

## Szkolenie: The Linux Foundation LFD430 Developing Linux Device Drivers



### DOSTĘPNE TERMINY

2026-06-22 | 4 dni | Warszawa / Wirtualna sala

### Cel szkolenia:

Ten 4-dniowy kurs nauczy Cię, jak tworzyć sterowniki urządzeń dla systemów Linux, oparte na podstawowej znajomości jądra Linuxa. Dowiesz się również o różnych typach sterowników urządzeń Linuxowych, a także o odpowiednich interfejsach API i metodach, za pomocą których jądro współpracuje z urządzeniami.

Podczas tego kursu poznasz między innymi:

- Różne rodzaje sterowników urządzeń używanych w Linuxie
- Odpowiednie interfejsy API, za pomocą których urządzenia (zarówno sprzętu i oprogramowania) współpracują z jądrem
- Niezbędne moduły i techniki opracowywania i debugowania sterowników Linuxa

Metody i informacje zawarte w tym kursie będą działały z każdą znaną dystrybucją Linuxa.

### Plan szkolenia:

- Wprowadzenie
  - Cele
  - Kim jesteś
  - The Linux Foundation
  - Linux Foundation Training
  - Dystrybucje Linuxa
  - Platformy
  - Przygotowywanie systemu
  - Pobieranie i używanie maszyny wirtualnej
  - Rzeczy zmieniają się w Linuxie
  - Dokumentacja i linki
  - Rejestracja kursu
- Praktyki wstępne

- Procedury
- Wersje jądra
- Źródła jądra i korzystanie z Git
- Wdrażanie własnego jądra
- Sprzęt
- Drzewo przemieszczania
- Jak pracować w projektach OSS \* \*
- Omówienie sposobu prawidłowego udziału
- Badanie i zrozumienie DNA projektu
- Dowiedz się czym chcesz się zajmować
- Identyfikacja opiekunów projektów i ich przepływów pracy i metod
- Uzyskanie wczesnego wejścia i pracy w otwartym środowisku
- Przekazuj przyrostowe bity, a nie duże zrzuty kodu
- Zostaw swoje ego za drzwiami
- Bądź cierpliwy, rozwijaj relacje długoterminowe, bądź pomocny
- Laboratoria
- Sterowniki urządzeń
- Typy urządzeń
- Mechanizm vs. Polityka
- Unikanie binarne obiekty blob
- Zarządzanie zasilaniem
- Jak aplikacje używają sterowników urządzeń
- Wprowadzenie do połączeń systemowych z dostępem do urządzeń
- Numery błędów
- Printk()
- devres: zarządzane zasobami urządzeń
- Laboratoria
- Moduły i sterowniki urządzeń
- Makra modułu driver ()
- Moduły i hot plug
- Laboratoria
- Zarządzanie pamięcią i alokacja
- Pamięć wirtualna i fizyczna
- Strefy pamięci
- Tabele stron
- kmalloc ()

- `__get_free_pages ()`
- `vmalloc ()`
- Slabs i alokacje pamięci podręcznej
- Laboratoria
- Urządzenia znakowe
  - Węzły urządzenia
  - Numery główne i pomocnicze
  - Rezerwowanie numerów głównych/pomocniczych
  - Uzyskiwanie dostępu do węzła urządzenia
  - Rejestrowanie urządzenia
  - Udev
  - `dev_printk ()`
  - `file_operations` struktura
  - Punkty wejścia kierowcy
  - Struktury pliku i węzła
  - Różne sterowniki znaków
  - Laboratoria
- Funkcje jądra
  - Komponenty jądra
  - Przestrzeń użytkownika a kernel-Space
  - Co to są wywołania systemowe?
  - Dostępne wywołania systemowe
  - Planowanie algorytmów i struktur zadań
  - Kontekst procesu
  - Laboratoria
- Przenoszenie między użytkownikiem a przestrzenią jądra
  - Przenoszenie między przestrzeniami
  - `put(get)_user()` i `copy_to(from)_user()`
  - Bezpośredni transfer: I/O jądra i mapowanie pamięci
  - I/O Jądra
  - Mapowanie stron użytkownika
  - Mapowanie pamięci
  - Funkcje przestrzeni użytkownika dla `mmap()`
  - Punkt wejścia sterownika dla `mmap()`
  - Uzyskiwanie dostępu do plików z jądra
  - Laboratoria

- Przerwania i wyjątki
  - Czym są przerwania i wyjątki?
  - Wyjątki
  - Przerwania asynchroniczne
  - MSI
  - Włączanie/wyłączanie przerwań
  - Czego nie można zrobić w czasie przerwania
  - Struktury danych IRQ
  - Instalowanie obsługi przerwań
  - Laboratoria
- Pomiary czasu
  - Rodzaje pomiarów czasu
  - Jiffies
  - Uzyskiwanie bieżącego czasu
  - Źródła zegara
  - Zegar czasu rzeczywistego
  - Programowalny licznik interwałów
  - Licznik sygnatury czasowej
  - HPET
  - Tickless
  - Laboratoria
- Czasomierze jądra
  - Wstawianie opóźnień
  - Co to są czasomierze jądra?
  - Funkcje czasomierza o niskiej rozdzielczości
  - Implementacja czasomierza o niskiej rozdzielczości
  - Przełączniki czasowe o wysokiej rozdzielczości
  - Korzystanie z czasomierzy o wysokiej rozdzielczości
  - Laboratoria
- ioctls
  - Czym są ioctls?
  - Punkt wejścia sterownika dla polecenia funkcji ioctl
  - Definiowanie polecenia funkcji ioctl
  - Laboratoria
- Ujednolicony model urządzenia i sysfs
  - Ujednolicony model urządzenia

- Podstawowe konstrukcje
- Urządzenia
- sysfs
- kset i kobject
- Laboratoria
- Firmware
  - Co to jest firmware?
  - Ładowanie oprogramowania firmware
  - Laboratoria
- Kolejki snu i oczekiwania
  - Co to są kolejki oczekiwania?
  - Usypianie i budzenie
  - Szczegóły dotyczące usypiania
  - Szczegóły budzenia
  - Sondowania
  - Laboratoria
- Obsługa przerwań: funkcje deferrable i sterowniki użytkownika
  - Górna i dolna części
  - Softirqs
  - Tasklets
  - Kolejki robocze
  - Nowy interfejs API kolejki pracy
  - Tworzenie wątków jądra
  - Programy obsługi przerwań gwintowanych
  - Przerwanie obsługi w przestrzeni użytkownika
  - Laboratoria
- Sprzęt I/O
  - Busy i porty
  - Bariery pamięci
  - Rejestrowanie portów I/O
  - Odczytywanie i zapisywanie danych z rejestrów I/O
  - Przydzielanie i mapowanie pamięci I/O
  - Uzyskiwanie dostępu do pamięci I/O
  - Dostęp użytkownika – ioperm (), iopl (), /dev/port
  - Laboratoria
- PCI

- Co to jest PCI?
- Sterowniki urządzeń PCI
- Lokalizowanie urządzeń PCI
- Uzyskiwanie dostępu do przestrzeni konfiguracji
- Uzyskiwanie dostępu do funkcji i/O i przestrzeni pamięci
- Złącze PCI Express
- Laboratoria
- Sterowniki platformy \* \*
- Czym są sterowniki platformy?
- Główne struktury danych
- Rejestrowanie urządzeń platformy
- Przykład
- Dane platformy na stałe
- Nowy sposób: drzewa urządzeń
- Laboratoria
- Bezpośredni dostęp do pamięci (DMA)
- Co to jest DMA?
- DMA bezpośrednio do użytkownika
- DMA i przerwania
- Ograniczenia pamięci DMA
- Maski DMA
- API DMA
- Zasoby DMA
- Mapowanie rozproszenia/zbierania
- Laboratoria
- Sterowniki sieciowe I: podstawy
- Warstwy sieciowe i hermetyzacja danych
- Warstwa DATALINK
- Sterowniki urządzeń sieciowych
- Załadunek/rozładunek
- Otwieranie i zamykanie
- Laboratoria
- Sterowniki sieciowe II: struktury danych
- net\_device struktura
- net\_device\_ops struktura
- sk\_buff struktura

- Funkcje bufora gniazd
- netdev\_printk () i powiązania
- Laboratoria
- Sterowniki sieciowe III: Transmisja i odbiór
  - Przesyłanie danych i limity czasu
  - Odbieranie danych
  - Statystyki
  - Laboratoria
- Sterowniki sieciowe IV: wybrane tematy
  - Multicast \* \*
  - Zmiany w stanie łącza
  - ioctl
  - NAPI i łagodzeniaeprzerwań
  - Szczegóły NAPI
  - TSO i TOE
  - MII i ethtool \* \*
- Sterowniki USB
  - Czym jest USB?
  - Topologia USB
  - Terminologie
  - Punkty końcowe
  - Deskryptory
  - Klasy urządzeń USB
  - Obsługa USB w Linuxie
  - Rejestrowanie sterowników urządzeń USB
  - Przenoszenie danych
  - Przykład sterownika USB
  - Laboratoria
- Zarządzanie zasilaniem
  - Zarządzanie zasilaniem
  - ACPI i APM
  - Stany zasilania systemu
  - Funkcje wywołania zwrotnego
  - Laboratoria
- Sterowniki blokowe
  - Czym są sterowniki blokowe?

- Buforowanie
- Rejestrowanie sterownika bloku
- gendisk struktury
- Obsługa żądań
- Laboratoria
- Badanie końcowe i zakończenie
  - Ankieta ewaluacyjna

\*\* Sekcje te mogą być brane pod uwagę w części lub w całości jako opcjonalne. Zawierają one zarówno materiały referencyjne tła, tematy specjalistyczne, jak i tematy zaawansowane. Instruktor może zdecydować się na ich omówienie lub nie w zależności od doświadczenia w klasie i ograniczeń czasowych.

## Wymagania:

Znajomość podstawowych interfejsów jądra i metod, takich jak pisanie, kompilowanie, wczytywanie i zwalnianie modułów, używanie elementów podstawowych synchronizacji oraz podstawy alokacji i zarządzania pamięcią, zagadnienia te są omówione w kursie [LFD420 Linux Kernel Internals and Development](#).

## Poziom trudności



## Certyfikaty:

Uczestnicy uzyskają certyfikat podpisany przez The Linux Foundation.

## Prowadzący:

Certyfikowany trener The Linux Foundation.