

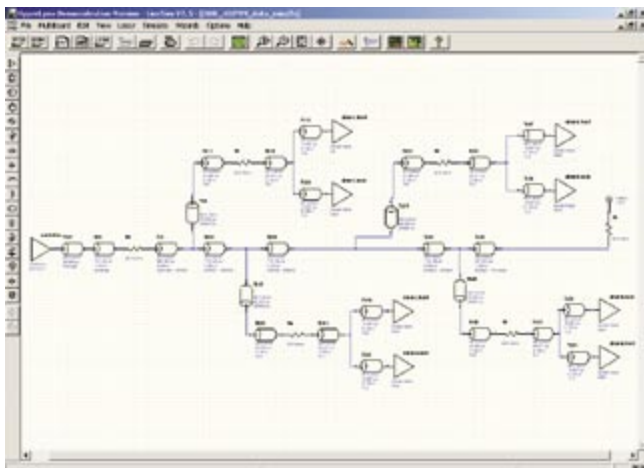
HyperLynx

Jak zapobiec dudnieniu 9. harmonicznej? – część 2

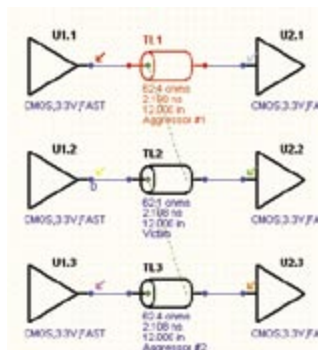
Od chwili wejścia do Unii Europejskiej wszystkie nasze wyroby wprowadzane do sprzedaży muszą posiadać znak CE. Co to oznacza dla konstruktorów urządzeń elektronicznych? Zapewne przekonał się już o tym nie jeden z nich. Te dwie niepozorne literki mogą być przyczyną głębokiej frustracji konstruktora, której dozna, gdy okaże się, że wspianale działające na jego stole urządzenie nie spełnia norm w laboratorium.

Edytor free-form

Popatrzmy teraz dla porównania jak podobne czynności do opisanych wyżej przebiegają przy użyciu edytora *free-form*. Na **rys. 9** widzimy schemat przykładowego układu elektronicznego wprowadzony właśnie w tym edytorze. Sposób rysowania schematu jest w tym przypadku chyba bliższy naszym przyzwyczajeniom i wydaje się być bardziej czytelny. Sama technika tworzenia schematu też jest bardzo intuicyjna.



Rys. 9. Okno edytora *free-form*



Rys. 10. Badanie przesłuchów między ścieżkami PCB

Polega ona na pobieraniu poszczególnych elementów z magazynku znajdujacego się po lewej stronie ekranu i umieszczaniu ich w odpowiednim miejscu na ekranie. Po 2-krotnym kliknięciu na wskazany element można wprowadzić jego wszystkie istotne dla analizy parametry. Warto zauważyć, że każde połączenie fizyczne pomiędzy podzespołami elektrycznymi jest traktowane jako linia transmisyjna o konkretnych parametrach. Linie takie symulują różne rodzaje fizycznych połączeń w układzie rzeczywistym. Nawet najmniejszy kawałek ścieżki obwodu drukowanego stanowi swego rodzaju element schematu. Zasady samego modelowania (program

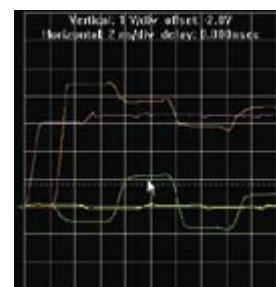
HyperLynx wykorzystuje modele IBIS) układu elektrycznego są w opisywanym tu przykładzie identyczne z tymi, które były omówione wcześniej. W obu przypadkach powinien być więc osiągnięty taki sam wynik symulacji. Schemat przedstawiony na **rys. 9** to fragment drivera SSTL2 współpracującego z szybko-

pamięcią SDRAM dołączoną za pośrednictwem konektora DIMM. Linie transmisyjne zostały odpowiednio zateterminowane. W wyniku symulacji uzyskuje się podobne oscylogramy do prezentowanych wcześniej. Modyfikując wartości elementów i ich konfigurację można uzyskać optymalne warunki pracy układu, a co najistotniejsze zlokalizować przyczyny występowania błędów.

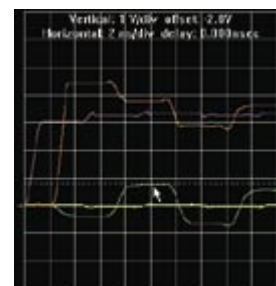
Lokalizacja przesłuchów, badanie sygnałów różnicowych

To, że wokół przewodu z prądem powstaje pole elektromagnetyczne dowiadujemy się na jednej z pierwszych lekcji podstaw elektrotechniki. Czasami zjawisko to jest jak najbardziej pożądane, czasami jednak stanowi duży problem dla konstruktorów, gdyż jest przyczyną szkodliwego oddziaływania na siebie np. poszczególnych linii magistrali cyfrowej. O szkodliwym wpływie na inne urządzenia na razie nawet nie mówimy. Jednym z objawów powyższych zjawisk jest np. powstawanie

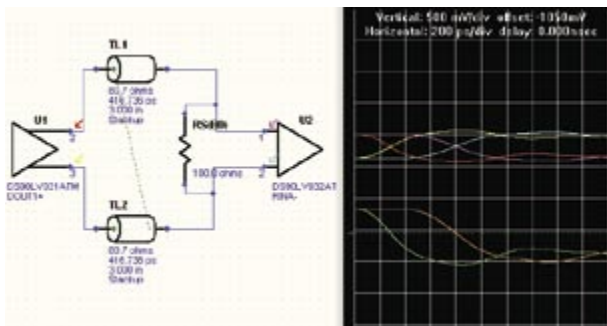
a)



b)



Rys. 11. Wyniki analizy przesłuchów a) układ źle zaprojektowany, b) układ zaprojektowany poprawnie



Rys. 12. Badanie sygnałów różnicowych

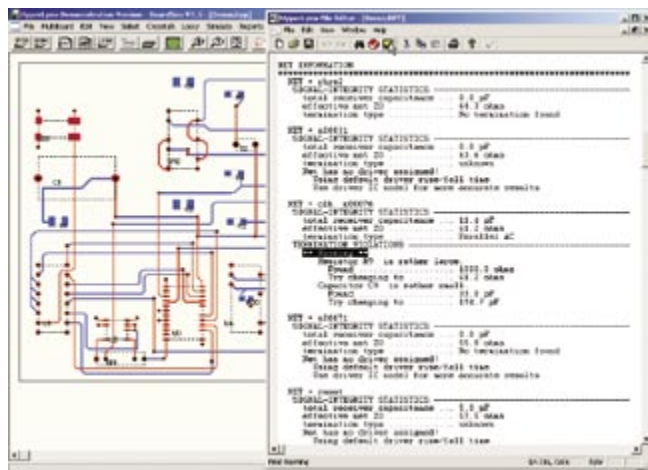
przesłuchów międzysygnalowych. Okazuje się, że na skutek błędnego rozprowadzenia ścieżek magistrali mogą pojawiać się w poszczególnych jej liniach ślady sygnałów z linii całkowicie niezależnych. Jeśli poziom takich przesłuchów będzie zbyt wysoki, może to doprowadzić do powstawania licznych przekłamań, a nawet całkowicie uniemożliwić pracę układu. W programie HyperLynx można przeprowadzić analizę przesłuchów i wzajemnego oddziaływania na siebie sygnałów różnicowych. Dzięki niej można określić minimalne odległości między ścieżkami na płycie, określić wymagane parametry dielektryczne laminatu, wymiary geometryczne i parametry elektryczne ścieżek, impedancje wyjściowe driverów i wiele innych. Przykładowy układ, w którym zostanie zbadany przesłuch przedstawiono na **rys. 10**. Będą tu analizowane trzy równolegle prowadzone ścieżki sterowane z szybkich wersji układów CMOS 3,3 V. Driver środkowej ścieżki (tzw. ofiary) w trakcie symulacji zachowuje niezmienny niski poziom logiczny, stany wyjść pozostałych dwóch dri-

verów (tzw. napastników) będą natomiast ulegać zmianie. Przed symulacją należy dokładnie zdefiniować parametry wszystkich elementów mogących mieć wpływ na jej wyniki (typy wyjść driverów, parametry elektryczne i mechaniczne symulowanych ścieżek, itp.). Robimy

to w znany już sposób przez kliknięcie na nie prawym klawiszem myszki. Na **rys. 11** zostały przedstawione wyniki analizy. Zielony przebieg reprezentuje sygnał na wejściu bramki U2.2 zarejestrowany w trakcie symulacji. Jak widać, mimo że sterownik tej bramki nie zmieniał stanu, to na ścieżce zostały zaindukowane pewne napięcia (przesłuch). Parametry układu z **rys. 11a** zostały dobrane w sposób nieprawidłowy. Widać, że przesłuch przekracza dopuszczalną tolerancję (niebieska linia przerywana). Po zwiększeniu separacji między ścieżkami z 8 do 12 milów przesłuch zmniejszył się do bezpiecznej wartości (**rys. 11b**). Na podobnej zasadzie można badać sygnały różnicowe (**rys. 12**).

Działać pewnie będzie, ale jak? Analiza post-layout

Do tej pory zajmowaliśmy się badaniem płytki PCB..., której nawet projektu jeszcze nie mamy. Przedstawione przykłady zaledwie w części ukazały możliwości programu HyperLynx. Mogliśmy się przekonać, że dzięki niemu wielu szkodliwym zjawiskom w fizycznym urządzeniu można zapobiec już w fazie tworzenia schematu elektrycznego. Przyznać też trzeba, że poruszamy się w materii dosyć delikatnej, i że bez takich narzędzi jak HyperLynx wszystkie nasze działania musiałyby być wykonywane po omacku, co nie wróżyłoby szybkiego osiągnięcia sukcesu. Możliwości programu są ogromne, wszak jest to



Rys. 13. Symulacja gotowego projektu obwodu drukowanego

Do ręki



Do powieszenia



Na biurko



Pulpity



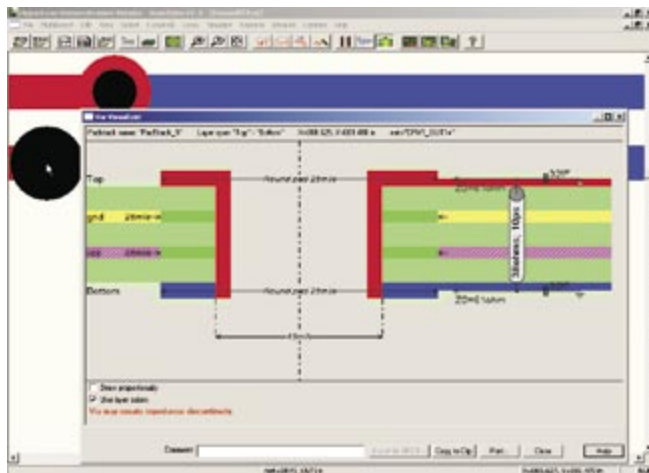
Przemysłowe



dostarcza:



nadajemy kształt elektronicznie www.icel.com.pl



Rys. 14. Oko wizualizera przepustów

produkt komercyjny. Trudno sobie wyobrazić, aby można było znaleźć podobny software z gatunku free. Z uwagi na to, narzędzia tego typu znajdują się raczej w kręgu zainteresowań profesjonalnych producentów sprzętu elektronicznego i to w skali masowej. Mniejsi producenci zawsze będą mieli dylemat, czy zainwestować w tak „niematerialne” dobro,

zastosowanych układów cyfrowych, modułów komunikacji bezprzewodowej, itp. Oznacza to że na płytce możemy się spodziewać obecności przetwornic napięciowych, oscylatorów, magistral przesyłających szybkie sygnały cyfrowe, i wielu innych elementów generujących różnorodne zakłócenia. To czynniki, które stoją na przeszkodzie w łatwym uzyskaniu

jakim jest program, czy ryzykować wielokrotne podchodzenie do badań niezbędnych do uzyskania wymaganych przepisami certyfikatów. Badań, za które jednak też trzeba zapłacić.

Dziś trudno znaleźć urządzenie, nawet powszechnego użytku które nie byłoby dostosowane do zasilania bateryjnego w, którym nie byłoby

pozytywnego wyniku badań laboratoryjnych. Nasza 9 harmoniczna może zbyt mocno dudnić nawet w mikroprocesorowym sterowniku przeznaczonym do gotowania jajek. Banalne wydawać by się mogło urządzenie, a problem niemal nie do przeskoczenia. Jeśli go jednak nie rozwiążemy, na pewno nie dostaniemy unijnego certyfikatu.

Wróćmy jeszcze do samego projektowania elektroniki. HyperLynx to program, który pomoże nam wykryć słabe punkty projektu, a nawet pozwoli zlikwidować lub co najmniej wystarczająco zminimalizować skutki niepożądanych zjawisk związanych z emisją zakłóceń i odpornością na nie. To nie jest jednak narzędzie, za pomocą którego wykonamy projekt płytki, choć w pewnym sensie jest w nim taka możliwość (*Manhattan routes*). Typowo do tego celu będą wykorzystywane raczej inne, nie mniej skomplikowane programy. Przed uruchomieniem produkcji, a nawet przed zrobieniem prototypu warto więc ocenić, czy projekt

Bezprzewodowy świat CODICO!

WiMAX: FDD/HDD Operation, WiMAX Forum Approved

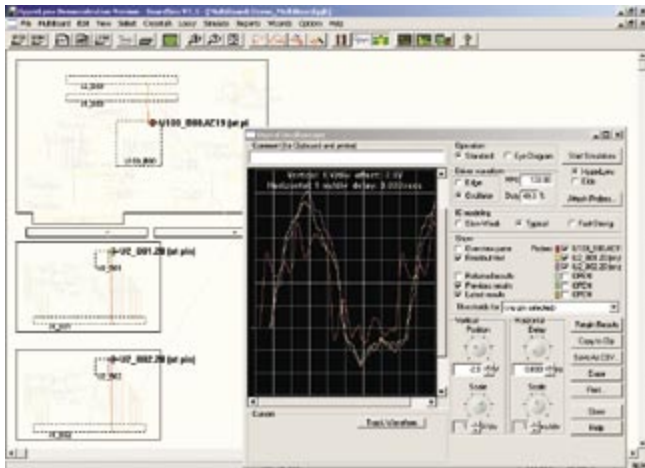
WLAN: 802.11 a/b/g CF / miniPCI / CardBus Modules

Bluetooth: Class1/Class2, HCI/SPP/MP, Fully Approved / Prequalified

GPS: Small & Ultra small 12 & 20 Channel GPS Receiver, Dead Reckoning Feature

GSM / GPRS / EDGE: Dual-/Quad-Band, Stand Alone & OEM, Full Voice & SMS Support

CODICO



Rys. 15. Analiza multiboard

został wykonany prawidłowo, czy urządzenie ma szansę poprawnego działania. Do analizy pracy kompletnie zaprojektowanej PCB służy moduł *post-layout* programu HyperLynx. Moduł ten działa w sposób podobny, jak to było w przypadku analizy *pre-layout*. Tym razem jednak wszystkie dane, takie jak typ elementów, rodzaj i parametry połączeń pobierane są z projektu PCB. W wyniku analizy uzyskujemy oscylogramy na wirtualnym oscyloskopie oraz charakterystyki widmowe na wirtualnym spektrometrze. Możemy również korzystać z wykresów oczkowych (tylko GHz-level).

Podstawowym problemem w przeprowadzeniu analizy *post-layout* jest translacja danych opisujących płytke z oryginalnego programu, w którym ją stworzono, na postać zrozumiałą dla programu HyperLynx. Dopuszczalne są wszelkie formaty stosowane w programach firmy Mentor Graphics i innych producentów, np.: Accel EDA, Cadence Allegro, Mentor Graphics Board Station, Mentor Graphics Expedition, PADS Layout, SPECCTRA DSN, Valor ODB++, Zuken CR-3000, Zuken CR-5000 Board Designer, Zuken Visula/CADSTAR for Windows. Jeśli dysponujemy projektem wykonanym w innych programach, to interfejs z HyperLynx'em może być zrealizowany poprzez format Spectra dostępny w większości programów służących do projektowania PCB.

Badanie płytki może być przeprowadzone kompleksowo w trybie wsadowym. Taka metoda pozwala jednym kliknięciem uruchomić analizę płytki i przeprowadzić symulację jej działania. Służący do tego „Batch

Wizard” udostępnia dwie opcje: szybkiej analizy i analizy dokładnej. W wyniku badania *post-layout* uzyskujemy podobnie jak w *pre-layout* ocenę integralności sygnałów, przesłuchów oraz zakłóceń EMC. Możemy przy tym do badań wskazywać konkretne, interesujące nas miejsca na PCB. Analiza dokładna

pozwala jednocześnie badać kilka węzłów sieci elektrycznej, wykrywać przepięcia, przekraczanie dopuszczalnych progów napięciowych, wykrywać przesłuchy.

Jako pierwsza zostanie przedstawiona szybka analiza płytki pokazanej na rys. 13. Zastosowano w niej tradycyjny montaż przewlekany wraz z elementami SMD. Po uruchomieniu czarodzieja i przejściu przez kilka okienek wyboru parametrów i opcji analizy rozpocznie się test. W chwili po tym na ekranie zostanie wyświetlone okno z raportem (widać go w prawej części rys. 13). Jest to zwykły plik tekstowy. Konstruktora najbardziej będą oczywiście interesowały wszelkie ostrzeżenia. Mechanizmy wyszukiwania zawarte w podręcznej przeglądarce raportów pozwalają szybko dotrzeć do opisu „podejrzanych” punktów. Taki rodzaj symulacji wykorzystuje uniwersalne modele układów scalonych, których parametry można wprawdzie określić, ale są one uogólnione dla całej płytki. Jeśli w badanej płytce znajdują się układy różnych typów, to celowe będzie zastosowanie dokładnej analizy, która pozwoli nam różnicować parametry poszczególnych podzespołów. Zasada postępowania jest bardzo podobna, trochę więcej jest tylko opcji do ustawienia.

Najbardziej zaawansowana analiza jaką możemy przeprowadzić za pomocą programu HyperLynx to GHz-level. Oprócz określania mikrofalowych właściwości płytki, jednym z najbardziej spektakularnych jej zastosowań jest badanie efektów elektromagnetycznych związanych z istnieniem przepustów w mozaice obwodu drukowanego. Przepusty wprowadzają dodatkowe pojemności i in-

obudowy

ROLEC

..protects..

www.rolec.de



Do ręki

mobCASE



Przemysłowe

conTROL



Do powiększenia

aluCASE



Przemysłowe

aluFACE



Przemysłowe

proCOM

dostarcza:



nadajemy kształt elektronice



www.ice1.com.pl

www.ice1.com.pl

LC ELEKTRONIK tel:(22)669 53 00 fax:(22)668 53 10 e-mail:ice1@ice1.com.pl

dukcyjności pasożytnicze. Mimo ich niewielkich wartości mogą być one przyczyną powstawania znacznych zniekształceń sygnałów przesyłanych ścieżkami, mogą też generować istotne dla pracy układu opóźnienia sygnałów. Jest to szczególnie ważne w przypadku szybkich sygnałów cyfrowych. W programie HyperLynx przepusty mogą być modelowane na podstawie określenia ich parametrów elektrycznych (typowa indukcyjność pasożytnicza jest równa 200 pH, pojemność zaś 250 fF). Do podglądu przepustu służy specjalny wizualizer przepustów (rys. 14).

Matka z córkami

Żarty się skończyły. Przed nami poważne zadanie. Dwie substancje trujące połączone w jeden związek nie muszą być trucizną – choćby nasza sól kuchenna (NaCl), która zdrowa wprawdzie nie jest, ale do trucizny zaliczyć jej raczej nie można. Może więc okaże się, że dwie „siejące” wokół siebie jak diabli płytki połączone w jeden system będą jako całość zachowywały się poprawnie. No nie. Spodziewajmy się prędejszego efektu odwrotnego – tego, że to dwie dobrze zaprojektowane płytki połączone ze sobą nagle przestają spełniać wszelkie normy. Po poznaniu dotychczasowych możliwości programu HyperLynx nie będzie chyba zaskoczeniem, gdy odkryjemy jego jeszcze jedną, ciekawą własność. Jest nią analiza *multiboard*. Przykład takiego badania został poka-

zany na **rys. 15**. Mamy tu jedną płytę główną i dwie płytki-córki dołączone za pomocą przewidzianych do tego złączy. Dla zwiększenia czytelności, rysunek został w programie spłaszczony. Parametry połączeń definiuje się w specjalnym edytorze. Jest z tym trochę pracy, ale nie ma innego wyjścia, czynność tę trzeba wykonać. W teście badana była propagacja tylko jednego sygnału z nadajnika na płycie głównej do odbiorników na płytkach-córkach, ale tak jak w każdym z wcześniej omawianych modułów do dyspozycji mamy całe bogactwo metod analizowania układu.

Jeśli jednak trzeba leczyć, to jak?

Z dużym prawdopodobieństwem można przewidzieć, że pierwszy test nowej płytki wykaże sporo błędów. Co wtedy robić? Przypomnijmy, że program HyperLynx nie wykrywa błędów logicznych projektu (te są eliminowane w zupełnie innych symulatorach), tylko modeluje cyfrowo zjawiska fizyczne związane np. z propagacją sygnałów, oddziaływaniem na siebie podzespołów, itp. oraz bada w jakim stopniu zjawisk tych będzie się można spodziewać w rzeczywistym urządzeniu. Można więc przyjąć, że tworzenie schematu elektrycznego zostało zakończone z chwilą przystąpienia do projektowania PCB. Skoro tak, to jak eliminować nieprawidłowości działania urządzenia wykryte przez Hy-

perLynx? Nie zawsze jest to możliwe tylko poprzez zmianę wartości elementu istniejącego już na płycie (np. zwiększenie lub zmniejszenie pojemności kondensatora). Jeśli okaże się wystarczające np. tylko rozsuniecie ścieżek lub zmiana ich szerokości, to problemu właściwie nie ma, taka poprawka będzie stosunkowo łatwa do wykonania. Gorzej, gdy konieczne będzie dołożenie nowych elementów, których potrzeby stosowania konstruktor nie przewidział wcześniej. Niestety taka właśnie metoda jest w praktyce najczęściej jedyną skuteczną. Przykładowo w wyniku testów płytki z rys. 13 otrzymujemy zalecenie dołożenia terminatorów w kilku wybranych punktach. Dla upewnienia się o skuteczności takiego rozwiązania można przeprowadzić powtórnie test z użyciem wirtualnych elementów, „wstawionych” przez HyperLynx. Teraz pozytywny wynik testu będzie dla nas wiadomością dobrą i złą jednocześnie. Dobrą dlatego, że znaleźliśmy metodę na poprawienie działania układu, złą dlatego, że wstawienie terminatorów niestety będzie się wiązało z koniecznością przeprojektowania PCB. Lepiej to jednak zrobić teraz po symulacji, niż po wyjściu z laboratorium z podobną diagnozą i nieco cieńszym portfelem.

Jarosław Doliński, EP
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl



Seria ioLogik 4000:

- elastyczna, modułarna budowa
- maksymalnie 32 moduły w systemie (512 I/O)
- ponad 40 modułów o różnej kombinacji I/O

Seria ioLogik 2000:

- przeznaczona do pomiarów rozproszonych
- aktywne powiadomienie o stanie wejść (Active Remote IO),
- opcjonalna konfiguracja na obiekcie

Pomiary i sterowanie z wykorzystaniem sieci Ethernet

Seria modułów ioLogik pozwala na budowę aplikacji kontrolno-pomiarowych komunikujących się przez Ethernet lub RS-485 za pomocą protokołu Modbus/TCP/RTU. Dostępne są moduły wejść/wyjść analogowych, wejść/wyjść binarnych, licznikowych oraz specjalizowane moduły do pomiaru temperatury. Wraz z modułami dostarczane jest intuicyjne oprogramowanie konfiguracyjne ioAdmin oraz biblioteki DLL.




ELMARK Automatyka sp. z o.o.
 00-341 Warszawa ul. Radna 12
 Tel. (022) 821-30-54, Fax. (022) 821-30-55
elmark@elmark.com.pl