



Jak odnaleźć wymagania EMC dla różnych typów urządzeń?

Przykład: pulsometr z modułem Bluetooth

Redakcja „Elektroniki Praktycznej” zaproponowała mi napisanie artykułu dotyczącego wymagań EMC dla różnych typów urządzeń. Temat mnie zainteresował, więc postanowiłem podnieść rękawicę i zacząć nietypowo, czyli od rozwiązania konkretnego przykładu, aby w przyszłości przejść do formułowania zasad ogólnych (od szczegółu do ogółu).

Ograniczę się do opisanie ścieżki poszukiwania wymagań i podstawowych informacji, prawie wyłącznie w aspekcie EMC, choć bywają też inne obostrzenia, które należy uwzględnić. Stąd w artykule zamieściłem wiele skrótów myślowych i odnośników do źródeł, aby zachęcić do pogłębiania wiedzy w dostępnych materiałach.

Urządzenie do testów

Wybór padł na niewielki przyrząd mierzący puls i przekazujący dane za pomocą interfejsu radiowego Bluetooth. Jest to urządzenie złożone, tzw. *combined equipment*, przez to przykład bardzo ciekawy i reprezentatywny, gdyż tego typu sprzętu widzimy coraz więcej na rynku. Zaczniemy od pokazania rozwiązania dla pierwszego obiektu, tak, aby po kilku artykułach można było uogólniać wnioski i podawać

uniwersalne zasady, zmierzające do określania wymagań konstruowanych urządzeń. Na **rysunku 1** pokazano podejście zgodne z przewodnikiem ETSI dla takich urządzeń. [1]. Widzimy tu urządzenie elektroniczne o pewnej funkcjonalności, dodatkowo wyposażone w moduł radiowy Bluetooth.

Jak radio, to nie EMC – częsty błąd

Czasem słyszę opinie, że jak urządzenie ma moduł radiowy, to nie podlega pod „normalne” wymagania EMC. Błąd! Dalej opiszę sytuację, gdy urządzenie pełni kilka funkcji, jest złożone, wtedy wymagań może być wiele.

„Prawda objawiona” jest następująca: każde urządzenie musi być kompatybilne elektromagnetycznie, to znaczy, ma nie zaburzać pracy innych urządzeń oraz pracować pomimo występujących czynników zakłócających (chyba że jego zadaniem jest zakłócanie innych, np. jammer).

Wymagania EMC są konieczne, jednak mogą wynikać z różnych wytycznych, przepisów, zaleceń. W tym wypadku (pulsometr z Bluetooth) mamy nawet więcej aspektów niż zwykle, gdyż z jednej strony elektronika, z drugiej radio (to będzie nasz temat), z trzeciej wyrób medyczny, a z czwartej aspekt bezpieczeństwa urządzeń. Na potrzeby niniejszego artykułu zajmiemy się nim jako elektroniką z modułem radiowym, bo wymagania muszą być sprawdzone niezależnie,

ponieważ jeśli urządzenie spełnia definicję urządzenia medycznego, to podlega również (równolegle) pod wymagania dyrektywy medycznej (Medical Devices Directive 93/42/EEC)[1].

Oczywiście, w tym artykule nie odniosę się do wszystkich wymagań, a jedynie ograniczę do wymagań EMC i wspomnę o radiowych. Dodatkowo, poczynię pewne założenia, które mogą być różne od przyjętych przez producenta, między innymi założę zasilanie z 230 V AC. Dlatego za każdym razem zalecam samodzielne (lub z pomocą) sprawdzenie wymagań dla konkretnego urządzenia i określonych założeń, specyfikacji uzgodnionej przez producenta.

Która dyrektywa: EMC czy RED?

Powiem wprost – jest to urządzenie mające moduł radiowy, więc zgodnie z definicją podlegające pod Dyrektywę Radiową RED [3] (obecnie RED, dawniej R&TTE, która nadal może być przywołana, jednak tylko do 13 czerwca 2017 r., stąd zachęcam do zapoznania się z jej zmianami).

Wskazówka ogólna: jeśli urządzenie ma interfejs radiowy, podlega pod RED, jeśli nie – pod EMC.

Który przypadek tutaj rozpatrujemy? Czy ten, gdy:

1. Urządzenie ma moduł radiowy (nadawczy lub odbiorczy) i uwzględniamy normy zharmonizowane z dyrektywą RED (Radio Equipment Directive 2014/53/UE dawniej R&TTE)[2]?
2. Urządzenie nie ma modułu radiowego (a jest elektroniką) i uwzględniamy normy zharmonizowane z Dyrektywą EMC (Electromagnetic Compatibility Directive 2014/30/UE)?

Oczywiście, tutaj mamy sytuację pierwszą, dlatego – abstrahując od wymagań medycznych i bezpieczeństwa – urządzenie powinniśmy zbadać zgodnie z odpowiednimi normami zharmonizowanymi z RED. Jednak, jak się okaże, te odwołują się do standardów EMC.

Jeśli miałbym jednym zdaniem opisać wymagania dla takiego urządzenia, powiedziałbym: normalne wymagania EMC oraz dodatkowo parametry radiowe. W zawiązku z tym będziemy mieli do czynienia z dość standardowym zestawem testów, które mogą się różnić jedynie poziomami czy aranżacją stanowiska, zależnie od zastosowań.

Wymagania zasadnicze Dyrektywy RED

Urządzenia radiowe są konstruowane w taki sposób, aby zapewnić:

- a) ochronę zdrowia i bezpieczeństwa osób i zwierząt domowych oraz ochronę mienia, w tym również realizację celów odnoszących się do wymagań dotyczących bezpieczeństwa zawartych w dyrektywie 2014/35/UE (LVD), ale bez zastosowania limitu napięcia elektrycznego; `_x000b_`
- b) odpowiedni poziom kompatybilności elektromagnetycznej zgodnie z dyrektywą 2014/30/UE (EMC).

Urządzenia radiowe skonstruowane są w taki sposób, aby w celu unikania szkodliwych zakłóceń skutecznie wykorzystywały widmo radiowe i wspierały jego efektywne wykorzystanie.

Rozpoznaj normy zharmonizowane z RED

Do każdej dyrektywy publikowane są tzw. normy zharmonizowane (lista norm do RED), których można użyć do oceny zgodności (dobrowolnie). Ich zastosowanie stanowi domniemanie zgodności i nie wymaga dodatkowych analiz. Jest to więc najłatwiejsza droga do spełnienia wymagań. Na szczęście, przygotowane przez ETSI normy dyrektywy radiowej są darmowe (jestem ogromnym zwolennikiem powszechnego dostępu do standardów)! Przy rozpoznawaniu standardów weźmiemy pod uwagę charakter urządzenia, zastosowanie i typ komunikacji radiowej. Rozpatrzmy je pod dwoma aspektami: EMC oraz radiowym.

Normy to przewodnik

Przy urządzeniach złożonych naszym przewodnikiem, od którego wychodzimy, są odpowiednie części normy z serii EN 301-489. W danym przypadku mamy dwie części, nr 1 i 17:

Urządzenie funkcjonalne (non radio equipment)

Moduł radiowy
(radio equipment)

Rysunek 1. Typowy przykład urządzenia złożonego (combined equipment)

- EN 301 489-1 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services.
- ETSI EN 301 489-17 Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment; Part 17: Specific conditions for Broadband Data Transmission Systems.

Dodatkowo, z części siedemnastej wymagania radiowe przywołane są zgodnie z normą:

- ETSI EN 300 328 Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz ISM band and using wide band modulation techniques; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU.

Przykłady urządzeń z transmisją szerokopasmową (Wide Band Data Transmission equipment):

- IEEE 802.11 RLANS.
- Bluetooth wireless technologies.
- ZigBee i inne.

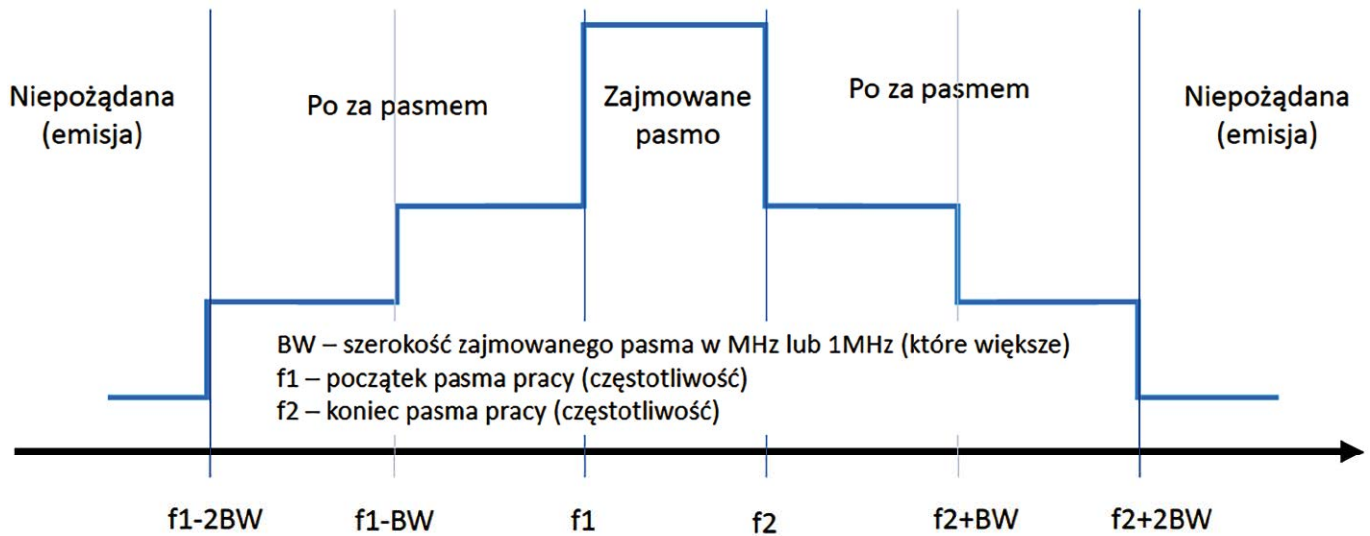
Wymagania EMC

Gdy przejrzymy powyższe normy, do czego gorąco zachęcam, zobaczymy, że choć są to wymagania odnoszące się do wymagań dyrektywy radiowej, to odwołują się do „klasycznych” metod badań i norm ze świata EMC. Następująca norma odwołuje się do norm ogólnych, dotyczących środowiska mieszkalnego, komercyjnego lub lekko uprzemysłowionego (w skrócie nazywane domowymi, klasa B):

- EN 61000-6-3 – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-3: Normy ogólne – Norma emisji w środowiskach: mieszkalnym, handlowym i lekko uprzemysłowionym.
- EN 61000-6-1 – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-1: Normy ogólne – Odporność w środowiskach: mieszkalnym, handlowym i lekko uprzemysłowionym.

Jednak jest to pewne założenie, które zakłada prawdopodobieństwo umiejscowienia urządzenia. Jeśli producent deklaruje (a powinien napisać to w dokumentacji produktu), że urządzenie przeznaczone jest do innego środowiska, musi wziąć pod uwagę adekwatne wymagania.

Przykład: jeśli zadeklarujemy, że urządzenie może pracować w innym środowisku, np. w sali operacyjnej czy pojeździe, to wymagania mogą być inne, zgodne z normami, określającymi poziomy dla takiego właśnie (specyficznego) środowiska.



Rysunek 2. Maska transmisji (ETSI EN 300 328, Figure 3: Transmit mask, 4.3.2.8.3 Limit)

Tak naprawdę norma nas bardzo ładnie prowadzi poprzez wymagania, podając limity emisji oraz poziomy narażeń, odnosząc się przy tym do standardów opisujących konkretne metody badań. Oto zestaw testów EMC wymaganych dla tego typu urządzenia (oczywiście zakres zależy od konfiguracji urządzenia, np. jakie będzie zasilanie, itd.).

Emisja – wymagania (Emissions requirements).

- Emisja promieniowana (Radiated Emissions) EN 55032 (zastąpiła 55022 od 5-03-2017) (Metoda EN 55016-2-3).
- Emisja przewodzona (Conducted Emissions) EN 55032 (Metoda EN 55016-2-1).
- Harmoniczne prądu (Harmonic current emissions AC mains input port) EN 61000-3-2.
- Voltage fluctuations and flicker (AC mains input port) EN 61000-3-3.

Odporność – wymagania (Immunity requirements):

- Odporność na pole EM o częstotliwości radiowej (Radiated Immunity) EN 61000-4-3.
- ESD (Electrostatic discharge) – EN 61000-4-2.
- EFT Burst (Fast transients, Common mode) EN 61000-4-4.
- Odporność przewodzona, wstrzykiwanie w.cz. (Radio frequency, common mode) EN 61000-4-6.
- Zapady i zaniki (Voltage dips and interruptions) EN 61000-4-11.
- Udary (Surges) EN 61000-4-5.
- Wymagania radiowe (Radio).

To były wymagania EMC, czyli dla całego urządzenia (złożonego) posiadającego dołączaną ładowarkę.

A co z częścią radiową?

Część radiowa to znacząco inne wymagania i zestaw testów. Tutaj z pomocą przychodzi poniższa norma, która opisuje, jak powinno się testować część radiową. Interesuje nas sygnał użyteczny oraz jego wszystkie pochodne. Standard ten również przywołuje wymagania emisji poza pasmem pracy, jednak nie wspomina o odporności.

Jak się okazuje, norma ETSI EN 301 489-17 w swoich wymaganiach radiowych odwołuje się wprost do normy EN 300 328:

- ETSI EN 300 328 V2.1.1 (2016-11) Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz ISM band and using wide band modulation techniques; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU.

Są tam podane przykłady urządzeń: Wide Band Data Transmission equipment are equipments such as IEEE 802.11 WLANs [i.3], Bluetooth wireless technologies, Zigbee, etc.

Wymagania radiowe zobrazuję w skrócie, gdyż szczegółowo opisuje je norma, którą musiałbym wielokrotnie cytować. Poza tym wymagałoby to wielu wyjaśnień, a to temat na inny artykuł.

Wymagania radiowe to parametry transmisji oraz pochodne sygnału pożądanego. Testowane będą:

- Częstotliwość sygnału pożądanego (czy nie jest przesunięty w funkcji częstotliwości).
- Szerokość wykorzystywanego pasma.
- Moc nadawana (poziomy mocy).
- Emisja pozapasmowa.

Najlepiej obrazuje to maska pokazana w normie (rysunek 2), gdzie widać obrys (limity) dla poszczególnych zakresów częstotliwości w pobliżu kanału pracy. Warto nadmienić, że testowanie urządzenia radiowego odbywa się w różnych trybach, w tym również nadawania i odbierania.

Uwaga na koniec

Urządzenie złożone (combined equipment) powinno być oceniane, testowane także na inne zjawiska, które mogą wystąpić w miejscu przeznaczenia urządzenia, zgodnie z odpowiednimi standardami EMC, o których nie ma tu mowy (zależnie od zastosowania i przeznaczenia).

Nie wszystkie przywołane normy ETSI są już zharmonizowane z Dyrektywą RED pomimo ich publikacji. Warto śledzić tę listę, która zostanie między nadzieję niebawem zaktualizowana.

Inne przypadki będą zamieszczane także na naszej stronie, w zakładce „Blog EMC” [8].

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

Źródła:

1. ETSI EG 203 367 V1.1.1 (2016-06) Guide to the application of harmonised standards covering articles 3.1b and 3.2 of the Directive 2014/53/EU (RED) to multi-radio and combined radio and non-radio equipment (<https://goo.gl/xY37yo>)
2. Dyrektywa RED – Directive 2014/53/EU (RED)
3. Dyrektywa EMC – Directive 2014/30/EU
4. Draft ETSI EN 301 489-1 V2.2.0 (2017-03) (<https://goo.gl/2s528Z>)
5. Draft ETSI EN 301 489-3 V2.1.0 (2016-09) (<https://goo.gl/agmM2Y>)
6. ETSI EN 301 489-17 V3.1.1 (2016-11) (<https://goo.gl/H3bSNA>)
7. ETSI EN 300 328 V2.1.1 (2016-11) (<https://goo.gl/rdW1jH>)
8. Blog EMC (www.emc4b.com/blog)