



Zaburzenia elektromagnetyczne zagrożeniem prawidłowej pracy urządzeń elektronicznych

Wymagania stawiane projektantowi zmierzają ku zapewnieniu niezawodnej, niezakłóconej pracy urządzenia elektronicznego w przewidywanym środowisku elektromagnetycznym. W celu ułatwienia tych działań opracowano szereg norm zharmonizowanych. Projektant wybiera odpowiednie normy dotyczące opracowywanego urządzenia.

Duża grupa norm jest przeznaczona dla konkretnych produktów. Typowymi grupami urządzeń elektronicznych do zastosowań cywilnych są urządzenia: powszechnego użytku, przemysłowe, medyczne, informatyczne. Mimo istnienia wielu norm EMC czasami dla konkretnego produktu trudno dokonać właściwego wyboru. Często projektowane urządzenia pracują w środowiskach elektromagnetycznych trudnych do przewidzenia. Ciągłe powstają urządzenia będące źródłem pól PEM o nowych właściwościach. Dlatego niezbędna jest identyfikacja głównych źródeł zaburzeń elektromagnetycznych, potencjalnie oddziałujących na projektowane urządzenie.

Już na etapie projektowania płytek drukowanych należy uwzględnić potencjalne źródła emisji. Istotny jest optymalny projekt płytki uwzględniający liczbę warstw, odpowiednie rozmieszczenie elementów, sposób poprowadzenia masy, odpowiednie usytuowanie obwodów wejściowych i wyjściowych. Wymienione czynności mają zasadnicze znaczenie dla osiągnięcia zamierzonego celu. Szczegółowe zalecenia w tym zakresie były już omawiane w „Elektronice Praktycznej”.

Niewrażliwość urządzeń sprzętu elektronicznego na zakłócenia elektromagnetyczne osiąga się, stosując ekranowanie, uszczelnianie, właściwe prowadzenie okablowania. Niezbędne jest też wykorzystywanie specjalnych przepustów, filtrów, i komponentów. Każde z wymienionych działań wymaga odpowiedniej wiedzy inżynierskiej i dużego praktycznego doświadczenia. Dobry projekt elektryczny i mechaniczny jest podstawą sukcesu.

Warto pamiętać o jednym z podstawowych praw fizycznych mówiącym, że natężenie pola elektromagnetycznego silnie zależy od odległości źródła. Uwzględnienie tej zasady może rozwiązać wiele problemów. Wiedza o właściwościach źródeł pól elektromagnetycznych jest szczególnie przydatna w projektowaniu ekranów

i obudów pełniących funkcję ekranów. Użyty materiał zastosowany do tych celów powinien mieć odpowiednie właściwości fizyczne i elektryczne. Wymiary ekranu, usytuowanie i wielkość otworów są ściśle uzależnione od długości fali zakłócającej.

Zakłócające promieniowanie elektromagnetyczne może zawierać sygnały składowe o różnych częstotliwościach. Ważna jest również informacja, z jakimi poziomami natężenia składowej elektrycznej i magnetycznej mamy do czynienia i czy mają one charakter ciągły, czy impulsowy. W pewnych sytuacjach należy uwzględnić polaryzację występującego pola i jego rozkład przestrzenny. Skutkiem oddziaływania pól elektromagnetycznych może być przepływ prądów indukowanych w obiektach przewodzących. W wypadku materiałów przewodzących, odizolowanych od ziemi lub materiałów izolacyjnych, możliwe jest pojawienie się niezrównoważonego ładunku elektrycznego. Obecnie powszechnie stosuje się obudowy z tworzyw sztucznych, które charakteryzują się dużą rezystywnością powierzchniową i skrośną. Aby obudowa miała właściwości ekranujące, niezbędne jest stosowanie dodatkowych pokryć warstwą przewodzącą.

Urządzenia i czynności, które mogą przyczynić się do powstania zagrożeń elektromagnetycznych

W większości wypadków zagrożenia elektromagnetyczne można rozpoznać i ocenić, znając parametry techniczne urządzeń będących ich źródłem. Emisja elektromagnetyczna takich źródeł jest zwykle znana. Problem może pojawić się, gdy na skutek innych czynników nastąpi deformacja rozkładu przestrzennego pola. Takimi czynnikami mogą być obiekty techniczne. Skutkiem „indukowania się” pola w elementach przewodzących może być przepływ prądów kontaktowych. W wypadku pól elektrostatycznych ważną rolę odgrywa wilgotność i temperatura.

Niestety gwałtownie rosnąca liczba urządzeń będących źródłami pól elektromagnetycznych nie ułatwia dokonania właściwej oceny zagrożeń. Jednym z rozwiązań jest zastosowanie odpowiedniego sprzętu pomiarowego do badania pól elektromagnetycznych.

W celu scharakteryzowania podstawowych źródeł pól elektromagnetycznych można wprowadzić podział w zależności od częstotliwości:

1. Urządzenia wytwarzające pole elektrostatyczne o $f \leq 5$ Hz.
2. Urządzenia wytwarzające pole magnetostatyczne o $f \leq 5$ Hz.
3. Urządzenia wytwarzające zmienne pole -E i pole -M małej częstotliwości z zakresu 5 Hz...100 kHz.
4. Urządzenia wytwarzające zmienne pole -EM dużej częstotliwości z zakresu 100 kHz...300 MHz.
5. Urządzenia wytwarzające promieniowanie mikrofalowe z zakresu 300 MHz...3 GHz.

Źródła zagrożeń elektrostatycznych

Typowym źródłem pól elektrostatycznych są urządzenia do wytwarzania i przetwarzania tworzyw sztucznych. Do czynności wywołujących elektryzowanie zaliczamy:

- przesypywanie, rozdrabnianie, transport materiałów sypkich
- przepływ, przelewanie cieczy,
- procesy technologiczne związane z wytwarzaniem materiałów o dużej powierzchni,
- przemieszczanie się ludzi, wózków i produktów po powierzchniach z materiałów nieprzewodzących,
- indukcja.

Wystąpienie niezrównoważonego ładunku elektrycznego na urządzeniach elektronicznych lub na osobach korzystających z tych urządzeń może prowadzić do zakłóceń w działaniu elementów półprzewodnikowych. Znane są przypadki wadliwego działania wyświetlaczy smartfonów używanych w warunkach wysokiej temperatury i małej wilgotności powietrza. Wyładowania

elektrostatyczne mogą prowadzić do trwałego uszkodzenia elementów elektronicznych. Elektryzacja przyczynia się również do osadzania kurzu na płytkach drukowanych.

Typowe wartości mierzonego napięcia elektrostatycznego na powierzchni obiektu mieszczą się w przedziale 100 V...20 kV.

Typowe źródła emisji zaburzeń elektromagnetycznych

Źródłem pól elektromagnetycznych o małej częstotliwości i pól magnetostatycznych jest bardzo duża grupa urządzeń elektrycznych powszechnego użytku, urządzeń i instalacji przemysłowych, urządzeń medycznych. Dla pól niskiej częstotliwości można przyjąć zasadę, że natężenie pola elektrycznego jest funkcją napięcia, natomiast natężenie pola magnetycznego zależy od natężenia prądów płynących w ocenianym obiekcie.

Instalacje i urządzenia zasilane energią elektryczną o częstotliwości 50 Hz są głównie źródłem pól składowej magnetycznej. Sprzęt elektryczny powszechnego użytku wytwarza najczęściej pola o indukcji nie większej niż 100 μ T. Natomiast falowniki, silniki elektryczne, zgrzewarki oporowe, piece indukcyjne i inne urządzenia przemysłowe są źródłem pola magnetycznego o indukcji rzędu nawet od kilku do kilkudziesięciu mT. Na wartość natężenia pola elektrycznego o częstotliwości 50 Hz ma wpływ głównie napięcie i odległość od jego źródła. Mierzone wartości mieszczą się zwykle w przedziale od kilkuset V/m do 20 kV/m. Metalowe konstrukcje znajdujące się w pobliżu linii wysokiego napięcia mogą być wtórnym źródłem pola.

Typowymi urządzeniami medycznymi, będącymi źródłami silnych pól, są urządzenia do magnetoterapii i przeprowadzania badania metodą rezonansu magnetycznego. Urządzenia do magnetoterapii wytwarzają pole elektromagnetyczne o częstotliwości z zakresu 1...100 Hz i indukcji do kilkunastu mT. Są to przebiegi niesinusoidalne, odkształcone, zawierające również harmoniczne wyższych częstotliwości. Tomograf do rezonansu magnetycznego jest źródłem pola magnetostatycznego o indukcji do 3 T. Tak silne pole może zakłócać pracę urządzeń sterujących i uszkadzać magnetyczne nośniki pamięci.

Źródłem pól elektromagnetycznych o dużej częstotliwości są urządzenia telekomunikacji bezprzewodowej, takie jak: radiowe i telewizyjne stacje nadawcze, anteny stacji bazowych GSM itp. Do tej grupy zaliczamy również: diatermie krótkofalowe, aparaty do elektrochirurgii, prasy wielkiej częstotliwości, zgrzewarki dielektryczne. Najwyższe natężenia pola elektrycznego w radiokomunikacji, w zależności od typu urządzeń, wynoszą od kilku V/m do 150 V/m. W urządzeniach medycznych górne wartości osiągają 1000 V/m. Niedużo mniejsze wartości pola są charakterystyczne też dla zgrzewarek. Należy pamiętać, że podane wartości pola elektrycznego odnoszą się w większości do pomiarów wykonanych w niewielkiej odległości od urządzeń.

Promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu mikrofalowego jest wytwarzane przez takie urządzenia nadawcze, jak: urządzenia telefonii komórkowej, radary, mikrofalowe czujki ruchu. Cechą charakterystyczną tych urządzeń jest impulsowy typ modulacji.

Przyrządy do pomiaru pól elektrostatycznych

Kontrola zagrożeń powodowanych przez elektryczność statyczną jest szczególnie istotna dla aparatury elektronicznej. Pomiar wielkości, które charakteryzują pole elektrostatyczne, są technicznie trudne do przeprowadzenia. Można mierzyć: natężenie pola, napięcie elektrostatyczne, wartość ładunku, czas zaniku ładunku, rezystywność powierzchniową, rezystywność skrośną, pojemność obiektu. W niektórych wypadkach pomocnym parametrem mierzonym jest wyznaczenie liczby jonów w powietrzu.

Do bezkontaktowego pomiaru potencjału elektrostatycznego stosuje się dwa rodzaje przyrządów:

- Woltomierz napięcia stałego o dużej rezystancji wejściowej, wykorzystujący metodę indukcji.

- Voltomierz napięcia zmiennego wykorzystujący konstrukcję tzw. młynka polowego.

W drugim wypadku metoda pomiarowa eliminuje problemy związane z wpływem jonizacji powietrza i można wykonywać pomiary w nieograniczonym czasie, bez konieczności zerowania.

Przyrządy do pomiaru pól elektromagnetycznych

Najczęściej spotyka się dwa rodzaje mierników:

- Selektywne, o wąskim paśmie pomiarowym, przeznaczone do pomiaru pola elektromagnetycznego o określonej częstotliwości.
- Szerokopasmowe, o stałej czułości w określonym paśmie częstotliwości.

Mierniki szerokopasmowe mają wymienne sondy pomiarowe z czujnikami pozwalającymi wykonywać pomiary pola elektrycznego i magnetycznego w określonym paśmie, o różnicowanej czułości.

Często przyrządy tego typu mają możliwość stosowania filtra pasmowego lub filtrowania składowej o określonej częstotliwości (np. 50 Hz). Możliwość rejestrowania wyników w długim okresie jest bardzo pożądaną cechą. Niektóre mierniki umożliwiają analizę sygnału w dziedzinie czasu i częstotliwości, przy zastosowaniu specjalnych algorytmów obliczeniowych. Dzięki temu można przekonać

się, jakie częstotliwości składowe oraz wartości ich amplitudy mają wpływ na ostateczny kształt (przebieg) sygnału.

Podsumowanie

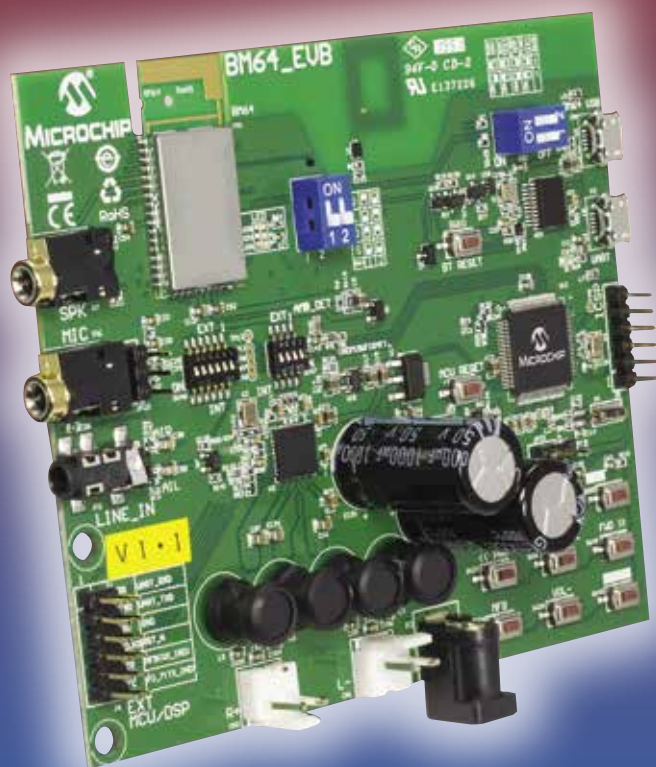
Przed przystąpieniem do realizacji projektu nowego urządzenia zawierającego układy elektroniczne należy przeanalizować potencjalne zagrożenia elektromagnetyczne występujące w przewidywanych warunkach pracy. Warto też uwzględnić nietypowe, trudne do przewidzenia możliwości zakłócania poprawnej pracy urządzenia. Wzajemne niekorzystne oddziaływanie urządzeń może prowadzić do awarii w systemach sterowania, kontroli, przesyłania informacji. Niewłaściwe prowadzenie napraw serwisowych może prowadzić do niezachowania ciągłości ekranów i w konsekwencji zwiększenia wrażliwości poprawnie pracujących układów elektronicznych. Pola elektromagnetyczne mogą stanowić szczególne zagrożenie dla osób z wszczepionymi aktywnymi wyrobami medycznymi.

Zwiększone ryzyko dotyczy niektórych grup pracowników pracujących w pobliżu bardzo silnych pól. W wypadku, gdy maszyny mogą emitować promieniowanie niejonizujące, które może być szkodliwe, producent jest zobowiązany dostarczyć informacje dotyczące wielkości emisji w odniesieniu do operatorów i wszystkich innych narażonych osób.

Paweł Polak

REKLAMA

Wygraj płytke Microchip BM64 Bluetooth Audio Evaluation Board



Firma Microchip organizuje konkurs dla czytelników Elektroniki Praktycznej, w ramach którego mogą oni wygrać płytke deweloperską BM64 Bluetooth Audio Evaluation Board (model BM64-EVB-C2). Płytkę pozwala na łatwe prototypowanie z użyciem nowych układów serii IS206X oraz modułów pracujących zgodnie ze standardem Bluetooth Low Energy (Bluetooth Smart). Płytkę zawiera moduł stereo audio Bluetooth Class 2 i jest zasilana z komputera PC, do którego można ją podłączyć za pomocą kabla microUSB. Alternatywnie można wykorzystać akumulator litowo-jonowy. Ponadto wbudowany jest wzmacniacz stereofoniczny klasy D o mocy 3 W, interfejs NFC, wyjście stereofoniczne audio oraz diody LED do wskazywania stanu układu. Płytkę świetnie nadaje się do opracowywania urządzeń Internetu Rzeczy lub przeznaczonych do noszenia na ubraniu lub na ręce. Wartość płytki to 125 USD.



Aby wziąć udział w konkursie wystarczy wejść na stronę www.microchip-comps.com/elekprak-m64blue i zarejestrować się.