

# Filtry EMC firmy EPCOS

## Przeciwdziałanie zaburzeniom EMC



**Dodatkowe materiały na CD i FTP:**  
<ftp://ep.com.pl>, user: 13835, pass: 4j4sfv4t

*Wraz z Unią Europejską dotarły do Polski regulacje dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej. Oczywiście już wcześniej mieliśmy własne normy, jednak od momentu, gdy nasze przedsiębiorstwa musiały dopasować się do wymagań wspólnego, europejskiego rynku o kompatybilności zaczęto mówić głośno i wyraźnie, domagając się od producentów i importerów spełnienia określonych wymagań.*

Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń to ich zdolność do prawidłowego działania w środowisku elektromagnetycznym, w którym są użytkowane, bez zakłócania pracy innych urządzeń. Cecha ta stała się jedną z najważniejszych właściwości sprzętu elektronicznego. Wszystkie urządzenia oferowane na rynku europejskim muszą spełniać normy kompatybilności elektromagnetycznej, w skrócie oznaczanej EMC. Producent lub importer wprowadzający towar na rynek europejski potwierdzają ten fakt znakiem CE, przejmując tym samym na siebie odpowiedzialność za poprawne, zgodne z normą, funkcjonowanie urządzenia. Za brak zgodności grożą przykre konsekwencje: wysokie kary pieniężne oraz wycofanie wadliwego wyrobu z rynku na koszt przedsiębiorcy. Jako ciekawostkę można podać fakt, że pierwsze normy kompatybilności narodziły się w Niemczech w 1928 r. Zostały one opracowane w celu ochrony transmisji radiowych poprzez ograniczenie interferencji generowanych przez inne urządzenia.

### Zaburzenia przewodzone

Każde urządzenie elektroniczne, a zwłaszcza te pracujące z modulacją impulsową, generuje zaburzenia. Jednym z ich rodzajów są tzw. zaburzenia przewodzone, przemieszczające się wzdłuż przewodów zasilających, linii interfejsowych, ogólnie rzecz ujmując – wzdłuż przewodników. Przyjmuje się, że ich widmo mieści się w zakresie częstotliwości 9 kHz...30 MHz. Źródłami tych zakłóceń mogą być nie tylko urządzenia podłączone do wspólnej linii elektrycznej, ale również naturalne zjawiska atmosferyczne.

Zaburzeń przewodzonych nie da się uniknąć. Wygeneruje je bowiem każdy przebieg elektromagnetyczny, silnik sterowany napięciem o modulacji PWM, zasilacz impulsowy, układ cyfrowy pracujący takto-

wany pewną częstotliwością zegarową itp. Zwykle to na konstruktorze spoczywa odpowiedzialność za wspomnianą wcześniej zdolność do niezakłóconego funkcjonowania w otoczeniu rozmaitych źródeł zaburzeń.

Technik zapobiegania wpływowi zaburzeń jest wiele, a sumy wiedzy i doświadczeń w tym zakresie nie da się ująć w ramach jednego, krótkiego artykułu. Inaczej zapobiega się szkodliwemu oddziaływaniu zaburzeń promieniowanych, inaczej przewodzonych. Niżej skupimy się na technikach zapobiegania szkodliwym zaburzeniom, które mogą dotrzeć do urządzenia po kablach zasilających.

### Rozchodzenie się zaburzeń przewodzonych

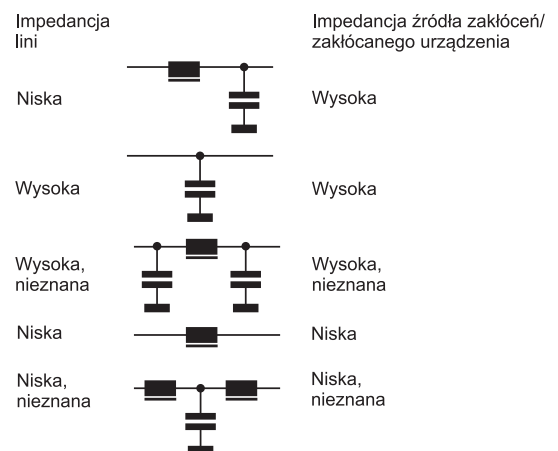
Aby móc właściwie przeciwdziałać zaburzeniom przewodzonym, należy zrozumieć naturę tych zjawisk oraz sposób, w jaki są propagowane.

Źródło zaburzeń zwykle generuje interferencje w trybie różnicowym, które są propagowane wzdłuż podłączonych przewodów. Prąd zaburzenia płynie od źródła w stronę urządzenia, a następnie wraca do źródła innym przewodem (tak zwaną żyłą powrotną). Ten „inny przewód” może być też np. obudową urządzenia wykonaną z materiałów przewodzących. Zaburzenia te mają stosunkowo niskie częstotliwości – ich widmo sięga najwyższej do kilkuset kHz. Symetryczny sygnał różnicowy doprowadza do powstania zaburzeń w trybie wspólnym, ponieważ sygnał przenika przez różne szkodliwe pojemności i indukcyjności do masy, niejako podnosząc jej wspólny dla wszystkich komponentów potencjał. Dlatego też bardzo trudno jest przewidzieć w jaki sposób zabu-

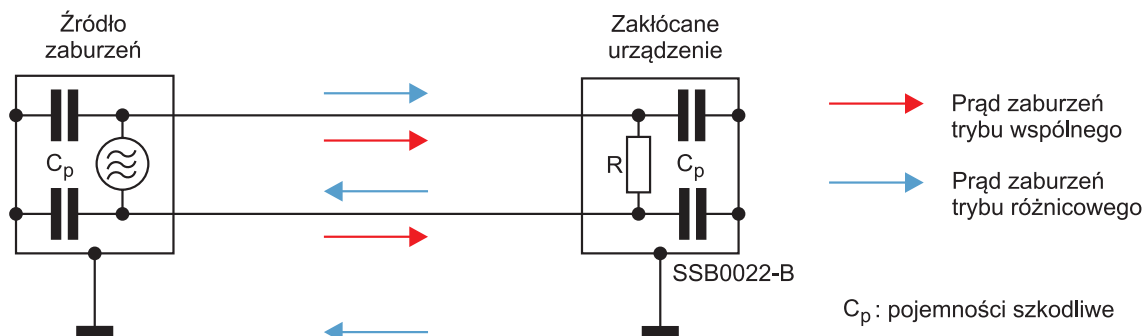
rzeenie wpłynie na pracę podzespołów, które z nich to będą oraz trudno im przeciwdziałać. Znacznie łatwiej jest przez odpowiednią konstrukcję urządzenia nie dopuścić do opisywanych zjawisk, niż próbować później aplikować „łaty” w postaci chociażby kondensatorów odsprzęgających. Wróćmy jednak do naszych rozważań.

Prąd trybu wspólnego płynąc poprzez połączone ze sobą galwanicznie masy, powraca do źródła. W związku z tym, że pasywnie pojemności zachowują się identycznie, jak kondensatory, to ich impedancja maleje wraz ze wzrostem częstotliwości. Tym samym prąd powracający z urządzenia, z nałożonymi np. sygnałami zegarowymi mikrokontrolera, powróci poprzez kabel zasilający do urządzenia, a tam może wywołać sprzężenia lub zakłócić jego pracę, ale już w innym zakresie częstotliwości, ponieważ zwykle zaburzenia trybu wspólnego dominują na częstotliwościach rzędu kilku MHz (rys. 1).

W Europie, dla obu typów zaburzeń używany jest wspólny termin „zaburzenia asymetryczne”. Opisuje on napięcie występujące pomiędzy linią a potencjałem odniesienia. Termin ten zawiera obie opisane wyżej składowe, nie odróżniając ich od siebie. Dlatego też firma EPCOS w danych katalogowych swoich filtrów posługuje się parametrem o nazwie tłumienie, który w prosty sposób umożliwia dobór właściwego filtra.



Rys. 1. Propagacja zaburzeń przewodzonych



Rys. 2. Filtry pracujące w różnych warunkach obciążenia

## Rodzaje filtrów oraz ich impedancje

Nic nie zastąpi dobrze przemyślanej konstrukcji urządzenia. Dla zachowania kompatybilności elektromagnetycznej ogromne znaczenie ma sposób prowadzenia przewodów wewnątrz obudowy urządzenia, sposób i miejsca podłączenia mas, jak również ich połączenie z przewodem ochronnym PE (jeśli klasa urządzenia wymaga, aby ten był podłączony). Nie istnieje żadne panaceum na wszystkie problemy i nie ma cudownych szczepionek gwarantujących spełnienie norm EMC. Niemniej, współcześnie praca konstruktora jest łatwiejsza, ponieważ nie musi on na przykład samodzielnie budować filtrów zasilania, a może polegać na doświadczeniu i gwarancji jakości udzielanej przez firmy producentów, takie jak EPCOS.

Zadaniem filtrów EMC jest stworzenie bariery zarówno dla zakłóceń zewnętrznych, jak i tych generowanych przez urządzenie. W związku z omawianą wcześniej naturą zakłóceń, filtry EMC są projektowane jako dolnoprzepustowe. Reprezentują one sobą największe tłumienie, gdy z impedancja źródła zakłóceń i zakłócanie urządzenie nie są do siebie dopasowane oraz gdy te nie pasują do impedancji linii zasilającej.


Schematy zastępcze obwodów filtrów w różnych warunkach pracy pokazano na rys. 2. W związku z tak rozumianą zasadą działania filtra, aby ten pracował poprawnie w aplikacji, konstruktor musi wybrać taki typ filtra, który z jednej strony zapewni najlepsze dopasowanie, a z drugiej wybór ten będzie spełniał założone kryteria ekonomiczne.


Impedancja źródła zasilania jest dobrze znana – można ją wyliczyć lub zmierzyć. Gorzej ze źródłem zakłóceń lub zakłócanym urządzeniem. W związku z tym nie jest możliwe opracowanie optymalnego filtra EMC bez wykonania odpowiednich testów i pomiarów. Owszem, można próbować metodą prób i błędów wybrać najlepszy filtr, jednak wymaga to posiadania całego ich zestawu, który nie zawsze jest pod ręką. Ponadto, filtry przeznaczone dla dużych mocy, np. do falowników, kosztują bardzo dużo i raczej żadna firma nie będzie zainteresowana „utopieniem pieniędzy” w bardzo kosztowny zestaw do eksperymentowania, którego zakup może nigdy się nie zwrócić. Dlatego też EPCOS oferuje swoim klientom wsparcie techniczne w certyfikowanym laboratorium

R E K L A M M A

# FILTRY EMC

## jakość której potrzebujesz





**EPCOS Polska Sp. z o.o. A Group Company of TDK-EPC Corporation**  
 ul. Bonifraterska 17, 00-203 Warszawa, tel. 22 2460 409 faks 22 2460 400, e-mail: sales.poland@epcos.com  
[www.epcos.pl](http://www.epcos.pl) [www.epcos.com](http://www.epcos.com) [www.tdk.co.jp](http://www.tdk.co.jp)

w Regensburgu, pomagając im rozwiązywać problemy EMC.

### Kryteria wyboru filtru EMC

W celu zapewnienia zgodności urządzenia z obowiązującymi przepisami, należy wziąć pod uwagę zakres częstotliwości od 150 kHz do 1 GHz (dla urządzeń przeznaczonych do użytku cywilnego). Dlatego też filtry EMC muszą mieć dobre właściwości tłumienia częstotliwości radiowych, jak również muszą być skuteczne w bardzo szerokim zakresie częstotliwości. Poprawne zbudowanie takiego filtra to nie lada wyzwanie techniczne. Zwykle nie da się zastosować pojedynczego elementu np. indukcyjnego, a trzeba skonstruować odpowiedni obwód, mający odpowiednią charakterystykę częstotliwościową i impedancję.

Zwykle jako podstawowe kryterium wyboru filtru stosuje się tłumienie. Nie można go jednak rozpatrywać w oderwaniu od mocy obciążenia, ponieważ wraz z płynącym prądem zmieniają się na skutek namagnesowania właściwości elementów indukcyjnych, jak również rosną straty mocy.

Impedancja filtru, mimo iż jest bardzo użytecznym parametrem i pozwala na porównanie filtrów różnych typów, to jednak nie wnosi ona zbyt wiele informacji na temat praktycznych zastosowań. Powodem jest fakt

(co wspomniano już wcześniej), że ani źródło zaburzeń, ani też zakłócanie urządzenie lub podłączony system linii energetycznych, nie będą miały stałej impedancji w zakresie częstotliwości poniżej 1 MHz. Również tłumienia zaburzeń impulsowych nie da się po prostu oszacować na podstawie krzywej – charakterystyki częstotliwościowej filtru. Czasami, pomimo zastosowania filtru, konieczne jest również włączenie w obwód również innych, nieliniowych elementów zmniejszających poziomy zaburzeń. Niekiedy te elementy muszą być różne dla różnych zakresów częstotliwości. Dlatego tak istotne jest wykonanie wspomnianych wcześniej badań.

Problemu doboru filtru nie można lekceważyć, jednak nie zawsze jest to tak trudne, jak mogłoby się wydawać. Wszystko zależy bowiem od tego, z jaką aplikacją przychodzi się mierzyć konstruktorowi i jakie moce są przełączane. Czasami wystarczy po prostu wybrać odpowiedni filtr z tabeli lub przesłać oscylogramy i wyniki pomiarów napięć/prądów do firmy EPCOS, a tam inżynierowie aplikacji pomogą dobrać odpowiedni filtr do urządzenia.

### Oferta EPCOS

Oferta filtrów EMC firmy EPCOS obejmuje zarówno elementy małosygnałowe

przeznaczone do włączenia w tory linii interfejsowych, jak i przeznaczone do przeniesienia bardzo dużych mocy. W ofercie firmy można znaleźć:

- dławiki zasilania i dla linii sygnałowych, również w obudowach SMT,
- dławiki dużych mocy przeznaczone do włączenia w linie zasilające,
- filtry EMC do pomieszczeń ekranowanych,
- transformatory do urządzeń IT,
- kondensatory od odprężania zakłóceń EMC,
- dławiki dla częstotliwości radiowych,
- filtry formujące sinus przeznaczone do zastosowania w falownikach,
- filtry zakłóceń EMI.

Pełna oferta dostępna jest w katalogu produktów na stronie internetowej <http://www.epcos.com>. Wybór filtrów jest ogromny. Od niewielkich, których prąd obciążenia nie powinien przekraczać 0,5 A, do bardzo dużych, mogących pracować przy obciążeniu aż 1000 A i napięciu 2000 V. Są to filtry do zastosowań trakcyjnych. Filtry mają możliwość podłączenia od 1 do 4 przewodów oraz różne rodzaje złącz umożliwiające wygodne zastosowanie w aplikacji.

**Jacek Bogusz, EP**  
jacek.bogusz@ep.com.pl

R E K L A M A

**Bądź świadom**  
wszystkich **możliwości**  
zanim wykonasz ruch



**ElektronikaB2B**  
Portal branżowy dla elektroników

