

PROGRAM SZKOLENIA – „Podstawy Praktycznego Lutowania Elektroniki 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: 6 spotkań po 4 godziny (łącznie 24 godziny), raz w tygodniu

Cel główny:

Zdobycie umiejętności ręcznego lutowania elementów przewlekanych (THT) i powierzchniowych (SMT) oraz demontażu układów.

- Bezpiecznie obsługiwać stacje lutownicze konwencjonalne i gorącego powietrza
- Poprawnie wykonywać montaż THT i SMD zgodnie ze standardem IPC-A-610
- Oceniać jakość połączeń lutowanych pod makroskopem
- Diagnozować i naprawiać usterki na płytkach PCB
- Wymieniać układy w obudowach SOIC, QFP i BGA

ETAP I ZAKRES

Grupa docelowa

Dorośli (18+) zainteresowani elektroniką, naprawą sprzętu, modelarstwem elektronicznym oraz pracą w serwisach elektronicznych. Kurs skierowany do hobbystów i profesjonalistów chcących nabyć praktyczne umiejętności montażu i naprawy płytek elektronicznych. Nie jest wymagane wcześniejsze doświadczenie w lutowaniu.

Zakres tematyczny podlegający ocenie (kompetencja)

Podstawy praktycznego lutowania elektroniki – obejmujące:

- zasady bezpiecznej pracy przy lutowaniu i BHP (ESD, opary fluxu, temperatura),
- znajomość komponentów elektronicznych THT i SMD oraz schematów elektrycznych,
- technikę ręcznego lutowania THT na płytkach PCB,
- technikę lutowania SMD: komponenty 0402-1206, SOIC, SOT-23,
- obsługę stacji hot-air: aplikacja i usuwanie komponentów,
- ocenę jakości złączy wg normy IPC-A-610 i naprawę defektów,
- kontrolę i testowanie zmontowanego urządzenia multimetrem.

ETAP II WZORZEC (EFEKTY UCZENIA SIĘ)

WIEDZA — uczestnik/uczestniczka wie:

- co to jest lutowanie i na czym polega metalurgiczne połączenie lutowane w odróżnieniu od połączeń mechanicznych
- jakie są składniki i właściwości popularnych stopów: Sn63Pb37 (eutektyczny), SAC305 (bezołowiowy), Sn99Cu1
- co to jest flux (topnik) – funkcja usuwania tlenków, rodzaje (RMA, no-clean, wodoszczelny) i ich zastosowania
- jakie są zakresy temperatur i kluczowe parametry dla lutowania THT (320–360°C) i SMD (300–340°C)
- jak czytać schemat elektryczny prostego obwodu oraz jak identyfikować komponenty na schemacie i PCB
- jakie są typy komponentów THT i SMD: rezystor, kondensator, dioda, tranzystor, układ scalony – polaryzacja
- co to są obudowy SMD: 0402, 0805, 1206, SOT-23, SOIC-8, SOIC-16 – jak je odróżnić i jak lutować
- jakie są kryteria oceny jakości złącza lutowanego wg normy IPC-A-610 (klasa 2 i 3)
- co to są defekty lutowania: zimne złącze, mostek cyny, tombstoning, kulka cyny – przyczyny i skutki
- co to jest ESD (wyładowanie elektrostatyczne) i jak niszczy komponenty elektroniczne
- jakie są wymagania dyrektywy RoHS dotyczące ograniczenia substancji niebezpiecznych (ołów, kadm) w elektronice
- jak działają stacja lutownicza, stacja hot-air, preheater i pochłaniacz oparów – budowa i zastosowanie

UMIEJĘTNOŚCI — uczestnik/uczestniczka potrafi:

- bezpiecznie obsługiwać stację lutowniczą (grot BC/C) i stację hot-air – temperatura, przepływ powietrza, BHP
- lutować komponenty THT metodą ręczną: nagrzewanie złącza 1 s, podawanie cyny, kontrola kształtu wulkanu
- lutować komponenty SMD (0402–1206, SOIC-8) ręcznie lub z użyciem pasty i gorącego powietrza
- aplikować i usuwać komponenty metodą hot-air z zachowaniem bezpieczeństwa termicznego elementów
- rozlutowywać komponenty THT plecionką rozlutowniczą i pompką desoldującą
- ocenić jakość każdego złącza wzrokowo i pod makroskopem według kryteriów IPC-A-610
- naprawiać defekty lutowania: rozgrzać zimne złącze, usunąć mostek plecionką, uzupełnić brakujące złącze

- prawidłowo czyścić PCB alkoholem izopropylowym 99% po montażu i po usunięciu fluxu
- korzystać z multimetru: pomiar ciągłości, rezystancji, napięcia DC i prądu – weryfikacja obwodu
- samodzielnie wykonać kompletny montaż urządzenia elektronicznego od BOM do działającego układu
- przeprowadzić inspekcję gotowej płytki: test elektryczny, wzrokowy, funkcjonalny (zapalenie LED, pomiar napięć)
- sporządzić BOM (Bill of Materials) i prostą dokumentację wykonanego montażu

KOMPETENCJE SPOŁECZNE — uczestnik/uczestniczka:

- przestrzega zasad BHP przy lutowaniu: wentylacja/pochłaniacz oparów, okulary ochronne, ESD, gorące elementy
- dba o sprzęt lutowniczy: regularne cynowanie grotu, czyszczenie w gąbce/mosiądzu, prawidłowe przechowywanie
- stosuje dobre praktyki montażowe: kolejność od niskich do wysokich komponentów, kontrola polaryzacji
- zachowuje cierpliwość i precyzję wymaganą przy pracy z małymi komponentami SMD pod lupą
- współpracuje przy wzajemnej inspekcji PCB i konstruktywnie przekazuje feedback na temat jakości złączy
- dokonuje samooceny jakości montażu i samodzielnie poprawia zidentyfikowane defekty
- rozumie wpływ jakości lutowania na niezawodność, bezpieczeństwo i żywotność urządzeń elektronicznych
- zwiększa precyzję manualną i pewność siebie w pracy z elektroniką zarówno hobbyistyczną, jak i przemysłową

TREŚCI TREŚCI PROGRAMOWE

Nr	Tytuł spotkania	Treści programowe
S1	Wprowadzenie do montażu elektronicznego	<ul style="list-style-type: none"> • Test początkowy • Historia i znaczenie lutowania w elektronice – od lamp próżniowych do SMD • Budowa i zasada działania: stacja lutownicza, hot-air, preheater, pochłaniacz oparów • Stopy lutownicze: Sn63Pb37 vs SAC305 – właściwości, temperatury topnienia, zastosowania • Flux: rodzaje, zastosowania, czyszczenie pozostałości • BHP: opary fluxu, ESD, ochrona cieplna komponentów, organizacja stanowiska
S2	Lutowanie THT – komponenty przewlekane	<ul style="list-style-type: none"> • Rodzaje komponentów THT: rezystory, kondensatory, diody, tranzystory, złącza • Odczytywanie kodów barwnych rezystorów i oznakowania kondensatorów • Technika lutowania THT: grot → nagrzewanie 1 s → cyna → cofnięcie → zastygnięcie • Norma IPC-A-610: cechy dobrego złącza (Iśniące, wulkan), cechy zimnego złącza (matowe)

		<ul style="list-style-type: none"> • Obcinanie nóżek: 0,5–1 mm nad lutowiem • Ćwiczenie: montaż kompletnej płytki ćwiczeniowej – 20 komponentów THT
S3	Lutowanie SMD – komponenty powierzchniowe	<ul style="list-style-type: none"> • Obudowy SMD: 0402, 0805, 1206, SOT-23, SOIC-8 – identyfikacja i lutowanie • Technika lutowania SMD: pasta lub drut 0,5 mm, cyno-cynowanie jednego padu, pozycjonowanie, lutowanie • Defekty SMD: tombstoning, mostek, niedomknięcie – przyczyny i naprawa • Narzędzia pomocnicze: lupa, pęseta antystatyczna, flux w strzykawce • Ćwiczenie: lutowanie 10 rezystorów 0805 i 2 układów SOIC-8 na płytce testowej • Inspekcja pod mikroskopem – ocena wg IPC-A-610
S4	Stacja hot-air – aplikacja i usuwanie	<ul style="list-style-type: none"> • Parametry hot-air: temperatura 330–370°C, przepływ powietrza: niski dla SMD, umiarkowany dla THT • Technika aplikacji hot-air SMD: nakładanie pasty, pozycjonowanie, ogrzewanie po spirali • Usuwanie komponentów hot-air: ogrzewanie ze wszystkich stron, podniesienie pęsetą • Preheater: 80–150°C dla płytek wielowarstwowych – kiedy i dlaczego stosować • Rozlutowywanie THT: plecionka rozlutownicza i pompka – techniki • Ćwiczenie: wymiana układu SOIC-8 metodą hot-air (desoldering + resoldering)
S5	Testowanie, diagnostyka i naprawa	<ul style="list-style-type: none"> • Multimetr: tryb ciągłości, rezystancja, napięcie DC/AC, prąd (pomiar szeregowy) • Typowe usterki: zimne złącze, mostek, brakujące połączenie – diagnostyka wzrokowa i elektryczna • Naprawa usterek: podgrzewanie zimnych złączy, usuwanie mostków plecionką, uzupełnianie cyny • Czyszczenie płytki: IPA 99%, szczoteczka, płyn do ultradźwięków (opcjonalnie) • Dyrektywa RoHS: ograniczenia ołowiu, kadmu, rtęci – certyfikacja produktów • Ćwiczenie: diagnostyka i naprawa płytki z celowo wprowadzonymi 5 defektami
S6	Projekt uczestnika + walidacja	<ul style="list-style-type: none"> • Samodzielny montaż kompletnej instalacji elektronicznej wg BOM i schematu • Inspekcja płytki: wzrokowa i elektryczna – protokół testów • Uruchomienie: zasilenie, pomiar napięć w punktach kluczowych, test funkcjonalny • Test końcowy (post-test) – wiedza teoretyczna • Ocena praktyczna – inspekcja zmontowanej płytki przez trenera • Samoocena uczestnika + podsumowanie nabytych kompetencji

ETAP III KRYTERIA I METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Metody weryfikacji teoretycznej

- Test końcowy (post-test) – stopy lutownicze, norma IPC-A-610, defekty, BHP, ESD
- Pytania ustne podczas zajęć praktycznych

- Ocena BOM i dokumentacji wykonanego montażu

Metody weryfikacji praktycznej

- Ocena jakości 10 złącz THT pod makroskopem wg IPC-A-610 (min. 8/10 oceny OK)
- Ocena lutowania 10 komponentów SMD 0805 (min. 8/10 OK)
- Ocena wymiany komponentu SOIC-8 metodą hot-air
- Ocena kompletnej płytki projektu: ciągłość elektryczna, poprawność montażu, czystość PCB
- Test funkcjonalny urządzenia (zapalenie LED / poprawne napięcia w punktach pomiarowych)
- Samoocena uczestnika

Uczestnik nabywa kompetencje, jeśli:

- Uzyska min. 80% poprawnych odpowiedzi w post-teście
- Min. 80% złącz ocenionych OK wg IPC-A-610 (klasa 2)
- Zmontuje kompletne urządzenie elektroniczne które przejdzie test funkcjonalny
- Prawidłowo wykona wymianę komponentu SOIC-8 metodą hot-air
- Przestrzega zasad BHP przez cały czas trwania kursu
- Uczestniczył w min. 80% godzin zajęciowych (min. 20 z 24 h)