

# System projektowania układów elektronicznych EDWin

## Ocena kompatybilności elektromagnetycznej

W tej części artykułu przedstawiamy moduł analizatora pól elektromagnetycznych, umożliwiającego symulację rozkładu natężenia promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez układ zmontowany na projektowanej płytce drukowanej, a także symulację zniekształceń sygnałów przechodzących przez ścieżki. Moduł ten wchodzi w skład bogatszych wersji EdWina.

Moduł EMC, wchodzący w skład pakietu EDWin, umożliwia ocenę kompatybilności elektromagnetycznej zaprojektowanej płytki drukowanej. We współczesnym świecie zwraca się coraz większą uwagę na kompatybilność elektromagnetyczną, gdyż każde urządzenie powinno spełniać wymagania opisane w odpowiednich normach, w których jest określony poziom wytwarzanego promieniowania elektromagnetycznego. W krajach Unii Europejskiej każde urządzenie powinno posiadać znak CE potwierdzający zgodność produktu z obowiązującymi normami. W związku z tym coraz więcej producentów zaczyna się ubiegać o uzyskanie tego znaku dla swoich wyrobów.

Badania EMC, polegające na pomiarach promieniowania, są kosztowne, w związku z tym każde projektowane urządzenie powinno być poddane wstępnej analizie poziomu emitowanych zakłóceń już na etapie projektowania. Pomimo tego, że analiza za pomocą modułu EMC opiera się na pewnych uproszczeniach, to zdecydowanie zredukuje koszty takich badań oraz umożliwi wstępną weryfikację produktu już na etapie jego powstawania.

Przeznaczeniem modułu EMC jest:

1. Analiza emisji.
2. Analiza integralności sygnału.

### Analiza emisji promieniowania elektromagnetycznego

Celem analizy emisji promieniowania elektromagnetycznego jest oszacowanie natężenia pola elektromagnetycznego generowanego przez działający układ elektroniczny zmontowany na płytce drukowanej.

Źródłem fali elektromagnetycznej jest prąd płynący w ścieżkach miedzianych na powierzchni obwodu drukowanego. Natężenie pola elektromagnetycznego na powierzchni płytki jest zależne (między innymi) od właściwości materiałów, czyli dielektryka stanowiącego podłoże, przewodników oraz otaczającego środowiska. Podczas analizy są uwzględniane własności tych materiałów (takie jak podatność magnetyczna, przenikalność elektryczna oraz przewodność). Analiza opiera się na matematycznym modelowaniu praw rządzących rozprzestrzenianiem się pól elektromagnetycznych.

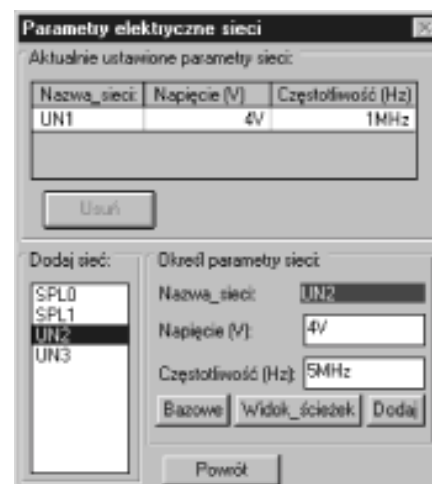
Wszystkie obliczenia są wykonywane w określonym rastrze siatki, który musi być odpowiednio mały, porównywalny z falą o najmniejszej długości występującą w badanym układzie oraz mniejszy niż najmniejszy obiekt poddawany modelowaniu. Oznacza to, że analiza dużych powierzchni oraz sygnałów o dużych częstotliwościach wydłuża czas wykonywania obliczeń. Analizator EMC w programie EDWin podaje wyniki tylko w obrębie obwodu drukowanego.

Najpierw należy załadować bazę danych z zaprojektowaną płytką (*Plik -> Wczytaj bazę danych projektu*), a następnie uruchomić funkcję *Symulacja -> Analizator elektromagnetyczny*.

Pierwszą czynnością wstępną jest określenie, jakie sygnały elektryczne występują w poszczególnych ścieżkach. Ponieważ nie zawsze łatwo to przewidzieć na podstawie schematu, może więc być konieczne wykonanie dodatkowo konwencjonalnej symulacji analogowo-cyfrowej. Po włączeniu ikony narzędziowej *Konfigurowanie parametrów elektrycznych sieci*



pojawi się poniższe okno:



Jego dolna część zawiera spis wszystkich sieci występujących w projekcie. Należy kliknąć na nazwie sieci i wprowadzić wartość napięcia oraz częstotliwość przebiegu występującego w danej ścieżce. Po użyciu przycisku *Dodaj* zostanie ona włączona do analizy i pojawi się w górnej części okna. Przycisk *Widok ścieżek*



służy do wyświetlenia parametrów elektrycznych ścieżki.

Po zdefiniowaniu wszystkich przebiegów należy rozpocząć analizę za pomocą ikony *Przeprowadzenie analizy elektromagnetycznej*. Wyniki analizy są prezentowane w formie izololinii lub mapy barwnej (funkcja menu *Widok*). Na sposób prezentacji wyników można wpływać poprzez dobór optymalnego zagęszczenia linii pola za pomocą ikony



W linii statusu jest na bieżąco wyświetlana wartość natężenia pola elektromagnetycznego w miejscu wskazywanym kursorem. Aby trwale umieścić etykiety informujące o natężeniu pola, należy użyć ikony



Wyniki należy zaprezentować w postaci dogodnej do interpretacji. Bardzo czytelną metodą prezentowania wyników analizy jest wyświetlenie izololinii (linie stałego natężenia pola). Za pomocą funkcji *Widok* można także wyświetlić kolorową mapę rozkładu natężeń pól.

**Analiza integralności sygnału**

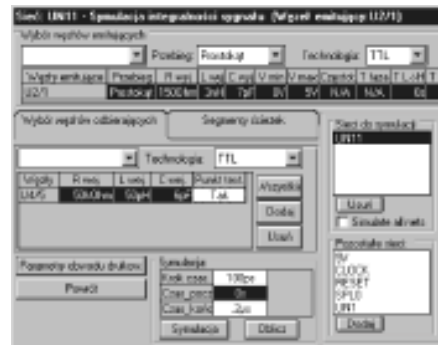
Celem analizy integralności sygnału jest oszacowanie, w jakim stopniu w rzeczywistym układzie dany sygnał będzie różnił się od swojego oryginalnego (lub teoretycznego) przebiegu.

Ścieżki na obwodzie drukowanym, realizujące połączenia elektryczne pomiędzy komponentami, są umieszczone na podłożu

o określonych właściwościach dielektrycznych. Podczas normalnej pracy sygnał wychodzi z pewnych końcówek komponentów (zwanymi węzłami emitującymi), przechodzi poprzez ścieżki łączące i dochodzi do innych końcówek (zwanymi węzłami odbierającymi). Każda ścieżka ma pewne właściwości elektryczne, takie jak rezystancja, pojemność i indukcyjność, które nie są skoncentrowane w jednym punkcie, lecz rozłożone na całej długości ścieżki. Dla częstotliwości poniżej 1 MHz i spotykanych w praktyce długości ścieżek wpływ rozłożenia wartości tych parametrów na kształt sygnału jest bardzo mały i może być pominięty. Jednakże dla częstotliwości powyżej 1MHz, a szczególnie w zakresie GHz, ścieżka zaczyna się zachowywać jak tzw. linia długa, i zaczyna wywierać wpływ na sygnał przez nią przesyłany. Oznacza to, że kształt sygnału w węzle odbierającym będzie się różnił - nieraz dość znacznie - od oryginalnego sygnału w węzle emitującym. W miarę zwiększania częstotliwości pracy nowoczesnych układów elektronicznych problem ten zaczyna nabierać znaczenia. Należy kliknąć ikonę narzędziową *Symulacja integralności sygnału* (skrót \*ES)

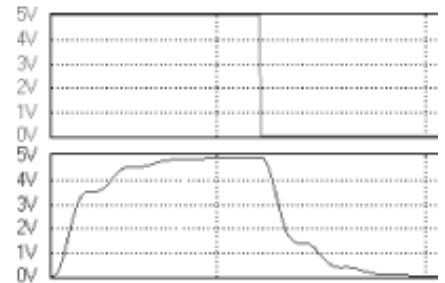


a następnie na ścieżce, dla której chcemy przeprowadzić analizę integralności sygnału.



Przed rozpoczęciem analizy należy zdefiniować węzeł emitujący zlokalizowany

w miejscu końcówki komponentu (może być ich wiele), jeden lub kilka węzłów odbierających, zlokalizowanych na dowolnym odcinku ścieżki (nie należy zapomnieć o wstawieniu punktu testowego), rodzaj sygnału (napięcie, kształt, częstotliwość, czasy narastania i opadania), rodzaj wejścia (w przypadku układów cyfrowych) i ewentualnie także właściwości podłoża obwodu drukowanego (grubość, przenikalność elektryczna). Należy także podać krok czasowy oraz czas początkowy i końcowy (dzięki temu możemy dokładnie obserwować wybrane fragmenty przebiegu). Podczas symulacji integralności sygnału jest również badane wzajemne oddziaływanie ścieżek; jeśli miały one zdefiniowane parametry elektryczne, to w pewnych sytuacjach (duża częstotliwość, blisko położone długie odcinki ścieżek) można zaobserwować zakłócenia od sąsiednich ścieżek (przesłuch). Poniżej zaprezentowano przykładowo kształt sygnału na końcu ścieżki pobudzonej idealnym sygnałem prostokątnym.



Szczegółowe informacje znajdują się w polskojęzycznym systemie pomocy do programu EDWin.

**Robert Kacprzycki,**  
**RK-System (tel. (0-22) 724-30-39),**  
**robertk@univcomp.waw.pl**

*Projekt, na przykładzie którego prowadzony jest kurs, znajduje się w Internecie pod adresem: [www.ep.com.pl/ftp/other.html](http://www.ep.com.pl/ftp/other.html).*

*W ostatnim odcinku cyklu zostaną podane wskazówki praktyczne dotyczące posługiwania się autorouterem Arizona.*