

DoktorTronik

ELEKTRONIKA - SZKOLENIA - PROJEKTOWANIE
DR INŻ. RAFAŁ STĘPIEŃ

SZKOLENIE OTWARTE: *Projektowanie układów zasilania DC/DC*

INFORMACJE PODSTAWOWE O SZKOLENIU:

Czas trwania:	2 dni, około 13 - 15 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 (80% czasu szkolenia), pomiary praktyczne (10% czasu szkolenia), ćwiczenia praktyczne (10% czasu szkolenia).
Grupa szkolenia:	od 4 do 8 osób, grupa docelowa: konstruktor elektronik, poziom doświadczenia w zakresie projektowania elektroniki: od 1 do 8 lat, (junior/mid-level engineer) , zainteresowanie tematyką szkolenia.

KOSZT SZKOLENIA:

Szkolenie stacjonarne:	3900zł netto za osobę
Szkolenie on-line:	3300zł netto za osobę

CEL SZKOLENIA:

- omówienie praktycznych zagadnień związanych z projektowaniem impulsowych układów zasilania DC/DC
- zapoznanie z zasadą pracy przetwornic DC/DC (buck/boost/flyback)
- umiejętność czytania schematów blokowych układów scalonych kontrolerów i przetwornic DC/DC
- praktyczne aspekty w projektowaniu przetwornic DC/DC: wyznaczanie wartości komponentów, analiza mocy strat, projektowanie PCB pod układy przetwornic
- pomiary układów przetwornic: charakterystyki oraz napięcia i prądy w wielu punktach układu
- zaznajomienie z parametrami magnetycznymi elementów indukcyjnych
- praktyczne testy przetwornic i ich zachowań w różnych warunkach pracy - testy na "żywo" w trakcie szkolenia

SZCZEGÓŁOWY ZAKRES SZKOLENIA:

1. Wprowadzenie do układów zasilania

- a. podstawy przetwarzania i analizy sygnałów
- b. przetwarzanie napięć i prądów
- c. koncepcja stabilizacji napięcia w zamkniętym układzie regulacji
 - i. liniowa
 - ii. impulsowa
- d. straty w przetwarzaniu energii
 - i. przewodzenie
 - ii. przełączanie
 - iii. straty w materiałach ferromagnetycznych
 - iv. straty związane z PCB
 - v. zjawisko naskórkowe
- e. zabezpieczenia układów przetwornic i ich wpływ na pracę urządzenia
 - i. bezpiecznik

DoktorTronik

ELEKTRONIKA - SZKOLENIA - PROJEKTOWANIE
DR INŻ. RAFAŁ STĘPIEŃ

- ii. nadnapięciowe
- iii. nadprądowe
- iv. podcięcie
- v. hiccup
- vi. latch
- f. demonstracja: elektroniczny bezpiecznik zwłoczny, resetowalny, z zatraskiem
 - i. omówienie zasady działania i schematu
 - ii. test układu - obserwacja przebiegów w układzie

2. Podstawowe wielkości w układach zasilających

- a. moc wyjściowa
 - i. demonstracja: obserwacja stałego poboru mocy przy zmianach napięcia zasilania przetwornicy DC/DC
- b. sprawność
- c. źródła strat w układach zasilających
 - i. demonstracja: obserwacja strat mocy w kondensatorze elektrolitycznym, grzanie się kondensatora, obserwacja spadku sprawności
 - ii. demonstracja: obserwacja strat w tranzystorze mosfet
 - 1. straty przewodzenia
 - 2. straty przełączania
- d. tętnienia napięć na wyjściu
- e. sztywność
- f. odpowiedź dynamiczna
 - i. demonstracja: obserwacja odpowiedzi wyjścia przetwornicy DC/DC na gwałtowną zmianę prądu obciążenia
- g. ograniczenie prądowe
- h. ograniczenie nadnapięciowe
- i. sposób regulacji
 - i. wycinanie impulsów
 - ii. PWM
 - 1. demonstracja: obserwacja zmiany PWM dla przetwornicy buck w wyniku zmiany prądu wyjściowego
 - iii. COT
 - iv. inne

3. Podstawowe topologie niezolowanych układów zasilających

- a. koncepcja przetwornicy zasilającej ze stabilizacją napięcia wyjściowego
- b. tryby pracy przetwornic DC/DC
 - i. voltage mode
 - ii. current mode
- c. układy typu boost
 - i. synchroniczne i asynchroniczne przetwornice boost
- d. układy typu buck
 - i. synchroniczne i asynchroniczne przetwornice buck
 - ii. jednofazowe
 - iii. wielofazowe
- e. układy typu simple switcher

DoktorTronik

ELEKTRONIKA - SZKOLENIA - PROJEKTOWANIE
DR INŻ. RAFAŁ STĘPIEŃ

- f. układ kompensacji, badanie stabilności przetwornicy DC/DC
 - i. demonstracja: dobór komponentów i analiza bode-plot przetwornicy buck voltage mode w LTSpice
- g. analiza schematów blokowych i zasady działania różnych typów przetwornic

4. Pomiary układów przetwornic

- a. wprowadzenie do miernictwa w układach przetwornic DC/DC
 - i. pomiary napięć i prądów
 - ii. powszechne błędy pomiarowe
- b. prąd dławika
- c. napięcie tętnień
- d. prąd tętnień kondensatorów
- e. estymacja czasu "życia" kondensatora
- f. napięcie przewodzenia diod
 - i. demonstracja: pomiar napięcia przewodzenia diody w przetwornicy buck
- g. napięcie referencyjne
- h. napięcie na tranzystorach kluczujących
- i. charakterystyki
 - i. przejściowa
 - ii. wyjściowa
 - iii. sprawności
- j. check lista pomiarów przetwornicy DC/DC potwierdzająca poprawny projekt

5. Parametry materiałów magnetycznych

- a. indukcyjność
- b. pętla histerezy
- c. rezystancja DC
- d. przenikalność magnetyczna
- e. składowe pasyżnicze
 - i. dławik
 - ii. transformator
- f. pole rozproszone
- g. indukcyjność rozproszenia
 - i. demonstracja: pomiar indukcyjności rozproszenia transformatora oraz dławika sprzężonego
- h. ekranowanie elementów indukcyjnych
 - i. demonstracja: pomiar pola rozproszenia dławików ekranowanych i nieekranowanych

6. Przetwornice buck i boost

- a. przetwarzanie energii w przetwornicy buck i boost
- b. przebiegi czasowe w elementach przetwornicy
- c. praca w trybach DCM, BCM oraz CCM
- d. przetwornica buck synchroniczna i asynchroniczna
- e. wielofazowe przetwornice buck
- f. dobór elementów przetwornicy na przykładzie przetwornicy buck
 - i. kondensatory
 - ii. cewki

DoktorTronik

ELEKTRONIKA - SZKOLENIA - PROJEKTOWANIE
DR INŻ. RAFAŁ STĘPIEŃ

- iii. tranzystory
- iv. diody
- v. analiza mocy strat w układzie synchronicznym i asynchronicznym
- vi. weryfikacja symulacyjna zaprojektowanej przetwornicy
 - 1. demonstracja: analiza zaprojektowanej przetwornicy w LTSpice
- g. projekt układów zabezpieczeń przetwornicy buck/boost

7. Projekt PCB dla układów buck/boost

- a. zasady ogólne przy projektowaniu PCB, szczególnie dla układów DC/DC
- b. obwody mocy oraz kontury prądowe
- c. omówienie przykładowego layoutu przetwornicy buck
- d. ground plane i power plane, wpływ na tłumienie, ekranowanie oraz aspekty konstrukcji płyty PCB
 - i. demonstracja: pomiar wpływu płaszczyzn masy na sygnały generowane w układzie przetwornicy
- e. rozdział masy - podział ground plane
- f. obwody regulacji napięcia oraz wzmacniacza błędu
- g. filtracja napięć zasilania
- h. odprowadzanie ciepła
- i. inne aspekty związane z PCB dla przetwornic DC/DC
 - i. kondensatory wyjściowe, łączenie i optymalizacja pod kątem tętnień i czasu "życia"
 - ii. radiatory w zastosowaniach dla przetwornic DC/DC
 - iii. chłodzenie wymuszone

8. Przetwornice sieciowe AC/DC małej mocy

- a. architektura przetwornic małej mocy
 - i. izolowane - flyback
 - ii. nieizolowane - simple switcher
- b. przetwornica flyback - omówienie zasady pracy
- c. układy gasików - dobór oraz metoda wyznaczania wartości dla
 - i. snubbera RC
 - ii. snubbera RRDC
 - iii. snubbera RDC
 - 1. demonstracja: symulacje snubberów w LTSpice
- d. przetwornice izolowane typu Simple Switcher
 - i. zastosowania
 - ii. przykładowe schematy
 - iii. budowa wewnętrzna
 - iv. aspekty EMC w przetwornicach typu Simple Switcher
- e. aspekty bezpieczeństwa związane z napięciami i prądami
- f. przykładowa analiza bezpieczeństwa zasilacza
- g. wykonanie transformatora z punktu widzenia bezpieczeństwa oraz zastosowania w układach flyback

9. Podsumowanie i dyskusja