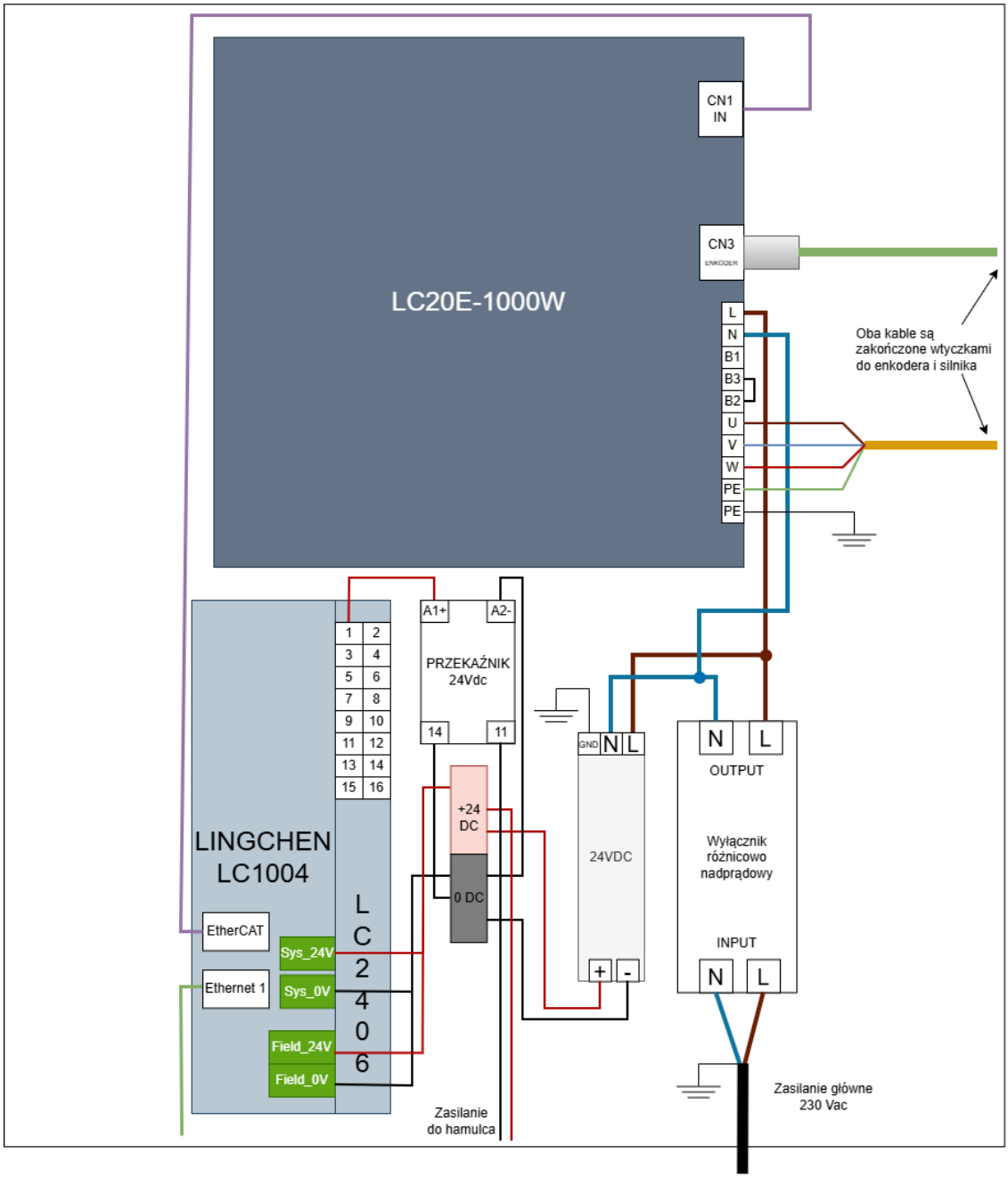
1. Elementy zestawu i schemat

Zestaw składa się z silnika z enkoderem i hamulcem, napędu (serwowzmacniacza) LC20E-1000W, sterownika PLC LINGCHEN LC1004 z modułem wyjść LC2406, przekaźnika hamulca 24 V DC, zasilacza 24 V DC i wyłącznika różnicowo-nadprądowego. Kontroler robota wysyła polecenia do sterownika PLC, a sterownik PLC steruje napędem.

Zasilanie (rys. 1): zasilanie główne 230 Vac wchodzi na zaciski INPUT (N, L) wyłącznika różnicowo-nadprądowego. Z zacisków OUTPUT (N, L) zasilane są napęd LC20E-1000W (zaciski L, N) i zasilacz 24 V DC (zaciski N, L). Wyjście zasilacza (+, −) idzie na listwy +24 DC i 0 DC. Z nich zasilane są zaciski Sys_24V, Sys_0V, Field_24V i Field_0V sterownika PLC oraz hamulec. Zacisk 1 modułu LC2406 załącza cewkę przekaźnika hamulca (A1+; A2− do listwy 0 DC). Styki przekaźnika 14–11 zamykają obwód hamulca w przewodzie 0 V, a +24 V idzie do hamulca wprost z listwy +24 DC. Uziemienie (PE napędu, GND zasilacza, przewód ochronny zasilania głównego) jak na schemacie.

Przycisk ZASILANIE na szafce zestawu załącza zasilanie całego układu osi (oś i sterownik). Na schemacie go nie pokazano.

Dla elektryka. Zaciski napędu i sterownika opisuje dokumentacja ich producentów (napęd LC-E, sterownik LC1000), którą na prośbę udostępnia wsparcie Aveny (robotics@avena.pl). O dane zabezpieczeń i przekroje przewodów zestawu też pytaj wsparcie Aveny.



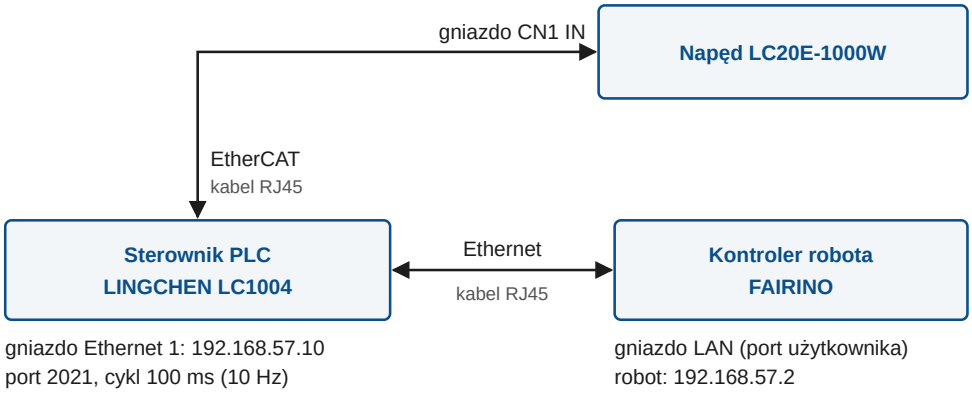
Rys. 1. Schemat elektryczny zestawu: napęd LC20E-1000W, sterownik LC1004 z modułem LC2406, przekaźnik hamulca, zasilacz 24 V DC i wyłącznik różnicowo-nadprądowy. Przycisku ZASILANIE na schemacie nie ma.

Komunikacja (rys. 2): sterownik PLC łączy się z napędem przez EtherCAT (gniazdo EtherCAT sterownika i gniazdo CN1 IN napędu), a z kontrolerem robota kablem sieciowym (Ethernet).

- Kabel z gniazda **Ethernet 1** sterownika PLC podłącz do gniazda **LAN** kontrolera robota, czyli portu użytkownika w sieci 192.168.57.x, w której robot ma adres 192.168.57.2. To gniazdo, przez które łączy się panel (instrukcja 01, rozdział 4, rys. 9). Które z gniazd LAN1 i LAN2 Twojego kontrolera jest portem użytkownika, potwierdź ze wsparciem Aveny. Na schemacie z poprzedniej instrukcji zestawu gniazdo

kontrolera jest opisane „ETH1”. Nie myl go z kartą sieciową Eth1 w ustawieniach sieci panelu (WebApp): to gniazdo w kasecie przycisków (192.168.58.2).

- Nie podłączaj tego kabla do gniazda sieciowego w kasecie przycisków (192.168.58.2).
- Gniazdo LAN2 zajmuje router zestawu bezprzewodowego (instrukcja 05) albo kabel komputera (instrukcja 01). Zanim podłączysz sterownik PLC do LAN1, zapytaj wsparcie Aveny.



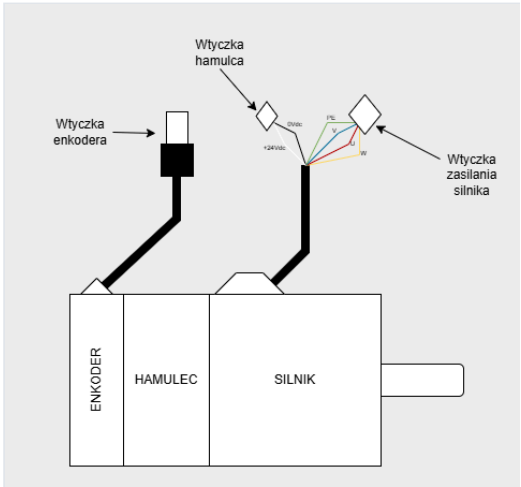
Rys. 2. Połączenia komunikacyjne zestawu (na podstawie schematu Aveny). Kontroler robota łączy się ze sterownikiem PLC przez gniazdo LAN kontrolera (port użytkownika). Oba połączenia to kable z wtykami RJ45 na obu końcach.

2. Montaż mechaniczny i przewody silnika

Pracuj przy wyłączonym zasilaniu stanowiska.

1. Połącz elementy zestawu zgodnie ze schematem (rys. 1), jeśli nie są jeszcze połączone: napęd, sterownik PLC, przekaźnik hamulca, zasilacz 24 V DC i wyłącznik różnicowo-nadprądowy. Zasilanie główne 230 Vac doprowadź do zacisków INPUT (N, L) wyłącznika, a przewód ochronny podłącz jak na schemacie.
2. Przykręć silnik (z przekładnią lub adapterem) w miejscu montażu. Oś silnika musi być współosiowa z napędzaną mechaniką: bez naprężeń, bez ustawienia „na skos” i bez „ciągnięcia” na śrubach. Po dokręceniu sprawdź ręcznie, czy nic nie ociera.
3. Zostaw lekki zapas przewodów, ale zrób odciążenie. Wtyczki nie mogą wisieć na kablu ani być narażone na wyrwanie podczas ruchu.
4. Podłącz kolejno trzy wtyczki silnika (rys. 3):
   - **enkoder**: sprzężenie zwrotne położenia silnika,
   - **hamulec**: trzyma oś, gdy napęd jest wyłączony; po włączeniu napędu zwalnia się sam,
   - **zasilanie silnika (U, V, W)**: trzy fazy silnika.

   Każda wtyczka pasuje tylko do swojego gniazda. Nie wciskaj jej na siłę: jeśli nie wchodzi, jest źle ustawiona. Po wpięciu sprawdź, czy przewód nie jest skręcony.
5. Sprawdź, czy wtyczki są dociśnięte do końca i zabezpieczone (zatrzaskiem albo nakrętką, jeśli je mają), a przewody nie są napięte i nie ocierają o ruchome elementy.



Rys. 3. Wtyczki silnika: enkoder, hamulec, zasilanie.

3. Pierwsze uruchomienie

Wykonuj kroki po kolei. Jeśli na którymkolwiek etapie pojawi się błąd albo nietypowy dźwięk, przerwij uruchamianie i zgłoś to do wsparcia Aveny.

Ostrzeżenie: zatrzymanie osi to nie jest funkcja bezpieczeństwa.

- Po naciśnięciu grzyba robota oś zatrzymuje programowo sterownik PLC: po sygnale z robota albo po utracie komunikacji UDP. Grzyb nie wyłącza zasilania napędu osi.
- Takie zatrzymanie nie jest sprzętową funkcją bezpieczeństwa. Ocena ryzyka stanowiska, którą wykonuje osoba odpowiedzialna za stanowisko, musi to uwzględnić.
- Nie zakładaj, że oś zatrzyma się sama po uderzeniu w człowieka lub przedmiot, tak jak ramię robota współpracującego. Nie zakładaj też, że zatrzymają ją przyciski Pauza i Zatrzymaj w panelu (rozdział 7).
- Zanim wejdziesz w strefę ruchu osi, zatrzymaj program i wyłącz napęd osi (przycisk **Wyłącz** w panelu Oś zewnętrzna, rozdział 5; hamulec trzyma wtedy oś). To, że oś stoi, nie znaczy, że nie ruszy. Jak bezpiecznie wchodzić w strefę osi w czasie pracy (np. przy załadunku obrotnicy), określa ocena ryzyka stanowiska. Przed pracą przy mechanice osi wyłącz zasilanie stanowiska.
- Zanim zaczniesz pracę, sprawdź, czy grzyb zatrzymuje oś (rozdział 5, krok 7).

1. **Przygotowanie:** strefa ruchu robota i osi jest wolna (bez narzędzi, kabli i przedmiotów na drodze ruchu). Wszystkie wtyczki silnika są wpięte do końca i zabezpieczone. Przewody nie są naprężone i nie zahaczą o ruchome elementy. Jeśli coś budzi wątpliwości (luźna wtyczka, kabel „na styk”, coś ociera), popraw to przed dalszą pracą.
2. **Kontroler robota:** włącz kontroler i poczekaj, aż panel będzie gotowy: bez komunikatu o uruchamianiu i bez aktywnych błędów. Napędy robota mogą być jeszcze wyłączone, to normalne. Najpierw włączasz kontroler, dopiero potem zasilanie osi.
3. **Zasilanie osi:** naciśnij zielony przycisk **ZASILANIE** na szafce zestawu (rys. 4). Sprawdź, czy:
   - przycisk świeci na zielono (albo, zależnie od wersji przycisku, zostaje w pozycji włączonej),
   - z układu nie dochodzą niepokojące dźwięki (trzaski, tarcie, powtarzające się „klikanie”),
   - nie czuć zapachu spalenizny i nic nie nagrzewa się w nienaturalny sposób.
4. Jeśli wystąpi którykolwiek z tych objawów albo przycisk nie świeci mimo włączenia: przerwij uruchamianie, wyłącz zasilanie stanowiska i zgłoś problem do wsparcia Aveny.



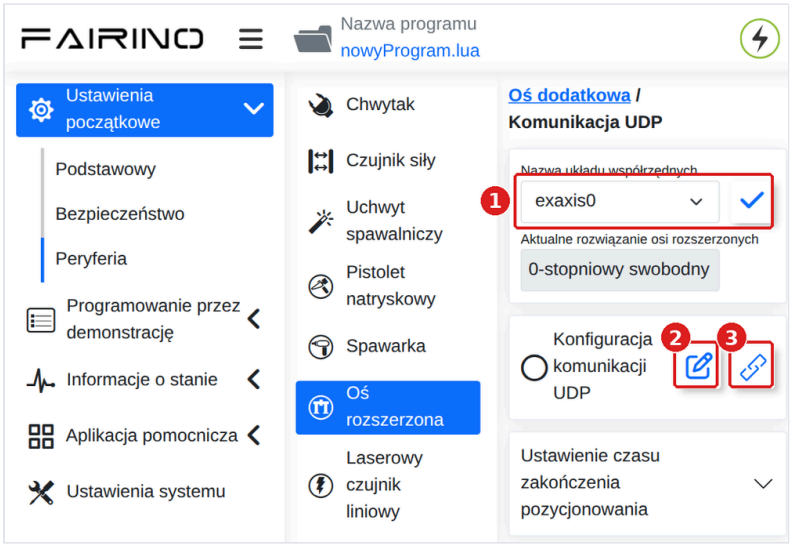
Rys. 4. Przycisk ZASILANIE zestawu osi: świeci na zielono, gdy zasilanie jest włączone.

4. Połączenie kontrolera robota ze sterownikiem PLC

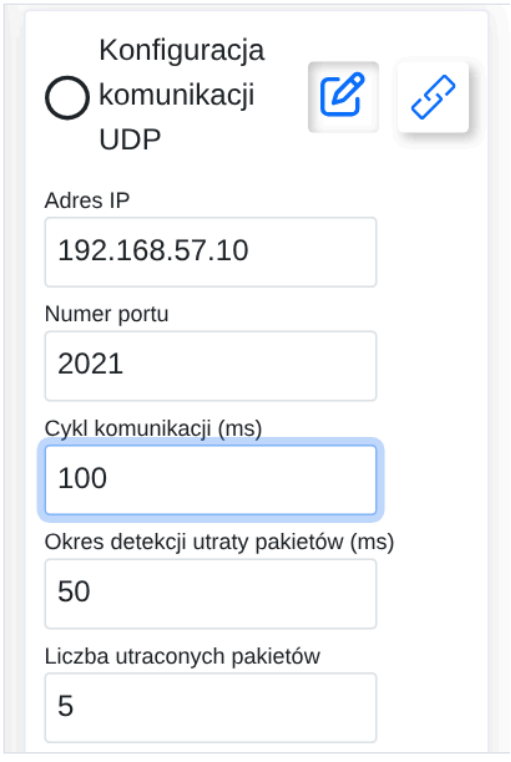
Avena konfiguruje oś przed wysyłką: wybiera i stosuje układ współrzędnych osi *exaxis1*, ustawia komunikację UDP i parametry osi. Tutaj tylko sprawdzasz, czy połączenie działa. Nie zmieniaj tych ustawień bez uzgodnienia ze wsparciem Aveny. Pełną konfigurację opisuje dodatek A.

W panelu ta sama funkcja ma kilka nazw: **Oś rozszerzona** (menu Peryferia), **Oś dodatkowa** (nagłówek strony), **Oś zewnętrzna** (panel ruchu ręcznego), **ExAxis** (podgląd stanu osi) i **Eaxis** (polecenie w programie). Opcja Komunikacja UDP (Sterownik + PLC) to w programie **Kontroler + PLC (UDP)**; słowo Sterownik oznacza tu kontroler robota.

1. Otwórz **Ustawienia początkowe** → **Peryferia** → **Oś rozszerzona** *(Initial → Peripheral → Extended Axis)* i wybierz **Komunikacja UDP** (Sterownik + PLC).
2. W polu (1) **Nazwa układu współrzędnych** musi być zastosowany układ inny niż *exaxis0*; w zestawie Aveny to *exaxis1*. Numer zastosowanego układu osi widać też na górnym pasku panelu: to lewa dolna liczba w polu z czterema liczbami.
3. Sprawdź zielony znacznik przy **Konfiguracja komunikacji UDP**. Przy działającym połączeniu pod spodem widać listę osi 1–4 (bez połączenia lista się nie pokazuje).
4. Jeśli znacznik nie jest zielony (np. po włączeniu kontrolera), sprawdź zasilanie zestawu i kabel sieciowy, a potem kliknij ikonę połączenia (3). Połączenie może też nawiązywać program (rozdział 6, krok 3).
5. Ikona edycji (2) pokazuje parametry komunikacji (rys. 6): **Adres IP** 192.168.57.10 (sterownik PLC zestawu), **Numer portu** 2021, **Cykl komunikacji (ms)** 100. Nie zmieniaj ich.



Rys. 5. Oś rozszerzona → Komunikacja UDP: 1 układ współrzędnych osi i przycisk ✓ (zastosuj), 2 edycja parametrów, 3 nawiązanie połączenia. Na zrzucie wybrany jest jeszcze *exaxis0*; w zestawie Aveny powinien być *exaxis1*. Zrzuty z oprogramowania 4.0 z polskim panelem; menu w 3.9.9 jest takie samo (instrukcja 02).



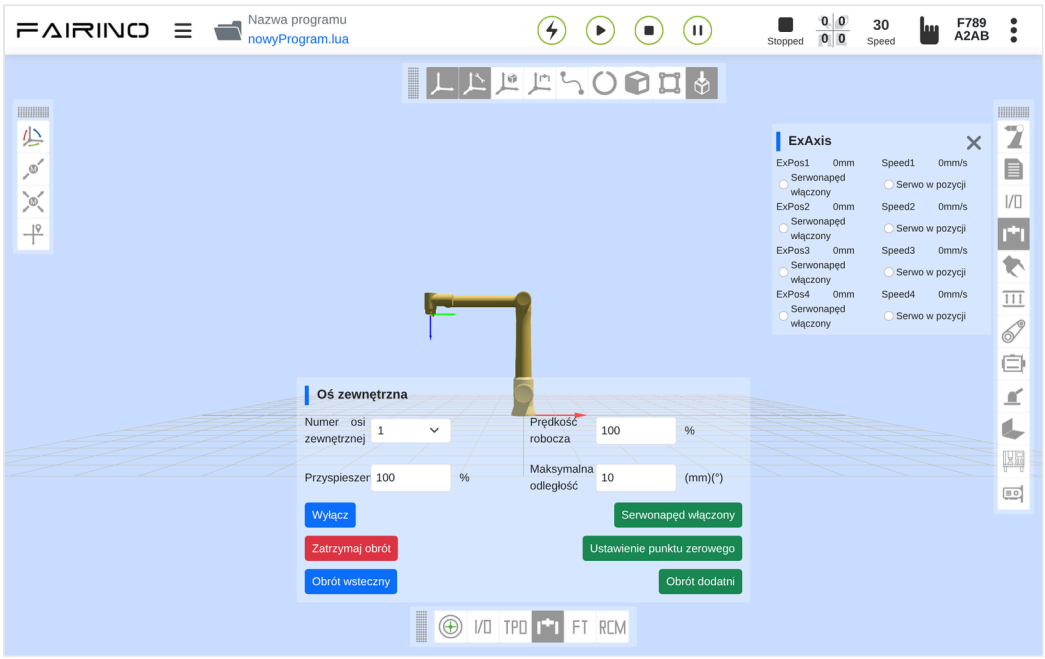
Rys. 6. Parametry komunikacji UDP (fragment). Pozostałe pola opisuje dodatek A.2.

Uwaga. Sterownik PLC zestawu ma adres **192.168.57.10**, ten sam, który instrukcja 01 podaje dla komputera. Żadne inne urządzenie w sieci robota nie może mieć tego adresu. Komputer podłączony kablem do sieci, w której pracuje zestaw osi, ustaw na **192.168.57.11**. Jeśli przy robocie pracuje komputer stanowiska dostarczony przez Avenę (instrukcja 13), jego adres ustala Avena: zanim podłączysz zestaw osi, zapytaj wsparcie Aveny, czy komputer nie ma adresu 192.168.57.10.

Prędkość osi obrotowej. Kontroler podaje prędkość osi w mm/s (jak dla osi liniowej) i dzieli ją przez skok *(Lead)* z parametrów osi, a sterownik PLC przelicza wynik na prędkość silnika (dokumentacja FAIRINO). W zestawie Aveny z obrotnicą daje to przelicznik ok. 0,3: 100 mm/s ≈ 30 °/s, 200 mm/s ≈ 60 °/s, 360 mm/s ≈ 108 °/s (obserwacja Aveny). Po zmianie skoku albo przekładni przelicznik będzie inny.

5. Ręczne sterowanie osią

1. Na prawym pasku ekranu kliknij ikonę osi. Otworzy się podgląd **ExAxis**: położenie i prędkość osi oraz stany „Serwonapęd włączony” i „Serwo w pozycji”.
2. Na dolnym pasku kliknij ikonę osi. Otworzy się panel **Oś zewnętrzna** *(External axis)* (rys. 7).
3. Kliknij **Serwonapęd włączony** *(Enable)*: włącza napęd i zwalnia hamulec. Zielona kropka w podglądzie ExAxis potwierdza włączenie. **Wyłącz** *(Disable)* wyłącza napęd; hamulec znów trzyma oś.
4. Ustaw **Numer osi zewnętrznej** (1), **Prędkość robocza** (% prędkości maksymalnej), **Przyspieszenie** i **Maksymalna odległość** (o ile oś przejedzie w jednym ruchu, w mm albo °). Przy pierwszych ruchach ustaw Prędkość roboczą najwyżej 20 % i małą Maksymalną odległość, np. 10.



Rys. 7. Panel Oś zewnętrzna (na dole) i podgląd ExAxis (po prawej). Zrzut pokazuje stan bez aktywnej osi: położenia 0 mm, a lewa dolna liczba na górnym pasku (numer układu osi) to 0; w zestawie Aveny będzie to 1. Prędkość robocza 100 % na zrzucie nie jest wartością na pierwsze ruchy (krok 4: najwyżej 20 %).

Ostrzeżenie. Obrót dodatni i Obrót wsteczny od razu ruszają osią o Maksymalną odległość. Zanim klikniesz, sprawdź, czy w strefie ruchu osi nie ma ludzi ani przeszkód, i miej pod ręką grzyb.

5. **Obrót dodatni** *(Forward)* i **Obrót wsteczny** *(Reverse)* poruszają osią, **Zatrzymaj obrót** *(Stop)* ją zatrzymuje. Pierwszym ruchem sprawdź, czy oś obraca się w oczekiwanym kierunku.
6. **Ustawienie punktu zerowego** *(Set zero)* otwiera okno powrotu do zera: tryb *Bieżące położenie (Current position)*, prędkość szukania zera 5 mm/s i prędkość pozycjonowania zera 1 mm/s. Po kliknięciu **Ustaw** *(Set)* w zestawie Aveny oś wraca do zera zapamiętanego przez sterownik PLC. Oś się przy tym porusza, więc najpierw sprawdź, czy strefa ruchu jest wolna. W czasie powrotu do zera nie klikaj Zatrzymaj obrót (zalecenie Aveny). W razie zagrożenia naciśnij grzyb.
7. **Sprawdź zatrzymanie grzybem** przy Prędkości roboczej najwyżej 20 % i wolnej strefie ruchu osi: ustaw Maksymalną odległość tak, żeby ruch trwał kilka sekund, kliknij Obrót dodatni i w trakcie ruchu naciśnij grzyb robota. Oś musi się zatrzymać. Jeśli się nie zatrzymała, wyłącz zasilanie stanowiska, nie używaj osi i zgłoś to do wsparcia Aveny. Po teście postępuj jak po każdym zatrzymaniu awaryjnym:
   - wyłącz kontroler, zwolnij grzyb (obróć go zgodnie ze strzałkami) i po ponad 1 minucie włącz kontroler (dokumentacja FAIRINO, rozdz. 3.1.9 Emergency stop; instrukcja 01, rozdział 5),
   - nawiąż połączenie z PLC (rozdział 4, krok 4),
   - sprawdź w podglądzie ExAxis stan napędu osi i przed kolejnym ruchem włącz go przyciskiem **Serwonapęd włączony**.

> **Powrót do zera w zestawie Aveny.** Powrót do zapamiętanego zera to działanie programu sterownika PLC zestawu Aveny. Dokumentacja FAIRINO opisuje tryb *Bieżące położenie* (w kodzie `ExtAxisSetHoming(1,0,…)`) inaczej: jako ustawienie zera w miejscu, w którym akurat stoi oś. W innych zestawach osi to polecenie może więc działać inaczej. Jeśli trzeba ustawić nowe zero osi (np. po zmianach w mechanice), skontaktuj się ze wsparciem Aveny.

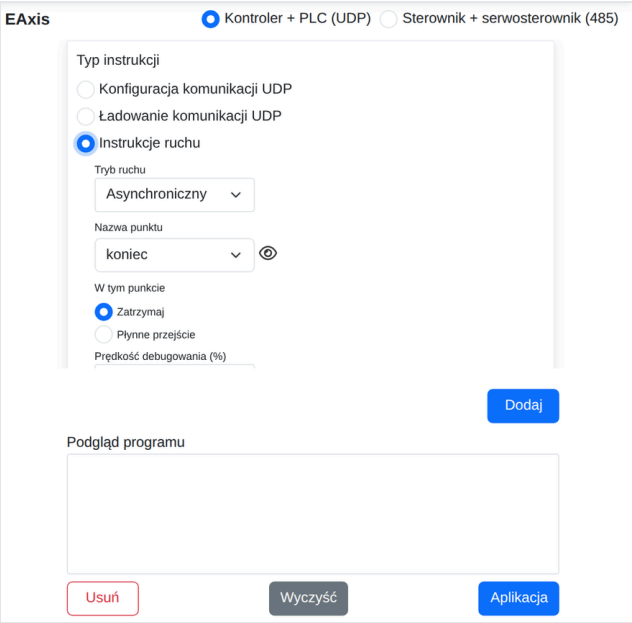
Punkty. Zanim napiszesz program, zapisz punkty, do których ma jeździć robot i oś. Nadawaj punktom czytelne nazwy (np. P_HOME, P_APPROACH, P_PICK, P_PLACE, P_SAFE; instrukcja 02, rozdział 5). Punktom osi dawaj nazwy, po których je odróżnisz od punktów robota, np. OS_A, OS_B.

6. Program z dodatkową osią

1. Utwórz nowy program (instrukcja 02, rozdział 6).
2. W liście poleceń, w grupie **Polecenia peryferyjne**, kliknij **Eaxis** i wybierz **Kontroler + PLC (UDP)** (rys. 8 i 9).



Rys. 8. Eaxis w grupie Polecenia peryferyjne.



Rys. 9. Edytor polecenia EAxis w trybie Kontroler + PLC (UDP): typy instrukcji i pola instrukcji ruchu. Komenda bazowania i Polecenie zezwolenia są niżej na liście typów.

Ostrzeżenie. Przed pierwszym ruchem osi i przed powrotem do zera włącz napęd osi poleceniem `ExtAxisServoOn(1,1)` (Polecenie zezwolenia). Po zatrzymaniu awaryjnym, ponownym uruchomieniu kontrolera albo błędzie napędu napęd osi może być wyłączony (obserwacja Aveny). Dlatego dawaj to polecenie zawsze po nawiązaniu połączenia, przed pierwszym ruchem osi. Prędkość w poleceniu ruchu osi ustawiaj najwyżej na 99 %: w testach Aveny na oprogramowaniu 3.9.1 przy 100 % ruch nie wykonywał się poprawnie (błąd zgłoszony producentowi). Dokumentacja FAIRINO dopuszcza 0–100 %.

3. **Połączenie z PLC w programie** (pomiń ten krok, jeśli połączenie nawiązujesz w Peryferiach, rozdział 4): **Typ instrukcji: Konfiguracja komunikacji UDP** *(communication configuration)*: adres IP sterownika PLC 192.168.57.10, port 2021, cykl 100 ms → **Dodaj**, **Aplikacja**. Potem **Typ instrukcji: Ładowanie komunikacji UDP** *(UDP communication loading)* → **Dodaj**, **Aplikacja**. Sama konfiguracja nie nawiązuje połączenia, robi to dopiero ładowanie. Za ładowaniem dodaj polecenie **Wait** z czasem 500 ms (instrukcja 02, rozdział 9; w kodzie `WaitMs(500)`), jak w przykładzie z dokumentacji FAIRINO.
4. **Typ instrukcji: Polecenie zezwolenia** *(Enable command)*: włączenie napędu osi 1 → **Dodaj**, **Aplikacja**. W kodzie to `ExtAxisServoOn(1,1)`.
5. **Typ instrukcji: Komenda bazowania** *(Zero return instruction)*, jeśli program ma zaczynać od zera osi: numer osi 1, tryb Bieżące położenie, prędkości 5 i 1 → **Dodaj**, **Aplikacja**. W zestawie Aveny oś wraca wtedy do zapamiętanego zera (rozdział 5).
6. Położenia osi zapisz jako punkty: doprowadź oś do pozycji (rozdział 5) i dodaj punkt lokalny ikoną **Dodaj lokalny punkt nauczania** nad oknem programu.
7. **Typ instrukcji: Instrukcje ruchu** *(Motion command)*:
   - **Tryb ruchu: Asynchroniczny**. Tego trybu używają przykłady Aveny. Tryb synchroniczny wymaga kalibracji układu współrzędnych osi; bez kalibracji oś porusza się tylko asynchronicznie (dokumentacja FAIRINO). Przed użyciem trybu synchronicznego skontaktuj się ze wsparciem Aveny.
   - **Nazwa punktu**: punkt osi zapisany w kroku 6.

- **W tym punkcie**: *Zatrzymaj* (oś staje w punkcie; w kodzie ostatni parametr `-1`) albo *Płynne przejście* (oś bez zatrzymania przechodzi do następnego ruchu).
- **Prędkość debugowania (%)**: na początek 20 %, najwyżej 99 %.

Kliknij **Dodaj**, **Aplikacja**. Jeśli robot ma poczekać na koniec ruchu osi, dodaj za tym poleceniem polecenie **Wait** z czasem 1 ms (w kodzie `WaitMs(1)`; ramka „Uwaga: WaitMs(1)” niżej).

> **Uwaga: WaitMs(1).** W testach Aveny na oprogramowaniu 3.9.1 polecenie `WaitMs(1)` wstawione po poleceniu ruchu osi sprawiało, że robot czekał na koniec ruchu osi. Dokumentacja FAIRINO tego nie opisuje: według niej WaitMs tylko odczekuje zadany czas. Na 3.9.9 i po każdej aktualizacji oprogramowania sprawdź to działanie przy małej prędkości.

Przykłady

Przykłady nie zostały sprawdzone na robocie w tym wydaniu instrukcji. Przed pierwszym uruchomieniem sprawdź program w trybie ręcznym przy niskiej prędkości, a potem uruchom go w trybie automatycznym z małą prędkością globalną (rozdział 7). Nazwy punktów zastąp swoimi. Prędkość 20 % to wartość na pierwsze próby; 99 % to wartość najwyższa, a nie startowa.

Przykład 1. Dojazd osi do punktu i powrót do zera. Robot stoi. Oś 1 jedzie z prędkością 20 % do położenia zapisanego w punkcie OS_A, zatrzymuje się w nim, a potem wraca do zera zapamiętanego przez sterownik PLC.

```
-- Połączenie z PLC (pomiń te 3 linie, jeśli połączenie nawiązujesz w Peryferiach)
ExtDevSetUDPComParam("192.168.57.10",2021,100) -- adres PLC, port 2021, cykl 100 ms
ExtDevLoadUDPDriver()                          -- nawiąż komunikację UDP
WaitMs(500)                                    -- poczekaj 500 ms na nawiązanie połączenia
-- Ruch osi
ExtAxisServoOn(1,1)                            -- włącz napęd osi 1 (zwalnia hamulec)
EXT_AXIS_PTP(0,OS_A,20,-1)                     -- oś do OS_A: asynchronicznie, 20 %, stop w
punkcie
WaitMs(1)                                      -- poczekaj na koniec ruchu osi (obserwacja
Aveny)
ExtAxisSetHoming(1,0,5,1)                      -- zestaw Aveny: oś wraca do zapamiętanego
zera
```

Przykład 2. Robot i oś na zmianę (ciąg dalszy przykładu 1 albo osobny program, gdy połączenie nawiązano w Peryferiach). Robot jedzie do punktu P_SAFE poza zasięgiem osi. Oś wraca do zera, a po 1 s oczekiwania jedzie do OS_A. Gdy skończy, robot jedzie do P_APPROACH. P_APPROACH wybierz tak, żeby robot nie kolidował z osią ani z przedmiotem na osi w czasie jej ruchu do OS_B. Potem oś jedzie do OS_B, a po jej zatrzymaniu robot jedzie liniowo do P_PLACE. Wszystkie ruchy z prędkością 20 %. Czas oczekiwania po powrocie do zera (1000 ms, jak w przykładzie z dokumentacji FAIRINO) dobierz tak, żeby oś zdążyła dojechać do zera, i sprawdź go przy małej prędkości.

```
ExtAxisServoOn(1,1)          -- włącz napęd osi 1
PTP(P_SAFE,20,-1,0)          -- robot do P_SAFE (poza zasięgiem osi), 20 %
ExtAxisSetHoming(1,0,5,1)    -- zestaw Aveny: oś wraca do zapamiętanego zera
WaitMs(1000)                 -- czekaj na koniec powrotu do zera (czas dobierz)
EXT_AXIS_PTP(0,OS_A,20,-1)   -- oś do OS_A, 20 %
WaitMs(1)                    -- robot czeka na koniec ruchu osi (obserwacja Aveny)
PTP(P_APPROACH,20,-1,0)      -- robot do P_APPROACH (poza zasięgiem ruchu osi do OS_B), 20
%
EXT_AXIS_PTP(0,OS_B,20,-1)   -- oś do OS_B, 20 %
WaitMs(1)                    -- robot czeka na koniec ruchu osi
Lin(P_PLACE,20,-1,0,0)       -- robot liniowo do P_PLACE, 20 %
```

Między widokiem poleceń a kodem Lua przełączasz ikoną **Zmiana trybu** nad oknem programu.

7. Uruchomienie programu

> **Ostrzeżenie.** Pauza zatrzymuje ruch robota, ale urządzenia peryferyjne, takie jak chwytaki, obrotnice czy spawarki, mogą dalej działać. Oś sterowana przez UDP nie jest wyjściem DO, więc reset wyjść DO (instrukcja 06) jej nie dotyczy. Nie zakładaj, że Pauza albo Zatrzymaj zatrzymają oś. Zanim wejdziesz w strefę ruchu osi, zatrzymaj program i wyłącz napęd osi: to, że oś stoi, nie znaczy, że nie ruszy (rozdział 3).

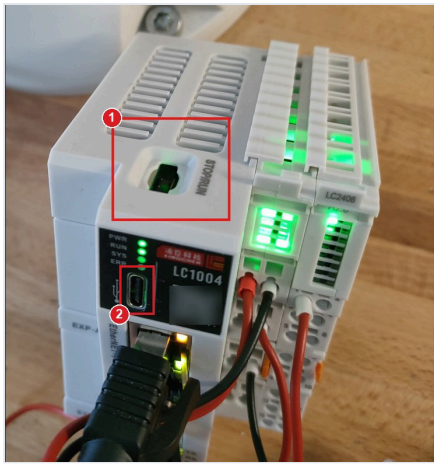
1. Zapisz program (ikona **Zapisz**).
2. Przełącz robota w tryb automatyczny i na pierwszą próbę ustaw **małą prędkość globalną**. Dokumentacja FAIRINO nie mówi, czy prędkość globalna zmniejsza też prędkość osi. Dlatego ustaw małą prędkość osi także w samych poleceniach ruchu osi (np. 20 %).
3. Kliknij **Uruchom** i potwierdź.
4. Przy nieoczekiwanym ruchu natychmiast naciśnij grzyb. Program zatrzymasz też przyciskiem **Zatrzymaj**.
5. Przy pierwszym uruchomieniu sprawdź, czy grzyb zatrzymuje robota i oś. Po teście postępuj jak w rozdziale 5, krok 7.

Szczegóły trybów i uruchamiania: instrukcja 02, rozdziały 2 i 10.

8. Aktualizacja programu sterownika PLC

Archiwum z nowym programem sterownika PLC przysyła wsparcie Aveny. Przed aktualizacją zatrzymaj program robota i wyłącz napęd osi (**Wyłącz** w panelu Oś zewnętrzna).

1. Rozpakuj archiwum ZIP od Aveny na komputerze i skopiuj pliki **Application.app** i **Application.crc** na pamięć USB sformatowaną w FAT32.
2. Przełącznik **STOP/RUN** na górze sterownika LC1004 (1 na rys. 10) ustaw na **STOP**.
3. Włóż pamięć do gniazda USB-C sterownika (2; można użyć przejściówki USB-A → USB-C) i uruchom sterownik ponownie (wyłącz i włącz zasilanie zestawu osi; jeśli nie wiesz, jak wyłączyć sam zestaw, zapytaj wsparcie Aveny). Po ponownym uruchomieniu program wgra się sam. W czasie wgrywania nie wyłączaj zasilania i nie wyjmuj pamięci.
4. Przełącznik ustaw na **RUN**, a potem wyjmij pamięć. Na pamięci pojawi się plik **upgradeOK**: potwierdzenie udanej aktualizacji (sprawdzisz go na komputerze).
5. Sprawdź ruch osi przy małej prędkości (rozdział 5), także powrót do zera i zatrzymanie grzybem.



Rys. 10. Sterownik LC1004: 1 przełącznik STOP/RUN, 2 gniazdo USB-C.

Kod źródłowy programu PLC (projekt CODESYS) oraz dokumentację napędu LC-E i sterownika LC1000 udostępnia na prośbę wsparcie Aveny (robotics@avena.pl).

9. Gdy coś nie działa

Objaw	Co sprawdzić, co zrobić
brak zielonego znacznika połączenia UDP	zasilanie zestawu (przycisk ZASILANIE); kabel sieciowy od gniazda Ethernet 1 sterownika PLC do gniazda LAN kontrolera; adres IP i port (192.168.57.10, 2021); w polu Nazwa układu współrzędnych zastosowany układ inny niż *exaxis0*; żadne inne urządzenie w sieci nie ma adresu 192.168.57.10; potem ikona połączenia (rozdział 4)
błąd rozłączenia UDP po przerwie w komunikacji	usuń przyczynę (kabel, zasilanie zestawu) i skasuj błąd w panelu: połączenie UDP nawiąże się ponownie (dokumentacja FAIRINO); sprawdź w podglądzie ExAxis, czy napęd osi jest włączony
oś nie rusza ręcznie	kliknij **Serwonapęd włączony**; sprawdź numer osi i maksymalną odległość
oś nie rusza w programie	brak połączenia UDP (rozdział 4); brak `ExtAxisServoOn(1,1)` przed ruchem; prędkość ustawiona na 100 % (ustaw najwyżej 99 %)
robot rusza, zanim oś skończy ruch	dodaj `WaitMs(1)` po poleceniu ruchu osi, przed ruchem robota (obserwacja Aveny na oprogramowaniu 3.9.1, rozdział 6)
oś nie zatrzymuje się po naciśnięciu grzyba	wyłącz zasilanie stanowiska, nie używaj osi i zgłoś to do wsparcia Aveny
dziwny dźwięk, zapach, przycisk ZASILANIE nie świeci	wyłącz zasilanie stanowiska i zgłoś to do wsparcia Aveny

Podręcznik producenta: rozdział *Peripherals → Extended Axis Configuration → Controller + PLC (UDP Communication)*, https://fairino-doc-en.readthedocs.io/4.0.0/CobotsManual/

robot_peripherals.html#controller-plc-udp-communication. To dokumentacja w wersji 4.0.0; jej lista zmian nie wymienia zmian osi dodatkowej w wersjach 3.9.9 i 4.0.0.

Dodatek A. Pełna konfiguracja osi

Avena wykonuje tę konfigurację przed wysyłką. Powtarzaj ją tylko w uzgodnieniu ze wsparciem Aveny, np. po wymianie kontrolera albo przywróceniu ustawień fabrycznych. Zanim cokolwiek zmienisz, zrób zdjęcia ekranów z obecnymi ustawieniami. Wszystkie kroki są w **Ustawienia początkowe → Peryferia → Oś rozszerzona** *(Initial → Peripheral → Extended Axis)*. Nazwy pól w nawiasach pochodzą z dokumentacji FAIRINO.

A.1. Układ współrzędnych osi

Przed nawiązaniem komunikacji UDP musisz skonfigurować i zastosować układ współrzędnych osi inny niż *exaxis0* (dokumentacja FAIRINO).

1. W części układu współrzędnych osi *(Extended Axis Coordinate System)* wybierz *exaxis1* i kliknij konfigurację *(Configure)*.
2. Wybierz rozwiązanie osi *(Extension axis scheme)*. Według dokumentacji FAIRINO: dla obrotnicy *4 – Single Degree of Freedom Positioner* (parametry DH równe 0, robot poza osią: *Outside the extended axis*); dla osi liniowej *0 – Single Degree of Freedom Linear Slide* (najpierw parametry DH, robot na osi: *On extension axis*). Rozwiązania rozpoznasz po numerze na początku nazwy: w polskim panelu rozwiązanie 0 wyświetla się jako „0-stopniowy swobodny” (rys. 5). Rozwiązanie dla Twojego zestawu potwierdź ze wsparciem Aveny.
3. Bez kalibracji kliknij od razu **Zapisz** *(Save)*. Oś będzie wtedy jeździć tylko asynchronicznie, tak jak w przykładach z rozdziału 6.
4. W oknie Komunikacja UDP wybierz *exaxis1* w polu Nazwa układu współrzędnych i kliknij ✓ (zastosuj).

A.2. Komunikacja UDP

1. Kliknij ikonę edycji przy **Konfiguracja komunikacji UDP** (2 na rys. 5) i wpisz parametry z tabeli poniżej.
2. Kliknij **Konfiguracja** *(Configure)*.
3. Kliknij ikonę połączenia (3). Udane połączenie potwierdza zielony znacznik przy „Konfiguracja komunikacji UDP”.

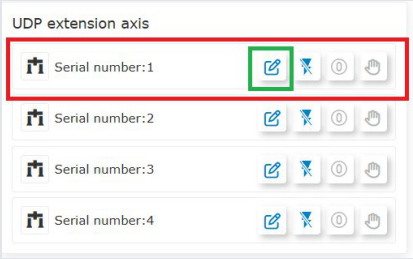
Kolumna „Zestaw Aveny” podaje wartości z poprzedniego wydania instrukcji zestawu Aveny.

Pole	Zakres według dokumentacji FAIRINO	Zestaw Aveny
Adres IP *(IP address)*	adres sterownika PLC	192.168.57.10
Numer portu *(Port number)*	według potrzeb	2021
Cykl komunikacji (ms) *(Communication cycle)*	według potrzeb, w ms	100
Okres detekcji utraty pakietów (ms) *(Packet loss detection cycle)*	10–1000 ms	200; na rys. 6 widać 50. Wartość potwierdź ze wsparciem Aveny.
Liczba utraconych pakietów *(Packet loss times)*	1–100	5
Czas potwierdzenia przerwy w komunikacji (ms) *(Communication interruption confirmation time)*	0–500 ms; błąd pojawia się dopiero, gdy przerwa trwa dłużej	50
Automatyczne ponowne połączenie po zaniku zasilania *(Automatic reconnection after power failure)*	wł. / wył.	wyłączone
Automatyczne ponowne połączenie po przerwie w komunikacji *(Automatic reconnection after communication interruption)*	wł. / wył.; okres 1–1000 ms i liczba 1–100 ponownych połączeń dopiero po włączeniu	wyłączone

Gdy automatyczne ponowne połączenie po zaniku zasilania jest wyłączone, po każdym włączeniu kontrolera połączenie nawiązujesz ikoną połączenia (rozdział 4) albo w programie (rozdział 6, krok 3).

Ustawienie czasu zakończenia pozycjonowania *(Positioning Completion Time)*, widoczne pod konfiguracją komunikacji, służy do monitorowania chwili, w której ruch osi się kończy (dokumentacja FAIRINO). Zostaw wartość ustawioną przez Avenę.

A.3. Parametry osi



Rys. 11. Lista osi po połączeniu z PLC (panel po angielsku). Ramki wskazują oś 1 i ikonę edycji.

Lista osi 1–4 pojawia się dopiero po nawiązaniu połączenia UDP (rys. 11). Ikony w wierszu osi:

- **edycja** (ołówek): parametry osi,
- **włączenie / wyłączenie** osi; bez włączenia nie ustawisz powrotu do zera i nie wykonasz testu,
- **powrót do zera** (0): to samo okno co Ustawienie punktu zerowego w rozdziale 5,
- **test** (dłoń): prędkość, przyspieszenie, maksymalna odległość i ruch w obu kierunkach z przyciskiem zatrzymania, jak w rozdziale 5.

> **Ostrzeżenie.** Powrót do zera i test ruszają osią: zanim klikniesz, sprawdź, czy strefa ruchu osi jest wolna, a w teście ustaw prędkość najwyżej 20 %. Zmiana limitów, prędkości albo przyspieszenia osi zmienia strefę i dynamikę ruchu, więc wymaga oceny ryzyka przez osobę odpowiedzialną za stanowisko.

Kliknij ikonę edycji przy osi 1. Wartości parametrów dla Twojego zestawu podaje wsparcie Aveny. Po wpisaniu kliknij **Konfiguracja** *(Configure)*, a jeśli pod formularzem jest też przycisk **Zapisz** *(Save)*, kliknij go.

Pole *(nazwa w dokumentacji)*	Zakres według dokumentacji FAIRINO, uwagi
Typ osi *(Axis Type)*	liniowa, obrotowa, obrotowa bez ograniczeń
Kierunek *(Axis Direction)*	dodatni albo ujemny
Prędkość *(Operating Speed)*	0–2000 mm/s; przy osi obrotowej zob. „Prędkość osi obrotowej”, rozdział 4
Przyspieszenie *(Acceleration)*	0–2000 mm/s²
Limit dodatni i ujemny *(Positive / Negative Limit)*	0–50000 i −50000–0: zakres ruchu osi
Skok *(Lead)*	0–1000; kontroler dzieli przez niego prędkość w mm/s
Rozdzielczość enkodera *(Encoder Resolution)*	0–10000000; 0 to praca bez sprzężenia (open loop), inne wartości to sprzężenie zwrotne
Przesunięcie początkowe *(Start Offset)*	0–10000 mm
Producent, model *(Manufacturer, Model)*	Hechuan, Huichuan, Panasonic; lista modeli zależy od producenta
Tryb *(Mode)*	enkoder inkrementalny albo absolutny