

Wprowadzanie produktu elektronicznego na rynek UE

czyli przychodzi elektronik do inżyniera ds. zgodności produktu

Jeśli czytasz ten artykuł to zapewne jesteś projektantem elektroniki. Jeśli podchodzisz do tego profesjonalnie, to albo już budujesz urządzenia wprowadzane na rynek, albo będziesz chciał je wprowadzać do obrotu i to legalnie. Jeśli konstruujesz tylko hobbystycznie dla siebie, to opisane zagadnienia jeszcze Cię nie dotyczą. Artykuł opisuje najważniejsze punkty, które muszą zostać spełnione, aby uniknąć niepowodzenia, dodatkowych kosztów, czy nawet kar związanych z udostępnieniem produktu na rynku.

W projektowaniu elektroniki mamy przynajmniej dwa aspekty związane z wymaganiami:

1. Wymagania funkcjonalne – czyli wytyczne projektu, wymagania użytkownika, specyfikacja produktu. W skrócie: jak wszystkie komponenty elektroniczne mają współdziałać, aby zaspokoić potrzeby użytkownika.
2. Wymagania prawne, normatywne (*product compliance*) – czyli wymagania dotyczące wprowadzenia produktu do obrotu. Wiąże się z tym spełnienie dodatkowych wymagań wynikających z regulacji dla danego rynku. Ponieważ jesteśmy w Unii Europejskiej, odniosę się głównie do tego rynku. Zasady są ujednolicone dla wszystkich krajów członkowskich.

Zanim o wymaganiach – planowanie projektu

Zarządzając projektem rozwoju urządzenia elektronicznego warto zwrócić szczególną uwagę na drugi aspekt. Jeśli do tej pory konstruowałeś urządzenia tylko hobbystycznie lub jesteś początkującym elektronikiem, to pewnie zaplanowałeś sobie jedną, dwie, ostatecznie trzy iteracje (cykle prototypowania). Zwykle tyle wystarczy, aby pomyślnie zakończyć projekt.

Natomiast jeśli mówimy o wprowadzaniu aparatury elektronicznej na rynek, zgodnie z wymaganiami i wynikami potwierdzonymi testami w laboratoriach, może się okazać, że tych cykli prototypowania będzie dużo więcej, zwykle 4...7. Oznacza to, że czas i koszty projektu mogą się znacząco różnić od pierwotnych założeń. Zwłaszcza, gdy dojdzie koszt wynajęcia laboratorium, a być może nawet konsultanta. Dlatego przygotowując plan projektu, weź pod uwagę dodatkowe wymagania związane z bezpieczeństwem, kompatybilnością elektromagnetyczną, zmianami mechaniki itd. Są to znaczące elementy budżetu projektu. Pamiętaj, że sprawa nie jest taka jednoznaczna i wymaga wielu odpowiedzi w kwestiach „to zależy...” i ustaleń po stronie producenta.

W planowaniu projektu uwzględnij:

- czas i koszty testów w laboratorium,
- oczekiwanie na raporty z testów (czas),
- zakup odpowiednich norm,
- czas na plany badań i dokumentację techniczną,
- dodatkowe iteracje, sample,

- dodatkowe komponenty, droższy BOM (*bill of materials* – lista komponentów).

Ocena zgodności

Kto wprowadza produkt na rynek?

Jeśli wprowadzasz produkt na rynek UE po raz pierwszy, to jesteś producentem lub importerem. Załóżmy, że jesteś producentem. **Aby się nim stać, nie musisz wcale budować urządzenia od podstaw, wystarczy, że produkt (nawet importowany) sprzedajesz pod swoją marką i nie wskazujesz innego producenta.** Oraz w drugą stronę – jeśli wykonujesz projekt i nawet produkujesz go w swojej fabryce, ale na czyjeś zlecenie, możesz być tylko podwykonawcą i nie mieć obowiązków producenta. Wiele kwestii może być zawartych w umowach.

Producent, bez względu na to czy posiada swoją siedzibę w Unii, czy poza nią, jest ostatecznie odpowiedzialny za zgodność wyrobu z unijnym prawodawstwem harmonizacyjnym i za umieszczanie oznakowania CE.

Obowiązki producenta

- posiadanie wiedzy o produkcie,
- identyfikacja dyrektyw,
- przygotowanie dokumentacji technicznej,
- przeprowadzenie procedury oceny zgodności,
- sporządzenie deklaracji zgodności WE (zgodnej ze wzorem w dyrektywach),
- oznakowanie wyrobu CE (uwaga na wzór znaku CE – rysunek 1),
- przechowywanie dokumentacji technicznej (okres zależy od dyrektywy).

Dokumentacja techniczna

Producent sporządza dokumentację techniczną. Zawiera ona dowody na zgodność wyrobu z wymaganiami zasadniczymi, zapewnia m.in.:

- identyfikację wyrobu,
- ogólny opis wyrobu,
- informacje na temat zastosowanych norm zharmonizowanych, które zostały użyte w procesie oceny (wraz z datami ich wydania) oraz otrzymane przy ich zastosowaniu wyniki,
- opis kroków podjętych w celu spełnienia wymagań zasadniczych, w tym opis oceny kompatybilności elektromagnetycznej, jeżeli nie zastosowano w procedurze oceny norm zharmonizowanych lub zastosowano je częściowo (wraz z analizą i oceną ryzyka),
- oświadczenie jednostki notyfikowanej, jeżeli uczestniczyła w procesie oceny.

Ocena zgodności – product compliance

Ocena zgodności to proces przeprowadzany przez producenta w celu wykazania, czy zostały spełnione określone wymagania, dotyczące produktu.

Zapamiętaj:

- **ocena zgodności to proces ciągły i dotyczy różnych faz projektu. Produkt jest poddawany ocenie zgodności zarówno w fazie projektowej, jak i w fazie produkcji,**
- ocena zgodności należy do obowiązków producenta,
- jeśli producent zleca zaprojektowanie lub produkcję innemu podmiotowi, nadal pozostaje odpowiedzialny za przeprowadzenie oceny zgodności,
- oceny zgodności nie należy mylić z nadzorem rynku,

Uwaga na znak **China Export** – to nie jest żart



Rysunek 1. Znak CE zgodny ze wzorem oraz niewłaściwy

- zasadniczym celem procedury oceny zgodności jest wykazanie, że produkty wprowadzone do obrotu są zgodne z wymaganiami określonymi w stosownych przepisach prawa.

Rynki docelowe

Pierwsze pytanie, jakie musisz zadać, gdy już znasz wymagania funkcjonalne, brzmi: na jaki rynek chciałbym wprowadzić urządzenie elektroniczne? Jeśli wybierzesz tylko rynek Unii Europejskiej, nie ma znaczenia, na który kraj, w obrębie wspólnoty chcesz to zrobić. Wymagania będą prawie identycznie, wręcz z technicznego punktu widzenia takie same. Mogą oczywiście różnić się pod kątem języka używanego w dokumentacji technicznej czy instrukcjach i opisach produktu. Natomiast wymagania związane z dyrektywami i normami będą takie same. Właśnie po to zostały wprowadzone jednolite przepisy prawne, aby umożliwić swobodny przepływ towarów i usług.

Swobodny przepływ towarów, osób i kapitału

Państwa UE nie mogą zakazywać, utrudniać ani ograniczać wprowadzania na rynek wyrobów zgodnych ze wszystkimi dyrektywami Nowego Podejścia. Oczywiście działa to, także w drugą stronę – jeśli kontrola rynku w jednym kraju członkowskim wykaże, że któryś z Twoich produktów nie spełnia wymagań, to wszystkie kraje będą o tym poinformowane i nie uda się wprowadzić niezgodnego urządzenia w innym porcie, jeśli w jednym zostało cofnięte.

Niespełnienie wymagań

Jestem inżynierem EMC, lecz także, od pewnego czasu, zajmuje się oceną zgodności produktu. Oznacza to, że doradzam zespołom R&D i szkole ich na temat tego: jak przygotować produkt, aby uwzględnić wymagania formalne. Jak w projekcie opracowywać i gromadzić wszelką potrzebną dokumentację, aby legalnie wprowadzić produkt na rynek. Podkreślam słowo legalnie, bo można wystawić swoją ofertę i próbować sprzedaży bez dbania o te aspekty, ale wiąże się z tym spore ryzyko:

1. Klasyczne ryzyko związane z kontrolą urzędu i karami administracyjnymi,
2. Duży odbiorca, który jest dystrybutorem lub przedstawicielem pewnej grupy produktów ma obowiązek zadbać o to, aby dokumentacja związana z deklaracją zgodności była kompletna. W jego obowiązku leży sprawdzenie punktów dokumentacji technicznej, powiązanych z danymi dyrektywami. Nie kupi produktu, jeśli nie otrzyma odpowiednich dokumentów, potwierdzających deklarację zgodności,
3. Ryzyko pojawia się, gdy już sprzedamy urządzenie, jest ono użytkowane i w pewnym momencie zdarza się wypadek losowy. Komuś dzieje się krzywda lub instalacja przestaje działać. Zaczyna się szukanie przyczyn i osób odpowiedzialnych, rodzą się pytania. Dlaczego system zawiódł? Kto popełnił błąd? Czy można było temu zapobiec? Czy mamy komplet wymaganych dokumentów?

Możliwe działania organów nadzoru rynku w przypadku niespełnienia wymagań:

- kary pieniężne, nakładane w drodze decyzji organu nadzoru rynku prowadzącego postępowanie,
- nakaz usunięcia niezgodności,
- wycofanie wyrobu z obrotu lub użytku,
- odzyskanie wyrobu,
- zniszczenie wyrobu,
- powiadomienie konsumentów lub innych użytkowników o stwierdzonych niezgodnościach.

Więcej informacji zawiera:

- Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa, dnia 19 kwietnia 2016 r. Poz. 542,
- Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku.

Jak nad tym zapanować?

Wstęp artykułu miał na celu pokazać, że zadbanie o aspekty oceny zgodności mają ważny cel, którego nie należy bagatelizować. Teraz można przygotować dalsze działania. Nadrzędnym celem oceny zgodności jest bezpieczeństwo użytkowników, osób trzecich, zwierząt i mienia. Ważne jest, aby urządzenia elektryczne wprowadzone na rynek były bezpieczne i niezawodne. Do tego dochodzą, także aspekty ekologii i dbania o środowisko. Wszystko zostało opisane w dyrektywach Komisji Europejskiej, przyjętych przez każde państwo członkowskie. Są to dokumenty ogólne, które pokazują i podkreślają najważniejsze aspekty, jakie trzeba wziąć pod uwagę przy projekcie urządzenia.

Dyrektywy Nowego Podejścia odnoszą się do zagadnień:

- bezpieczeństwa użytkownika wyrobów i obrotu nimi na wewnętrznym rynku UE,
- ochrony zdrowia i ochrony środowiska,
- zagrożeń, które producent powinien wykryć i wyeliminować.

Dyrektywy dotyczą:

- produktów produkowanych w Unii i wprowadzanych po raz pierwszy do obrotu,
- nowych i używanych produktów importowanych,
- produktów modyfikowanych i naprawianych, gdy przeróbki są duże i zmieniają funkcje.

Dyrektywy nie dotyczą:

- produktów wprowadzonych przed ich publikacją,
- produktów naprawianych, których funkcje nie zostały zmienione,
- złożonych produktów, składających się z podzespołów podlegających dyrektywom lub podzespołów, uzyskanych poprzez rozłożenie produktów złożonych (mogą nie podlegać, ale często jednak podlegają jakiejś dyrektywie).

Najważniejsze: EMC i LVD

Aby ten artykuł był dla Ciebie praktyczny i konkretny zawęź materiał do dwóch podstawowych dyrektyw, z którymi powinieneś się zapoznać. Mają one największy wpływ na projektowanie elektroniki i są absolutną podstawą:

- **Dyrektywa EMC** – 2014/30/UE – Dyrektywa Kompatybilności Elektromagnetycznej EMC
- **Dyrektywa LVD** – 2014/35/UE – Dyrektywa Niskonapięciowa LVD (bezpieczeństwa).

Gdy już zaznajomisz się z ich treścią, to zapewne zaczniesz się zastanawiać, jak spełnić cel nadrzędny, podyktowany tymi dyrektywami? Oraz, co to znaczy, że urządzenie ma być kompatybilne pod kątem elektromagnetycznym, kiedy jest bezpieczne?

Jak postępować?

Czy istnieją jakieś procedury lub bardziej szczegółowe wytyczne? Oczywiście, że są, to **normy zharmonizowane**. Są to standardy przyjęte przez Komisję Europejską na podstawie norm międzynarodowych i ustaleń poszczególnych komisji. To właśnie w normach zharmonizowanych jest napisane, jakie aspekty należy wziąć pod uwagę, zbadać, przeanalizować, aby spełnić nadrzędne wymagania dyrektywy (**rysunek 2**). Dlatego do każdej dyrektywy, czyli nadrzędnego dokumentu, są publikowane listy norm zharmonizowanych, jednolitych na całym rynku Unii Europejskiej. To właśnie z nich będziemy odczytywali wymagania dla naszego urządzenia.

Domniemanie zgodności

Wyroby, które spełniają wymagania zawarte w normach krajowych (tożsame z normami zharmonizowanymi), są uznawane za zgodne z wymaganiami zasadniczymi (wynikające z dyrektyw). To oznacza, że jeśli spełniasz wymagania norm zharmonizowanych to jesteś zgodny z wymaganiami dyrektywy – następuje tzw. domniemanie zgodności.

Jeśli nie korzystasz z norm zharmonizowanych (czy odpowiedników krajowych), musisz udowodnić spełnienie wymagań poszczególnych



Rysunek 2. Elementy związane z oceną zgodności produktu

dyrektyw na inne sposoby. Zastosowanie norm zharmonizowanych w zakresie dyrektyw Nowego Podejścia jest dobrowolne, a producenci mogą wybrać dowolne rozwiązanie techniczne, zapewniające zgodność z zasadniczymi wymaganiami. **Bardzo często okazuje się, że postępowanie zgodnie z normami zharmonizowanymi jest dużo łatwiejsze.**

Szukamy norm zharmonizowanych

No tak, ale które normy wybrać? Przecież są ich setki. Należy odpowiedzieć na kolejne, bardzo ważne pytania:

1. Co nasze urządzenie będzie robiło?
2. W jakim środowisku będzie pracowało?

To właśnie środowisko, bardzo często determinuje wymagania dla danego urządzenia.

Dyrektywy odpowiednie do naszego urządzenia wybieramy spośród zakresu dostępnego za darmo na stronie komisji europejskiej [1]. Sporządzamy listę norm zharmonizowanych, adekwatnych do każdej dyrektywy, a następnie wybieramy te, dotyczące naszego produktu i środowiska.

Tworzymy folder dokumentacji technicznej, gdzie będziemy zbierać wszystkie elementy, jakie wymagane są przez dotyczące nas dyrektywy. Przykładowe elementy dokumentacji technicznej:

1. Rysunki, schematy, wyjaśnienia działania urządzenia, BOM,
2. Obliczenia, analizy, oceny, założenia, szczególnie aspekty bezpieczeństwa,
3. Analiza i ocena ryzyka, sposoby minimalizacji, wpływ na otoczenie,
4. Przywołane normy, standardy, dokumenty,
5. Raporty z badań, wyniki testów, opinie,
6. Instrukcje obsługi (w odpowiednim języku),
7. Zalecenia montażowe, dane aplikacyjne,
8. Deklaracja zgodności,
9. Oznakowania, wzory, tabliczki znamionowe.

Pamiętajmy, że dopiero, gdy zaopiekujemy się każdym z podpunktów, możemy wystawić deklarację zgodności, która musi być podpisana przez odpowiednią osobę. Następnie należy odpowiednio opisać i oznakować nasz produkt.

Kolejność działań, jakie należy wykonać, pokazuje **tabela 1**. Teraz wiesz, co należy zrobić, aby legalnie wprowadzić produkt na rynek. Pamiętaj jednak, że jest to pewne uproszczenie i wymaga zapoznania się z poszczególnymi dokumentami.

Dyrektywa EMC

Co uwzględnić w projekcie elektroniki?

Dyrektywa EMC obejmuje zdecydowaną większość urządzeń elektrycznych i elektronicznych, bez względu na to, przy jakim napięciu są użytkowane. Do bardzo wielu urządzeń, podlegających dyrektywie EMC ma jednocześnie zastosowanie dyrektywa LVD – niskonapięciowa. Dyrektywę EMC stosuje się też do znacznej części maszyn, które podlegają dyrektywie dotyczącej bezpieczeństwa maszyn.

Zadaniem dyrektywy EMC jest zapewnienie współpracy różnych urządzeń i systemów tak, aby mogły działać jednocześnie w danym środowisku elektromagnetycznym. Dotyczy dwóch ważnych aspektów – pierwszym jest emisja, a drugim odporność urządzeń elektronicznych (**rysunek 3**).

Przykładowe skutki braku kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń i systemów to:

- niewłaściwe wskazanie przyrządów czy czujników, skutkujące niewłaściwą pracą urządzeń, w tym brakiem zadziałania mechanizmów zabezpieczających,
- zakłócenia systemów łączności radiowej eksploatowanych w otoczeniu urządzenia,
- zwiększone ilości napraw i koszty serwisu,
- kary administracyjne, w tym nakaz wycofania urządzeń z rynku,
- rozwiązanie umowy lub/i odszkodowania (np. za utracone korzyści kontrahenta).

Emisja i odporność

Emisja, a właściwie limit emisji, czyli dopuszczenie tylko pewnego natężenia pola, jakie może wygenerować urządzenie elektroniczne. Ma za zadanie zapewnić czysty odbiór systemów radiowych w pasmach do tego przeznaczonych, a w drugiej kolejności ograniczenie wpływu zakłóceń na inne urządzenia pracujące w pobliżu potencjalnego agresora. Zakres częstotliwości może zawierać się w przedziale nawet od 9 kHz do 6 GHz.

Odporność ma zapewnić niezawodne działanie urządzenia pod wpływem zjawisk, które mogą pojawić się w jego środowisku pracy. Będą to m.in. inne urządzenia, nadajniki radiowe, a także stany przejściowe, powstające zarówno w sieci zasilającej, jak i na przyłączach urządzenia (rysunek 4).

Gdy spojrzymy na normy zharmonizowane z dyrektywą EMC to zobaczymy, że dotyczą one albo danego środowiska, albo grupy produktów. Wskazują głównie urządzenia elektroniczne powszechnego użytku (domowe, przemysłowe). Choć zasady są dość ogólne, to bardzo mocno różnią się wymagania odnośnie różnych branż (mam tu na myśli specjalne wymagania np. dla urządzeń branży automotive, wojskowej czy lotniczej).

Program badań

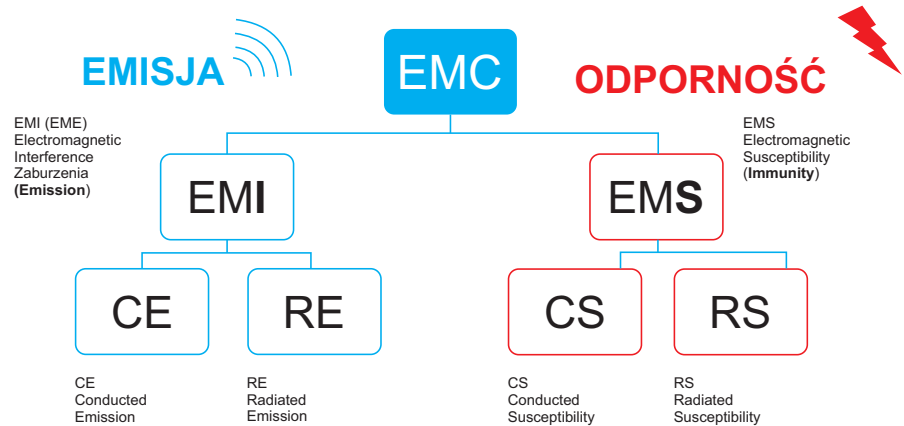
Aby potwierdzić zgodność z dyrektywą, przygotowujemy listę badań (testów), jakie musi przejść urządzenie. Będzie to podstawa do stworzenia programu badań. Program badań oprócz listy testów będzie zawierał szereg innych elementów (jeśli chcesz dowiedzieć się więcej, zobacz nasz wpis na blogu dotyczącym programu badań [2]).

Program badań powinien zawierać:

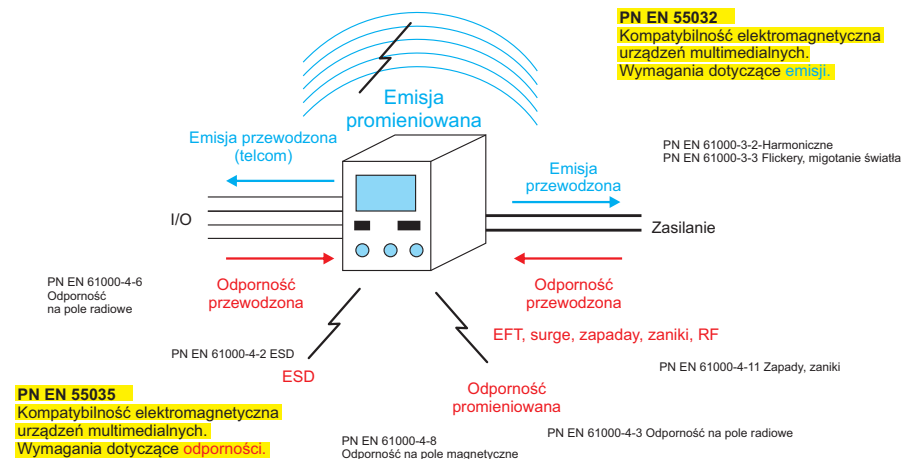
- dane firmy,
- opis i rysunki badanego obiektu,
- wykaz połączeń i przewodów (długości i typy),
- charakterystyki urządzeń dodatkowych,
- opis trybów i warunków pracy,
- kryteria oceny,
- wymagania,
- lista testów.

Tabela 1. Kolejność działań, jakie należy przeprowadzić do wykonania oceny zgodności

Kroki do oceny zgodności	
1	Identyfikacja adekwatnych dyrektyw
2	Identyfikacja norm i wymagań poszczególnych dyrektyw, mających zastosowanie dla produktu
3	Określenie strategii uzyskania zgodności produktu <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Moduł oceny zgodności <input type="checkbox"/> Wybór standardów (zharmonizowane, inne) <input type="checkbox"/> EMC assessment (gdy brak standardów zharmonizowanych) <input type="checkbox"/> Walidacja i weryfikacja <input type="checkbox"/> Dokumentacja <input type="checkbox"/> Deklaracja <input type="checkbox"/> Oznaczenie
4	Ocena zgodności produktu <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> BOM <input type="checkbox"/> Analiza kart katalogowych <input type="checkbox"/> Projekt, rysunki, obliczenia <input type="checkbox"/> Testy weryfikacyjne
5	Utworzenie folderu dokumentacji technicznej
6	Utworzenie deklaracji oraz przypisanie znaku CE
7	Odpowiednie oznakowanie dodatkowe i tabliczka znamionowa



Rysunek 3. Różne aspekty kompatybilności elektromagnetycznej



Rysunek 4. Zjawiska, które mogą pojawić się w środowisku pracy urządzenia

Zestaw testów składa z kilkunastu pozycji. Pierwsze 4 dotyczą emisji: emisja harmonicznych i flicker'ów, emisja przewodzona oraz emisja promieniowania. Kolejne testy dotyczą odporności urządzenia na zjawiska związane mniej lub bardziej z elektrycznością i magnetyzmem: ESD, burst, surge, zapady, zaniki, pole radiowe. Ważne jest, abyś zdawał sobie sprawę z tego, jakie zjawiska musisz wziąć pod uwagę w projekcie urządzenia jeszcze przed testami. Istotną kwestią

Tabela 2. Szacunkowe koszty w polskim laboratorium EMC

Emisja	Szacunkowy koszt
Emisja promieniowana (SAC) 30MHz –1GHz	2500 zł
Emisja promieniowana (FAR) > 1 GHz (do 6 GHz)	1500 zł
Emisja przewodzona 150 kHz–30 MHz na zasilaniu	600 zł/800 zł
Emisja harmonicznych prądu	600 zł/800 zł
Flickery. Ograniczanie zmian napięcia, wahań napięcia i migotania światła w publicznych sieciach zasilających niskiego napięcia	600 zł/1000 zł

Odporność	Szacunkowy koszt
Odporność na pole magnetyczne o częstotliwości sieci	600 zł
Odporność na pole elektromagnetyczne w zakresie częstotliwości 80 MHz–1 (2,7) GHz	3000 zł
Odporność na wyładowanie elektrostatyczne (ESD)	750 zł
Indukowane napięcia wspólne o częstotliwości radiowej	600 zł
Zapady napięcia, przerwy napięcia	600 zł/750 zł
Udary (Surge)	600 zł/1000 zł
Szybkie elektryczne stany przejściowe (Burst)	600 zł

Dzień testów inżynierskich: ~2600 zł–3600 zł za 8 h

Suma: **13 000 zł netto**

jest poznanie ich natury i przygotowanie projektu tak, aby radził sobie z odpornością oraz nie emitował za dużo.

Tematyka projektowania urządzeń pod kątem EMC jest szeroka, złożona i wymaga wiedzy na temat komponentów, zjawisk oraz technik projektowania. Oczywiście możliwe jest skorzystanie z odpowiednich narzędzi lub szkoleń w tym zakresie, które pozwolą odświeżyć i uporządkować wiedzę [3]. Natomiast ten artykuł zobrazuje kolejne kroki, które musisz podjąć i wskaże co powinieneś uwzględnić.

Koszty testów w laboratorium EMC

Mamy dwa typy testów EMC:

- **Full compliance** – testy końcowe, walidacyjne – rozliczane za liczbę testów, a nie za czas, zakończone raportem z badań,
- **Pre compliance** – testy inżynierskie, konstruktorskie – rozliczane za czas w laboratorium, bez oficjalnego raportu na koniec testów.

W tabeli 2 zestawiono szacunkowe koszty w polskim laboratorium EMC (jest to tylko rząd wielkości, dotyczy urządzenia, w którym jest jeden tryb pracy, jeden interfejs do 3 m długości i zasilanie).

Przygotuj elektronikę do walki

Jeśli projektujesz urządzenie przygotuj się na to, że będzie testowane. Warto, abyś poznał „wroga”, czyli zjawiska z jakimi wiąże się kompatybilność elektromagnetyczna:

1. Emisja promieniowania o częstotliwości poniżej 200 MHz pochodzi z kabli. Przewody i kable są lepszymi antenami dla niższych częstotliwości, gdzie długości fali są dłuższe,
2. Emisja promieniowania o częstotliwościach powyżej 200 MHz pochodzi z obudowy i elementów urządzenia,
3. Należy się upewnić, że ekranowanie kończy się bezpośrednim połączeniem z obudową lub złączem. Należy unikać pigtaili,
4. Upewnij się, że metalowe części obudowy są idealnie połączone między sobą (rezystancja 10 mΩ lub mniejsza),
5. Upewnij się, że każda linia wychodząca z urządzenia jest filtrowana i że filtr położony jest obok miejsca wyjścia tej linii z urządzenia,
6. Kontroluj „dzwonienia” – jest to podstawowe źródło zaburzeń,

7. Nigdy nie wolno stracić kanału powrotnego prądu, jest to podstawowy powód generowania zaburzeń typu „common mode”,
8. Kontroluj przesłuchy i utrzymuj sygnały z dala od „anten”,
9. Filtruj wszystkie sygnały, które wchodzą i opuszczają system. Jest wiele metod, aby to zrobić, sam musisz wybrać, która jest najbardziej odpowiednia w Twojej sytuacji,
10. Projektuj dostarczenie zasilania tak, aby warstwy były „ciche” i stabilne,
11. Utrzymuj nieprzerwaną płaszczyznę uziemienia, dzięki czemu wszystkie miejsca uziemienia będą wspólne (ten sam potencjał dla wszystkich częstotliwości),
12. Umieszczaj złącza blisko siebie, co pozwoli uzyskać ten sam potencjał na ziemi dla każdego kabla z osobna. Nie twórz dipolowych anten z głośnym szumem pośrodku,
13. Niech ktoś inny sprawdzi Twój „design, layout” (review),
14. Wykonuj testy cząstkowe (testy inżynierskie),
15. Staraj się zrozumieć zjawiska i przewidzieć najgorsze warunki pracy,
16. Nie przeszacuj komponentów (np. warystora).

Filtrowanie powinno odbywać się w szerokim zakresie częstotliwości, gdyż impulsy na jakie narażamy obiekt, mogą mieć szerokie widmo. Przykładem jest impuls ESD, który ma mniej niż 1 ns czasu narastania czyli jego widmo sięga kilkuset megaherców (prawie 1 GHz). EFT Burst to impuls o czasie narastania 5 ns, czyli widmo ok. 200 MHz. Z drugiej strony weź pod uwagę energię impulsu Surge, który choć wolny, to trwa dosyć długo i może uszkodzić urządzenie (liczy się energia impulsu).

Dyrektywa niskonapięciowa LVD Bezpieczeństwo

Niniejsza dyrektywa ma zastosowanie do sprzętu elektrycznego przeznaczonego do użytku przy napięciu z zakresu:

- 50...1000 V prądu przemiennego (AC),
- 75...1500 V prądu stałego (DC),

z wyjątkiem sprzętu i zjawisk wymienionych w załączniku II do dyrektywy. To oczywiste, że kompatybilność elektromagnetyczna jest

związana z bezpieczeństwem i wpływa na niezawodność urządzenia, ale czynników bezpieczeństwa jest więcej i o tym głównie jest ta dyrektywa. Mówi o kilku aspektach, których celem jest spełnianie przez sprzęt elektryczny (i elektroniczny) znajdujący się w obrocie na terenie UE, wymagań zapewniających wysoki poziom ochrony zdrowia i bezpieczeństwa osób i zwierząt domowych oraz mienia, przy jednoczesnym zagwarantowaniu funkcjonowania rynku wewnętrznego.

Przykładowy zakres testów dla urządzenia elektrycznego, zgodnie z jedną z norm zharmonizowanych z dyrektywą LVD, dotyczy:

- prądu znamionowego,
- nagrzewania,
- odporności na gorąco i ogień,
- prądu upływu do ziemi,
- rezystancji połączeń uziemienia ochronnego,
- wytrzymałości elektrycznej izolacji,
- szczeliny powietrznej i odległości tworzonych przez izolację,
- wytrzymałości mechanicznej obudów,
- badania klimatyczne (temperatura, wilgotność).

Te aspekty są łatwiejsze do oceny nawet gołym okiem, niż te związane z EMC. Chociaż zwykle też wymagają testów.

Ciekawostką jest rejestr produktów niebezpiecznych – HERMES. Jest to strona, na której organy nadzoru publikują urządzenia niebezpieczne [4].

Gdzie badać?

Gdy już masz przygotowaną listę testów, jakie musi przejść urządzenie to masz podstawowy wkład do planu badań. Należy przygotować min. dwa plany badań: jeden dotyczący kompatybilności elektromagnetycznej (EMC), drugi dotyczący bezpieczeństwa urządzenia (LVD). Badania może wykonać każda jednostka posiadająca odpowiedni sprzęt. Natomiast, żeby mieć pewność, że zostały wykonane faktycznie zgodnie z normą, dobrze jest skorzystać z jednostek akredytowanych. Nie zawsze jest to konieczne, ale aby móc rzetelnie zweryfikować procedury testowe i używany sprzęt, wymagana jest bardzo dobra wiedza na temat norm i standardów testowych, nie tylko zharmonizowanych.

Przed przystąpieniem do badań, warto porozmawiać na ich temat bezpośrednio w siedzibie laboratorium. W przypadku początków współpracy lub nowych projektów, taki kontakt jest bardzo ważny.

Listę jednostek akredytowanych znajdziesz na stronie Polskiego Centrum Akredytacji [5], gdzie są wymienione laboratoria w poszczególnych dziedzinach. Jeśli chodzi o akredytacje, to laboratoria powinny powoływać się na normę: PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 – Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących. Akredytacja powinna zapewnić:

- potwierdzenie jakości (system),
- zgodność ze standardami (normy),
- odpowiednie metody badań,
- kwalifikacje personelu,
- odpowiednie wyposażenie,
- porównania z innymi laboratoriami.

Podsumowanie

Wprowadzenie nowego produktu na rynek jest procedurą bardzo złożoną. Pomimo tego, że w Unii Europejskiej wprowadzenie do obrotu

następuje na podstawie deklaracji (dobrowolnej deklaracji) producenta, to nie może być to „goła” kartka. Deklaracja musi być podparta dokumentacją techniczną, która zawiera wszystkie elementy, o których mówiłem wyżej.

Aby spełnić wymagania dokumentacji technicznej musisz mieć rzetelne raporty z badań, bo nie raz widzieliśmy raporty z Chin, które dotyczyły urządzenia prawie takiego samego... a wiemy, że „prawie” robi ogromną różnicę.

Myśląc o wprowadzeniu nowego urządzenia na rynek, weź pod uwagę dodatkowe koszty (rzędu kilkudziesięciu tysięcy zł) z tym związane i czas, jaki poświęcasz na poprawianie i testowanie tego urządzenia. Aby realistycznie zaplanować wprowadzenie nowego produktu, musisz się przygotować na przynajmniej rok pracy. Oczywiście wszystko zależy od skomplikowania układu czy systemu. Na czas projektu będą wpływały dodatkowo aspekty zewnętrzne, takie jak dostępność laboratorium, oczekiwanie na raport z testów i dodatkowe iteracje, czyli zamówienie kolejnych prototypów. Wiemy, że oczekiwanie na dostawę nowych PCB i zamontowanie zwykle zajmuje sporo czasu.

Koszty wynikają nie tylko z naszej pracy inżynierskiej czyli roboczogodzin, liczą się także koszty komponentów. W zależności od wolumenu, jeśli chcesz produkować kilka lub kilkanaście sztuk rocznie, to nie odczujesz ceny poszczególnych komponentów, które musisz dołożyć do swojego urządzenia (czy to w postaci common mode chock'ów, czy dodatkowych kondensatorów). Natomiast jeśli masz zamiar produkować wielko-seryjnie (masowo) to z arkusza kalkulacyjnego zobaczysz, że dodanie kolejnych komponentów znacząco zwiększa koszt urządzenia. Jest to uciążliwe i wymagana jest optymalizacja.

Dodatkowo może być tak, że produkcja przyczyni się do rozrzutu parametrów, a weryfikacja i dotrzymanie jakości urządzeń należy do ciebie, jako producenta.

Lepiej zapobiegać niż „leczyć”

Analizując powyższe kroki i wszelkie założenia, na początku z pewnością trochę się wystraszysz. To normalne. Pamiętaj, że wszystko jest do przejścia. Moim celem było rzetelnie pokazać Ci, jakie są realia i zagrożenia, z którymi możesz się spotkać.

Jeśli uwzględniś wymagania od początku projektu, a do tego zrozumiesz zjawiska z jakimi się wiążą testy, wtedy dużo szybciej i łatwiej będzie spełnić te wymagania. Rzecz jasna, także i taniej.

Zachęcam do korzystania z naszych szkoleń, ale oprócz tego znajdziesz dużo darmowych materiałów na naszym blogu, czy kanale YouTube oraz mediach społecznościowych. Blog EMC i dostępne szkolenia znajdziesz na stronie internetowej <https://www.emc4b.com>.

Tomasz Utkowski
Inżynier ds. testów i oceny zgodności
w EMC for Business

Linki:

- [1] <http://bit.ly/2wImkbj>
- [2] <http://bit.ly/39BqKiV>
- [3] <http://bit.ly/39zofOj>
- [4] <http://bit.ly/2TM3mZy>
- [5] <http://bit.ly/38wrxAf>

REKLAMA

www.ep.com.pl