

Co powinien wiedzieć z zakresu EMC inżynier projektujący elektronikę?

Czy konstruktor elektroniki musi znać się na testowaniu i badaniach EMC? Tak, a przynajmniej musi wiedzieć, z jakimi wiąże się to zjawiskami, zakresami częstotliwości i poziomami. Jakie elementy będą sprawdzane, które z nich najbardziej mogą być narażone oraz którą może wpłynąć zaburzenie. To tak, jak podczas wojny – im lepiej znamy przeciwnika, jego potencjał militarny, tym lepiej możemy się przygotować.

Konstruktorzy wiedzą, że proces projektowania elektroniki jest skomplikowany, gdyż trzeba uwzględnić bardzo wiele czynników. Zaczynając od wymagań funkcjonalnych (co wykona urządzenie), poprzez sposób działania i realizacji (jak to wykona), wreszcie koszty, czas (za ile i kiedy zbudujemy), wymagania prawne (jakie normy musi spełnić), przez temperaturę, pobór energii i miejsce w obudowie. Wydaje się to niemałym wyzwaniem i faktycznie tak jest.

Jednym z tych nieszczęsnych wymagań prawnych (nie tylko prawnych, ale możemy tak to uogólnić na potrzeby artykułu) jest **kompatabilność elektromagnetyczna – EMC**. Choć do Polski wkracza ona już od około 1998 r. (niektórzy mówią, że już nawet od 89 r.), to zaczyna „funkcjonować” dopiero w 2004 r., a wielu producentów dopiero od niedawna (kilku lat) zaczyna brać ten temat pod uwagę.

Rosnąca świadomość odbiorców i producentów

Skąd rosnąca świadomość wymagań EMC? Wynika to nie tylko z kontroli urzędów (www.uke.gov.pl) czy samych przepisów, ale w dużej mierze z wymagań rynku (niewidzialna ręka). Objawia się to wymaganiami odbiorców w stosunku do producentów czy importerów. Warunek jest prosty: *Chcesz mi dostarczać produkty? Muszą one spełniać pewne standardy, m.in. EMC, bo ja chcę mieć pewność, że to, czego używam (czy sprzedaję), nie spowoduje błędnego działania systemów radiokomunikacyjnych oraz samo nie utraci funkcjonalności pod wpływem czynników występujących w środowisku.* Bardzo często kojarzymy spełnienie wymagań z jakością i niezawodnością produktu (i bardzo dobrze).

Niestety, najczęściej bywa tak, że producent boleśnie przekonuje się o wymaganiach EMC, gdy jest już bardzo późno. **Oto przykład z życia:** *Zespół zbudował urządzenie, które działa funkcjonalnie i dowiedział się, że należy je przebadać, aby mieć papier. Wysła więc produkt do testów i... okazuje się, że nie spełnia on norm EMC. Co teraz? Jesteśmy po terminie, klient czeka na produkt. W tym momencie poprawa jest bardzo trudna i kosztowna.*

Musimy (nie możemy) myśleć o wymaganiach EMC od samego początku

Łatwo powiedzieć, trudniej zrobić, bo skąd inżynier ma wiedzieć, jak sobie z tym wszystkim poradzić? Niestety wymaga to dodatkowej edukacji, a często inwestycji (szkolenia, sprzęt, badania). A do tego wiedza zdobyta kilka lat temu dezaktualizuje się, gdyż widzimy postępującą

integrację urządzeń (są coraz mniejsze), zwielokrotnienie funkcjonalności (jaką funkcję pełni telefon komórkowy?), wzrastającą szybkość układów (np. przetwornice), krótki czas rozwoju produktu czy redukcję kosztów, aby zachować konkurencyjność.

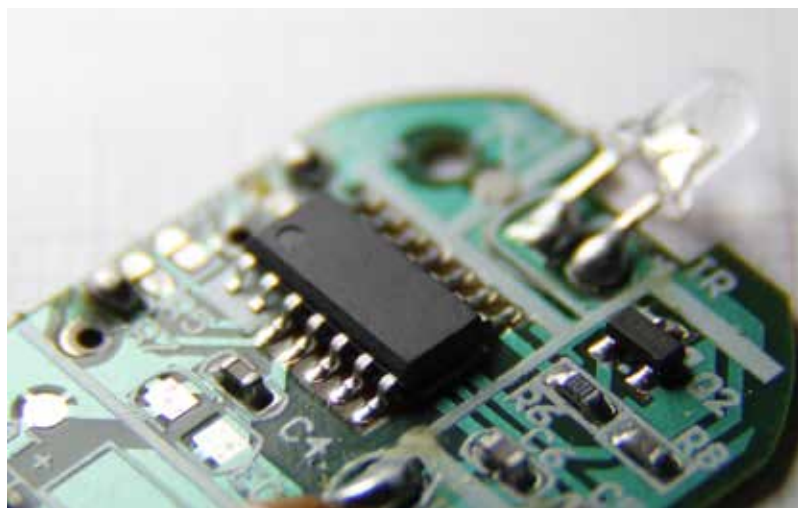
Bardzo często wszystkie te rodzaje ryzyka spadają na barki projektantów (hardware, layout i software), którzy świetnie znają się na rozwiązywaniu problemów funkcjonalnych, a elektronikę znają od strony świata niskich częstotliwości. Jednak EMC to zjawiska, które w widmie częstotliwości sięgają bardzo wysokich zakresów (od kHz, 10^3 Hz do GHz, 10^9 Hz), a wtedy intuicja i znane proste prawa już nie działają. To wszystko generuje frustrację, opóźnienia i dodatkowe koszty, choćby w postaci kolejnych podejść do testów czy dodatkowych prototypów.

O czym powinien wiedzieć inżynier rozwijający produkty?

Tematów jest wiele, ale żeby uporządkować wiedzę, warto podać listę ogólnych zagadnień, które pokazują zakres pokrywający obszar EMC dla inżyniera elektroniki (nie tylko dla osób testujących). Warto posiadać poniższe kompetencje w firmie czy zespole projektującym urządzenia elektroniczne:

- Po co testuje się urządzenie pod kątem EMC?
- Wymagania prawne, przyczyny (dyrektywy, normy, kontrola),
- Zjawiska fizyczne (zakresy częstotliwości, sposoby propagacji),
- Zagrożenia (skutki, wpływ na układy),
- Uprozczone analizy zagadnień (proste symulacje),
- Sposoby testowania i metody badań (full-compliance),
- Przygotowanie urządzenia do badań,
- Interpretacja wyników,
- Zasady projektowania (schemat, PCB, layout, filtry),
- Komponenty (dobór, różne układy, elementy filtrujące),
- Namierzanie przyczyn problemów (analiza wyników),
- Uprozczone metody pomiarów (pre-compliance, troubleshooting),
- Sposoby usuwania przyczyn problemów...
- ...i z pewnością jeszcze kilka innych.

Jak widać, jest tego dużo i nie wyobrażam sobie, że ktoś będzie w stanie przyswoić sobie całą wiedzę w kilka dni. Zwykle taki proces



zdobywania wiedzy i doświadczeń może trwać latami. Warto co jakiś czas odświeżyć wiadomości, poszerzyć wiedzę, dzięki czemu można ją przyswajając partiami (utrwalenie), zastosować w życiu, uzupełnić (przeniesienie do pamięci długotrwałej) i jeszcze lepiej skorzystać z kolejnych etapów edukacji. Dobrym sposobem jest gromadzenie wiedzy w firmie i wymiana doświadczeń (szkolenie wzajemne, dzielenie się przypadkami).

Będąc związanym z projektowaniem elektroniki, nie uciekniemy od wymagań EMC, i wcześniej czy później będziemy musieli poznać zagadnienia, o których mówimy. Warto pomyśleć, jak zdobywać wiedzę, aby było to efektywne.



Po co jest ta wiedza i jak z niej skorzystać?

Może wydawać się, że nie wszystkie te zagadnienia są potrzebne, jednak doświadczenia z pracy w laboratorium pokazują, że jest to niezwykle istotne i jak mocno wpływa na czas rozwoju produktu. Okazuje się, że świadomość obszarów stykających się z projektowaniem elektroniki może zmniejszyć koszty produkcji, powtórnych badań (co najczęściej wydłuża proces) czy tzw. przeprojektowywania produktu.

W większości przypadków wystarczyłaby znajomość zjawisk, z jakimi zderzy się urządzenie podczas badań. Uzupełnianie wiedzy i chęć zrozumienia czynników, jakie mają wpływ na proces i efekt końcowy, to niezbędnik dla każdego inżyniera.

Od czego zacząć proces rozwoju kompetencji w zakresie EMC?

W Internecie jest wiele informacji (choć czasem nieaktualnych). Warto, co jakiś czas, poczytać na temat EMC, aby być na bieżąco. Na szczęście pojawiają się ciekawe inicjatywy, takie jak darmowe szkolenia wideo, Szkoła dla eksportera, organizowane przez PARP i EEN [1]. Ponadto pojawia się coraz więcej blogów specjalistycznych [2, 3]. Są także książki, jednak te z tzw. wyższej półki są w języku angielskim i cena ich zakupu jest wyższa, niemniej jednak warto je kupić do biblioteki firmy lub wypożyczyć. Tutaj polecę tylko kilka moich ulubionych pozycji:

1. **Electromagnetic Compatibility Engineering** – Henry W. Ott (praktyczne podejście, głównie do testowania, ale i porady dla projektantów),
2. **EMC made simple** – Mark I. Montrose (bardzo praktyczne i proste wytłumaczenie, głównie dla projektantów elektroniki, pokazujące zasady i błędy w projektowaniu),
3. **EMI Troubleshooting Cookbook for Product Designers** – Patrick G. André and Kenneth Wyatt (praktyczny poradnik pokazujący, jak radzić sobie z problemami podczas różnych testów, dobrze porządkuje wiedzę i daje sporo wskazówek),
4. **Introduction to Electromagnetic Compatibility** – Clayton R. Paul (bardzo zaawansowana i z dużą ilością teorii oraz wzorów, jednak jest to przekrój przez wszystkie zagadnienia, klasyka),
5. **Kompatybilność elektromagnetyczna. Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych** – Alain Charoy (w języku polskim, kilka tomów, ciekawy przekrój tematów, specyficzne podejście, ale warto się z nim zapoznać).

Na początek proponuję przeczytać Dyrektywę EMC 2014/30/UE i Dyrektywę RED 2014/53/UE [4, 5]. Zobaczysz tam definicje i podstawowe założenia. Do tego zakres i wymagania. Będzie to dobry początek. Później proponuję przejrzeć listę norm zharmonizowanych [6] z powyższymi dyrektywami i po tytułach zobaczyć, które mogą dotyczyć naszego urządzenia. Jeśli któraś norma ewidentnie pasuje, warto ją kupić i poznać. Na początku mogą być pewne rzeczy nie do końca oczywiste i zrozumiałe – jest to normalne, pamiętajmy, że każda podróż zaczyna się od pierwszego kroku. Są również dostępne świetne szkolenia z tego zakresu i warto się rozejrzeć, aby skorzystać z doświadczeń innych, gdyż z pewnością zaoszczędzi to wiele czasu i nerwów. Jednym z lepszych sposobów nauki jest telefon lub wizyta w laboratorium, w celu ustalenia przebiegu testów czy programu badań.

Podsumowując

Świat kompatybilności elektromagnetycznej to obszerny temat, w którego skład wchodzi wiele czynników, które mogą wydawać się skomplikowane (czasem porównuje się je z czarną magią). Jednak, jeśli zdobywanie wiedzy potraktujemy jako proces, pewną drogę, to okaże się, że fragmenty informacji zaczęną składać się w jeden spójny obraz, a całość przysporzy wiele satysfakcji i staniemy się lepszymi specjalistami. Do tego zastosowanie zdobytej wiedzy w praktyce przyniesie wiele wymiernych korzyści w projektach. Zachęcam do poszukiwania odpowiedzi samodzielnie oraz nawiązywania kontaktów z osobami doświadczonymi, które mogą pomóc.

Tomasz Utkowski
Inżynier EMC, trener, konsultant
EMC for Business – Akademia EMC
tomasz.utkowski@emc4b.com
www.emc4b.com

Przydatne linki:

1. Szkolenie wideo – Szkoła dla eksportera: Wprowadzanie urządzeń elektronicznych na rynek UE – <https://goo.gl/TXDDdQ>.
2. Blog EMC po polsku (rozwijany) – www.emc4b.com/blog.
3. Blog EMC w języku angielskim – <https://goo.gl/sWbS1r>.
4. Dyrektywa EMC – <https://goo.gl/YifDf9>.
5. Dyrektywa RED – <https://goo.gl/jxiTRv>.
6. Normy zharmonizowane do wszystkich dyrektyw – <https://goo.gl/lpRxg6>.