

DoktorTronik

ELEKTRONIKA - SZKOLENIA - DOŚWIADCZENIE
DR INŻ. RAFAŁ STĘPIEŃ

SZKOLENIE: *Projektowanie urządzeń elektronicznych wysokich częstotliwości (RF Design)*

INFORMACJE PODSTAWOWE O SZKOLENIU:

Czas trwania: 2 dni, około 14 - 16 godzin
Termin realizacji: do indywidualnego ustalenia z Klientem lub po zebraniu grupy min 4 osób
Forma szkolenia: szkolenie w siedzibie Klienta/szkolenie on-line/stacjonarne, prezentacja power-point (75% czasu szkolenia), pomiary praktyczne (10% czasu szkolenia), ćwiczenia praktyczne (15% czasu szkolenia).

Grupa szkolenia: od 4 do 8 osób, grupa docelowa: konstruktor elektronik, poziom doświadczenia w zakresie projektowania elektroniki: od 0 do 5 lat w tym minimum 3 miesiące w zakresie elektroniki radiowej, (junior/mid-level engineer), zainteresowanie tematyką szkolenia.

KOSZT SZKOLENIA:

Szkolenie stacjonarne: 4400zł netto za osobę
Szkolenie on-line: 3800zł netto za osobę

CEL SZKOLENIA:

- omówienie praktycznych zagadnień związanych z projektowaniem układów radiowych
- zapoznanie ze zjawiskami typowymi dla techniki wysokich częstotliwości oraz zagadnieniami związanymi z podejściem projektowym w zakresie wysokich częstotliwości
- zaznajomienie z metodami projektowania elementów toru radiowego, od linii transmisyjnych poprzez filtry, elementy dopasowujące kończąc na antenach i sposobie ich integracji w produkcji
- praktyczne wykorzystanie wykresu Smith'a oraz bezpłatnych narzędzi CAD do modelowania torów radiowych
- praktyczne projektowanie layoutu PCB dla układów radiowych
- poprawna integracja modułów radiowych
- zaznajomienie z wielkościami fizycznymi typowymi dla techniki wysokich częstotliwości
- zdobycie wiedzy z zakresu propagacji fal radiowych oraz estymacji zasięgu transmisji

SZCZEGÓŁOWY ZAKRES SZKOLENIA:

1. Wprowadzenie do tematyki RF

- a. długość fali, prędkość propagacji, definicja układu RF
- b. impedancje zespolone oraz analiza zespolona
- c. pole bliskie i pole dalekie
- d. parametry pasożytnicze elementów RLC
- e. metodyka w projektowaniu elektroniki RF
 - i. pasmo pracy elementów RF

DoktorTronik

ELEKTRONIKA - SZKOLENIA - DOŚWIADCZENIE
DR INŻ. RAFAŁ STĘPIEŃ

- ii. linie transmisyjne
- iii. kontrola impedancji
- iv. projekt PCB, wpływ parametrów laminatu
- v. projekt obudowy/ekranowanie
- f. demonstracja: nieciągłość impedancji linii transmisyjnej
 - i. obserwacja odbić sygnałów w linii transmisyjnej (5-10 minut)

2. Wielkości fizyczne i zjawiska związane z techniką RF

- a. rachunek decybelowy w technice RF
- b. impedancja falowa i dopasowanie impedancyjne
 - i. demonstracja: obserwacja zjawisk falowych przy niedopasowanej linii transmisyjnej
 - 1. linia otwarta, zwarta
 - 2. linia częściowo dopasowana
 - 3. linia dopasowana
- c. przenikalność elektryczna ϵ_r
- d. przenikalność magnetyczna μ_r
- e. związek ϵ_r i μ_r z materiałem (m.in. laminaty i pokrycia ochronne)
- f. efekt naskórkowy oraz efekt płaszczyzn masy (proximity effect)
- g. stratność
 - i. laminaty/ścieżki obwodu PCB
 - ii. kable koncentryczne
 - iii. demonstracja: obserwacja zjawiska stratności na przykładzie przewodów koncentrycznych
- h. szybkość propagacji fali
 - i. kable koncentryczne
 - ii. linie transmisyjne PCB
- i. parametry "S", współczynnik odbicia, VSWR, P1dB, IP3, NF
 - i. demonstracja: obserwacja zniekształceń intermodulacyjnych w kontekście parametru IP3.

3. Linie transmisyjne

- a. wprowadzenie do linii transmisyjnych
- b. realizacja linii transmisyjnych
 - i. przewody koncentryczne
 - 1. realizacja
 - 2. typy przewodów
 - 3. typowe błędy
 - ii. PCB
 - 1. stripline
 - 2. microstrip

DoktorTronik

ELEKTRONIKA - SZKOLENIA - DOŚWIADCZENIE
DR INŻ. RAFAŁ STĘPIEŃ

3. CPWG

- c. projektowanie linii transmisyjnych na PCB
 - i. wpływ laminatu
 - ii. stack-up
 - iii. pokrycia ochronne
 - iv. synteza parametrów linii transmisyjnych
 - v. zasady prowadzenia linii transmisyjnych na PCB
 - vi. podstawowe błędy projektu PCB w związku z torem RF

4. Podstawowe elementy toru RF

- a. filtry i ich realizacja
- b. tłumiki i ich realizacja
- c. sprzęgacze kierunkowe
 - i. realizacja
 - ii. parametry sprzęgaczy
 - iii. wykorzystanie w badaniu anten
 - iv. demonstracja: pomiar impedancji anteny z wykorzystaniem sprzęgacza kierunkowego i analizatora widma.

5. Wykres Smith'a (WS)

- a. wprowadzenie
- b. wykorzystanie WS do oznaczania impedancji - ćwiczenie praktyczne
- c. wykorzystanie WS do wyznaczania elementów dopasowujących - ćwiczenie praktyczne
- d. ćwiczenia praktyczne z projektowania układów dopasowania z wykorzystaniem wykresu Smith'a - ćwiczenie praktyczne: opracowanie układu dopasowania dla anteny

6. Dopasowanie impedancyjne

- a. podstawy matematyczne dopasowania impedancyjnego
- b. dopasowanie wąsko i szerokopasmowe
- c. realizacja dopasowania impedancyjnego
 - i. rezystancyjne
 - 1. demonstracja: tłumiki jako elementy dopasowujące na przykładzie dopasowania anteny.
 - ii. reaktancyjne
 - iii. z wykorzystaniem linii transmisyjnych

7. Wprowadzenie do struktur planarnych

- a. co to są struktury planarne?
- b. przykłady struktur planarnych - filtry, anteny, stuby

DoktorTronik

ELEKTRONIKA - SZKOLENIA - DOŚWIADCZENIE
DR INŻ. RAFAŁ STĘPIEŃ

- c. przykłady projektowania struktur planarnych
 - i. filtr dolnoprzepustowy
 - ii. antena typu P-IFA
 - iii. rozważania na temat innych anten planarnych

8. Projektowanie obwodów zawierających moduły RF

- a. tory zasilające
- b. tory polaryzacji elementów RF
- c. ekranowanie, projekt PCB, umiejscowienie anteny
- d. stackup PCB oraz organizacja torów analogowych/cyfrowych/RF/przetwornic DC/DC
 - i. demonstracja: wpływ stackupu na przesłuchy oraz tłumienie zaburzeń w układzie.

9. Anteny

- a. wprowadzenie do techniki antenowej
- b. rodzaje anten
- c. podstawowe parametry anten
- d. wpływ obwodu masy na pracę anteny
- e. wpływ innych elementów na pracę anteny (np. obudowa)
- f. dopasowanie i strojenie anten
- g. podstawowe błędy w integracji anten w produktach

10. Podstawy propagacji fal radiowych

- a. rodzaje propagacji fal radiowych
- b. budżet łącza
- c. strefy Fresnela
- d. analiza oceny zasięgu
- e. podstawowe błędy wpływające na zasięg

11. Narzędzia do analizy RF

- a. symulacje polowe (struktury planarne, w tym anteny)
- b. symulacje częstotliwościowe
- c. symulacje czasowe

12. Podsumowanie materiału/czas na dyskusję