

## **PROGRAM SZKOLENIA – „Programowanie robotów współpracujących dla dorosłych”**

**Miejsce realizacji:** Fablab Chrzanów, ul. Janiny Woynarowskiej 1, 32-500 Chrzanów

**Liczebność grupy:** maksymalnie 6 osób

**Forma wsparcia:** warsztaty praktyczne + krótkie wprowadzenia teoretyczne

**Czas trwania:** 4 spotkania po 4 godziny (łącznie 16 godzin), raz w tygodniu

---

### **ETAP I ZAKRES**

#### **Grupa docelowa**

Dorośli (18+) zainteresowani automatyką przemysłową, mechaniką oraz programowaniem systemów produkcyjnych. Kurs skierowany do techników, inżynierów oraz pracowników produkcji chcących nabyć praktyczne kompetencje w zakresie obsługi i programowania robotów przemysłowych. Nie jest wymagane wcześniejsze doświadczenie w robotyce.

#### **Zakres tematyczny podlegający ocenie (kompetencja)**

'Podstawy praktycznej obsługi i programowania robotów przemysłowych – obejmujące:

- zasady bezpiecznej pracy przy stanowisku zrobotyzowanym i BHP (norma ISO 10218),
- znajomość budowy ramienia robotycznego i systemu sterowania EraCobot M5,
- znajomość typów ruchów robota (PTP, LIN, CIRC) i ich zastosowań,
- programowanie metodą teach-in: nauczanie punktów, budowa sekwencji,
- konfigurację sygnałów wejść/wyjść cyfrowych (I/O) i integrację z urządzeniami zewnętrznymi,

---

### **ETAP II WZORZEC (EFEKTY UCZENIA SIĘ)**

#### **WIEDZA — uczestnik/uczestniczka wie:**

- jakie są podstawowe komponenty stanowiska zrobotyzowanego: robot, kontroler, panel programowania, chwytak, czujniki bezpieczeństwa
- co to jest TCP (Tool Center Point) i jak prawidłowo definiuje się punkt roboczy narzędzia
- jakie typy ruchu posiada robot przemysłowy (PTP, LIN, CIRC) i kiedy zastosować każdy z nich
- czym są układy współrzędnych robota: bazowy (World), narzędziowy (Tool), stawowy (Joint)

- co to jest procedura homing i dlaczego jest obowiązkowa przed każdym uruchomieniem robota
- jakie są zasady bezpiecznej pracy przy robocie przemysłowym zgodnie z normą ISO 10218
- co to jest strefa bezpieczeństwa, tryb Teach Mode, funkcja E-STOP i jak je stosować
- czym są sygnały wejść/wyjść cyfrowych (DI/DO) i jak są wykorzystywane w programie robota
- co to jest blending (zone) i jaki wpływ ma na trajektorię i czas cyklu produkcyjnego
- jakie są metody optymalizacji programu robotycznego: dobór prędkości, stref blendingu, parcelizacja cyklu
- co to jest payload robota i jakie skutki ma przeciążenie dla dokładności i trwałości mechanizmu
- jak czytać dokumentację techniczną robota: specyfikacje osi, zasięg roboczy, powtarzalność pozycjonowania

---

### **UMIĘJĘTNOŚCI — uczestnik/uczestniczka potrafi:**

---

- bezpiecznie uruchomić stanowisko robotyczne i przeprowadzić procedurę homing wszystkich osi
- ręcznie sterować ramieniem robota w trybie JOG w układzie stawowym i kartezyjańskim
- nauczyć robota punktów metodą teach-in i zapisać je z odpowiednimi nazwami i atrybutami ruchu
- zbudować program sekwencyjny: ruch PTP i LIN, aktywacja/deaktywacja chwytaka, pętle cykliczne
- wgrać program do kontrolera i uruchomić go progresywnie – od niskiej prędkości do produkcyjnej
- skonfigurować sygnały I/O: wejście czujnika jako warunek logiczny, wyjście chwytaka jako rozkaz
- zmierzyć czas cyklu, zidentyfikować wąskie gardła i wdrożyć optymalizacje (blending, prędkości)
- zdiagnozować typowe błędy robota (singularność kinematyczna, błąd zakresu, błąd I/O) i usunąć przyczynę
- napisać i uruchomić kompletny program pick & place z sortowaniem na podstawie sygnału zewnętrznego
- ocenić jakość programu pod kątem czasu cyklu, gładkości trajektorii i powtarzalności pozycjonowania
- sporządzić uproszczoną dokumentację programu: mapa punktów, opis sekwencji, zestawienie sygnałów I/O

---

**KOMPETENCJE SPOŁECZNE — uczestnik/uczestniczka:**

---

- przestrzega zasad BHP i norm bezpieczeństwa (ISO 10218) przy każdym uruchomieniu stanowiska
- stosuje zasadę ograniczonego zaufania – zawsze weryfikuje program na niskiej prędkości przed uruchomieniem produkcji
- dba o sprzęt i porządek na stanowisku robotycznym, prawidłowo wyłącza robota po zakończeniu pracy
- współpracuje z innymi uczestnikami grupy przy programowaniu i rozwiązywaniu problemów technicznych
- samodzielnie diagnozuje i rozwiązuje problemy techniczne, korzystając z dokumentacji producenta
- dokonuje samooceny jakości zbudowanego programu i wyciąga wnioski z ewentualnych błędów
- rozumie odpowiedzialność programisty za bezpieczeństwo osób pracujących przy stanowisku zrobotyzowanym
- zwiększa pewność własnych kompetencji manualnych i technicznych w obszarze automatyki

---

**TREŚCI TREŚCI PROGRAMOWE**

---

Nr	Tytuł spotkania	Treści programowe
S1	Wprowadzenie do robotyki przemysłowej	<ul style="list-style-type: none"><li>• Test początkowy</li><li>• Zastosowania robotów przemysłowych – przegląd branż (automotive, spożywcza, logistyka)</li><li>• Budowa ramienia robotycznego EraCobot M5: osie, napędy, enkodery, chwytak</li><li>• Układy współrzędnych: bazowy, narzędziowy, stawowy</li><li>• BHP i organizacja stanowiska zrobotyzowanego – norma ISO 10218</li><li>• Tryby pracy: Teach Mode, Auto Mode, E-STOP – demonstracja</li></ul>
S2	Programowanie metodą teach-in	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procedura homing – znaczenie i wykonanie</li><li>• Tryb JOG: ręczne prowadzenie w osiach stawowych i kartezyjskich</li><li>• Nauczanie punktów metodą teach-in: nazewnictwo, atrybuty ruchu (PTP/LIN)</li><li>• Budowa pierwszego programu sekwencyjnego – ruch między trzema punktami</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sygnały I/O: konfiguracja wyjścia chwytaka (DO) i odczyt wejścia czujnika (DI)</li> <li>• Uruchomienie programu na 10% prędkości – analiza trajektorii</li> </ul>
S3	Programowanie zaawansowane – pick & place	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruch LIN i CIRC – zastosowania i ograniczenia</li> <li>• Pętle cykliczne WHILE/FOR w programie robota</li> <li>• Warunki logiczne IF/ELSE na podstawie sygnałów DI</li> <li>• Program pick &amp; place: podajnik → stacja → pojemnik – krok po kroku</li> <li>• Blending (zone): 0 mm vs 30 mm vs 60 mm – pomiar wpływu na czas cyklu</li> <li>• Ćwiczenie: pełny cykl pick &amp; place z sortowaniem na dwie pozycje</li> <li>• Pomiar czasu cyklu: metody i narzędzia</li> <li>• Prędkości różnicowane: segmentacja trasy wg wymagań precyzji</li> <li>•</li> </ul>
S4	Optymalizacja i parametry zaawansowane	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parcelizacja cyklu: równoległe działania robota i urządzeń zewnętrznych</li> <li>• Payload: znaczenie, pomiar i konsekwencje przeciążenia</li> <li>• Konfiguracja komunikacji PROFINET: podstawowe telegramy Robot↔PLC</li> <li>• Ćwiczenie optymalizacyjne: redukcja czasu cyklu o min. 20%</li> <li>• Napisanie kompletnego programu pick &amp; place z sortowaniem i warunkiem logicznym</li> <li>• Test końcowy (post-test) – wiedza teoretyczna</li> <li>• Ocena praktyczna – wykonanie zadanego programu i demonstracja</li> <li>• Samoocena uczestnika + podsumowanie nabytych kompetencji</li> </ul>

---

### ETAP III KRYTERIA I METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

---

#### Metody weryfikacji teoretycznej

- Test końcowy (post-test) – budowa robota, typy ruchów, BHP, sygnały I/O
- Pytania ustne podczas zajęć praktycznych
- Ocena dokumentacji programu stworzonej przez uczestnika

#### Metody weryfikacji praktycznej

- Ocena prawidłowości procedury homing i uruchomienia stanowiska

- Ocena poprawności nauczonych punktów i struktury programu sekwencyjnego
- Ocena realizacji programu pick & place: sekwencja, I/O, brak kolizji
- Pomiar i ocena czasu cyklu względem wartości referencyjnej
- Ocena dokumentacji: mapa punktów, schemat sekwencji, tabela I/O
- Samoocena uczestnika

Uczestnik nabywa kompetencje, jeśli:

- Uzyska min. 80% poprawnych odpowiedzi w post-teście
- Poprawnie przeprowadzi procedurę homing i uruchomienia stanowiska
- Napisze i uruchomi program pick & place z sortowaniem na dwie pozycje
- Osiągnie czas cyklu nie gorszy niż 120% wartości referencyjnej
- Przestrzega zasad BHP przez cały czas trwania kursu
- Uczestniczył w min. 80% godzin zajęciowych (min. 20 z 24 h)