Szymon Ratajski, W2 Włodzimierz Wyrzykowski

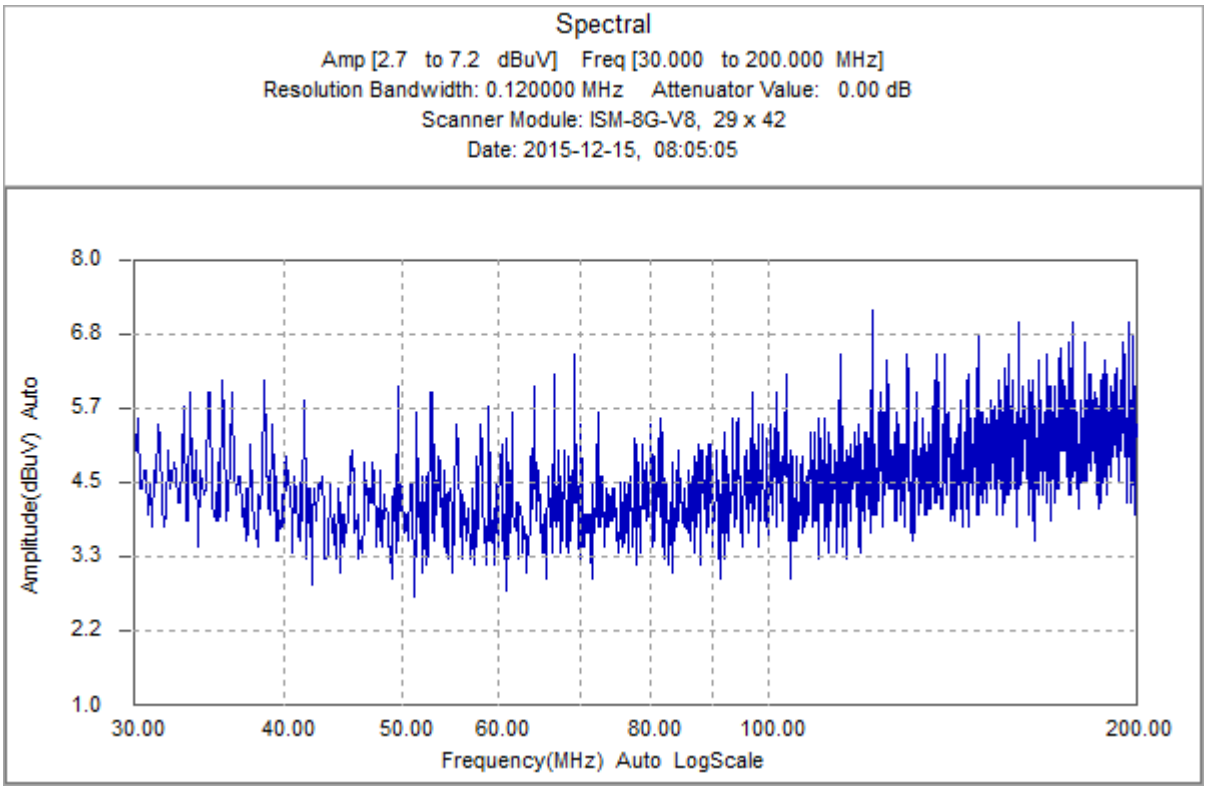
Redukcja poziomu emisji zaburzeń elektromagnetycznych urządzenia zawierającego konwerter DC/DC oraz wzmacniacz audio pracujący w klasie D

Badanym obiektem jest urządzenie zawierające system mikroprocesorowy, który steruje pracą wzmacniacza audio klasy D. Całość zasilana jest poprzez przetwornicę napięcia pracującą w konfiguracji step-down.

Do badania wykorzystano skaner EMC firmy EM SCAN, analizator widma FSL-6 firmy Rohde & Schwarz, oscyloskop Tektronix MSO oraz sondy pola bliskiego. Do wstępnej lokalizacji źródła zaburzeń wykorzystano skaner EMC, natomiast do precyzyjnej lokalizacji wykorzystano analizator widma FSL-6 wraz z sondami pola bliskiego. Podejście takie pozwala na precyzyjne zlokalizowanie źródła zaburzeń (dokładność do pojedynczych milimetrów).

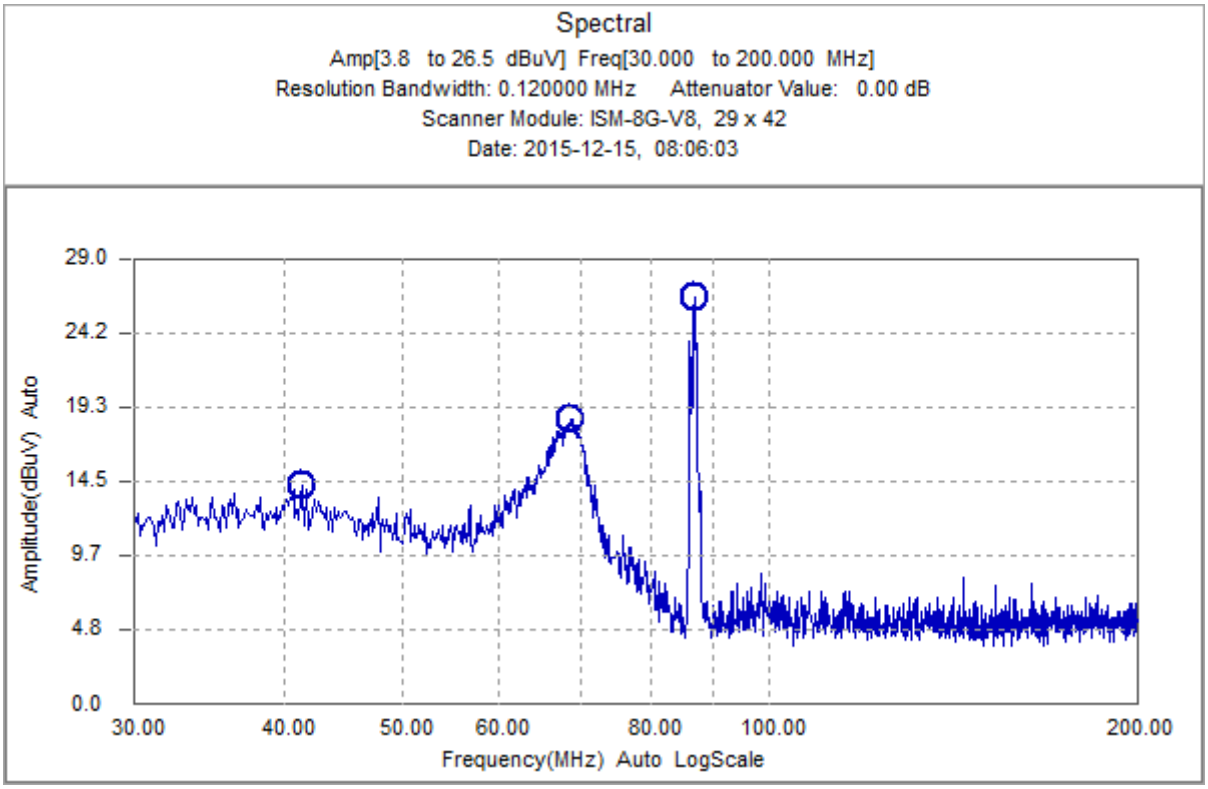
Fot. 1.1. *Zestawy sond pola bliskiego wykorzystywane do współpracy z analizatorem widma FSL-6*

Ze względu na fakt, że pomiary wykonywane są w polu bliskim w pierwszej kolejności wykonano pomiar zaburzeń elektromagnetycznych pochodzących z „otoczenia”. Pomiar wykonano w zakresie 30MHz – 1GHz.



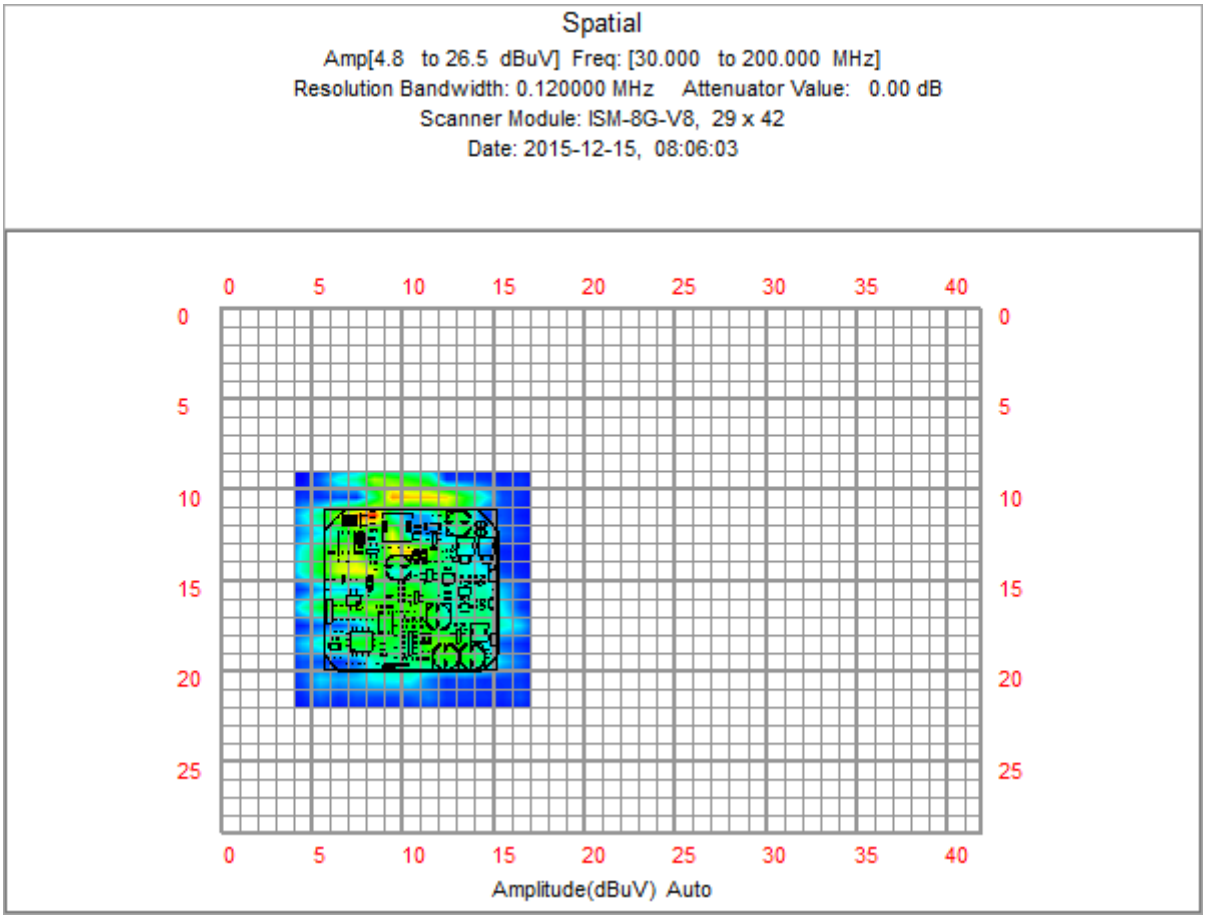
Rys. 1.1. *Poziom zaburzeń elektromagnetycznych generowanych przez „otoczenie”, zakres zmniejszony: 30MHz – 200MHz*

Po wykonaniu pomiaru, włączono zasilanie badanego urządzenia i wykonano pomiar w zakresie 30MHz – 1GHz. W związku z faktem, iż w zakresie 150MHz – 1GHz nie występowały żadne zakłócenia, zmniejszono zakres pomiarowy na zakres 30MHz – 200MHz (celem szybszego wykonywania pomiarów). Otrzymano wynik przedstawiony na ***Rys. 1.2.***



Rys. 1.2. *Wstępny pomiar poziomu zaburzeń promieniowanych generowanych przez badany układ*

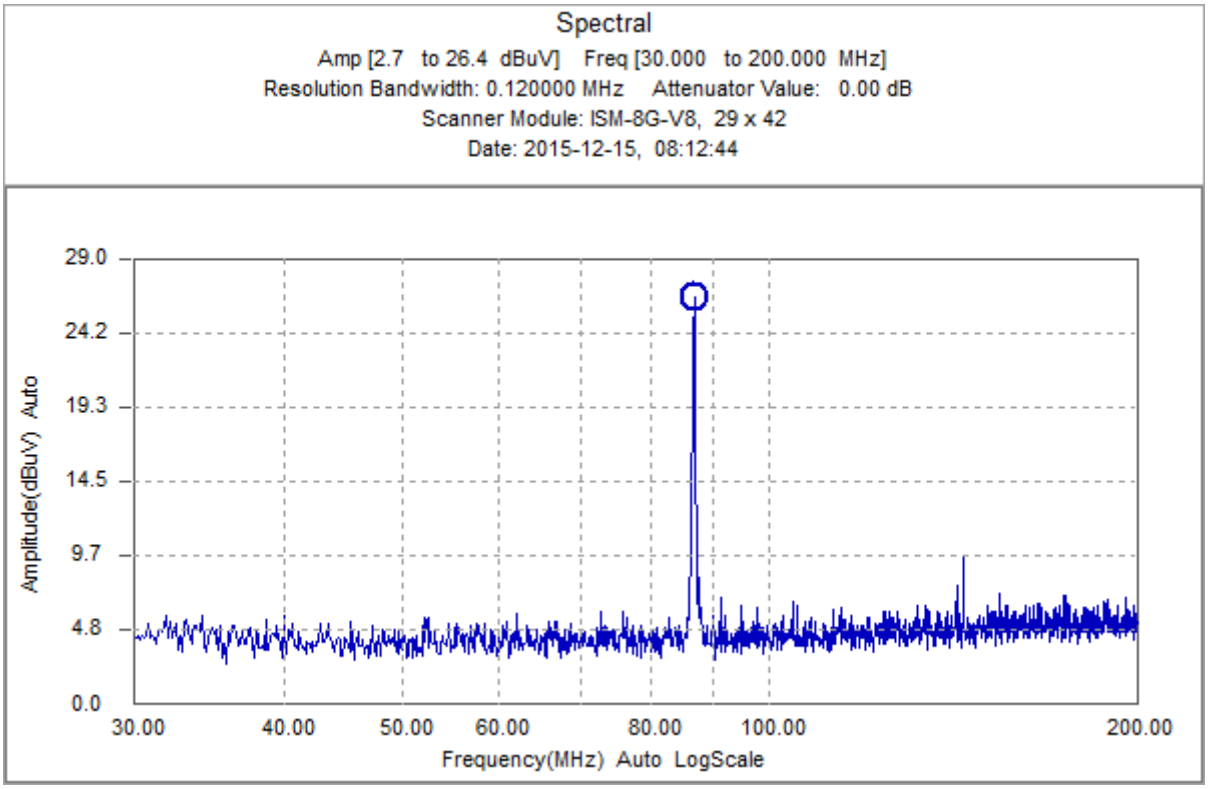
Jak widać na powyższym obrazie, układ generuje znaczne zaburzenia w zakresie częstotliwości 30MHz – 80MHz, jak również zaburzenia dla częstotliwości 86,5MHz.



Rys. 1.3. *Rozkład natężenia zaburzeń w badanym układzie – stan wyjściowy*

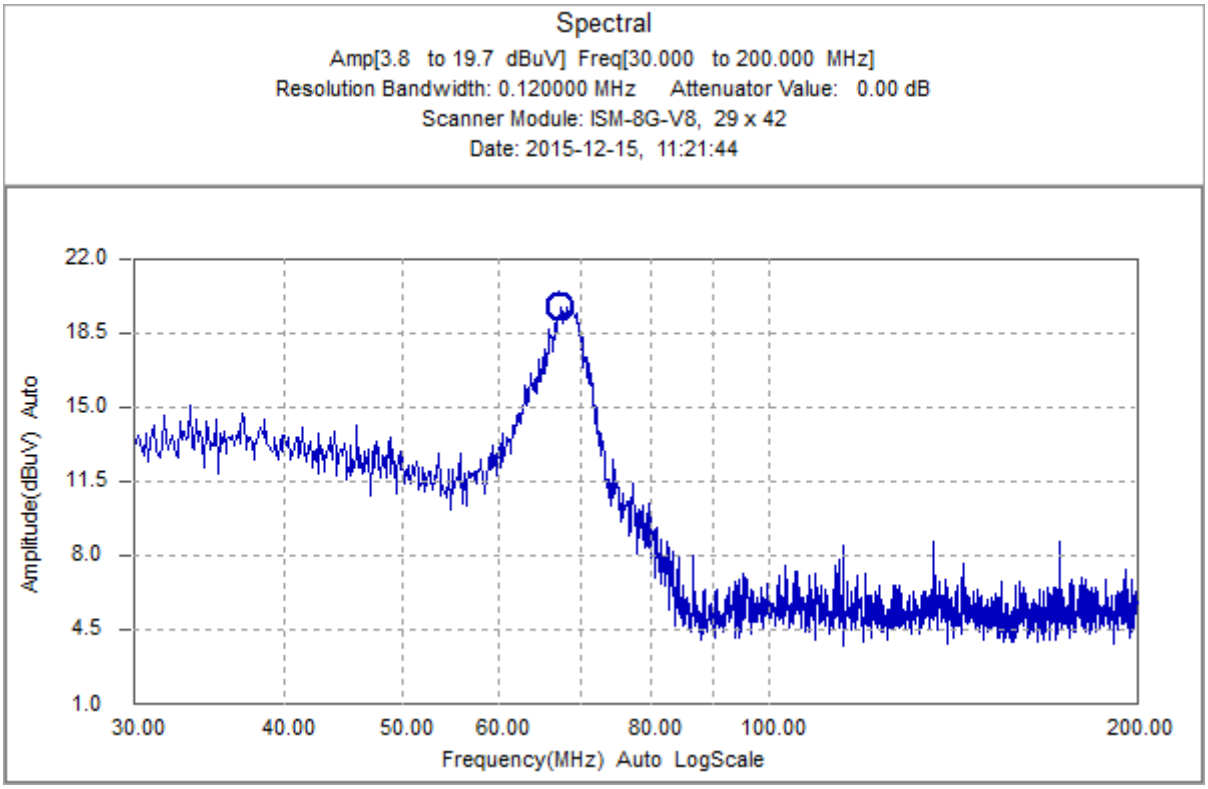
Podczas wykonywania pomiarów typu „SPATIAL” za pomocą skanera można wstępnie zlokalizować miejsca o znacznym poziomie emisji zaburzeń. Jak widać na powyższym obrazie, znaczne natężenie występuje w okolicach dławika przetwornicy impulsowej.

Kolejnym etapem było lokalizowanie źródeł zaburzeń z podziałem na częstotliwości zaburzeń. Postanowiono wykonać dwa pomiary: pierwszy pomiar został wykonany przy wyłączonym wzmacniaczu mocy, drugi przy włączonym. Dzięki takiemu rozwiązaniu możemy zaobserwować, wpływ pracy wzmacniacza mocy na generowanie zaburzeń.



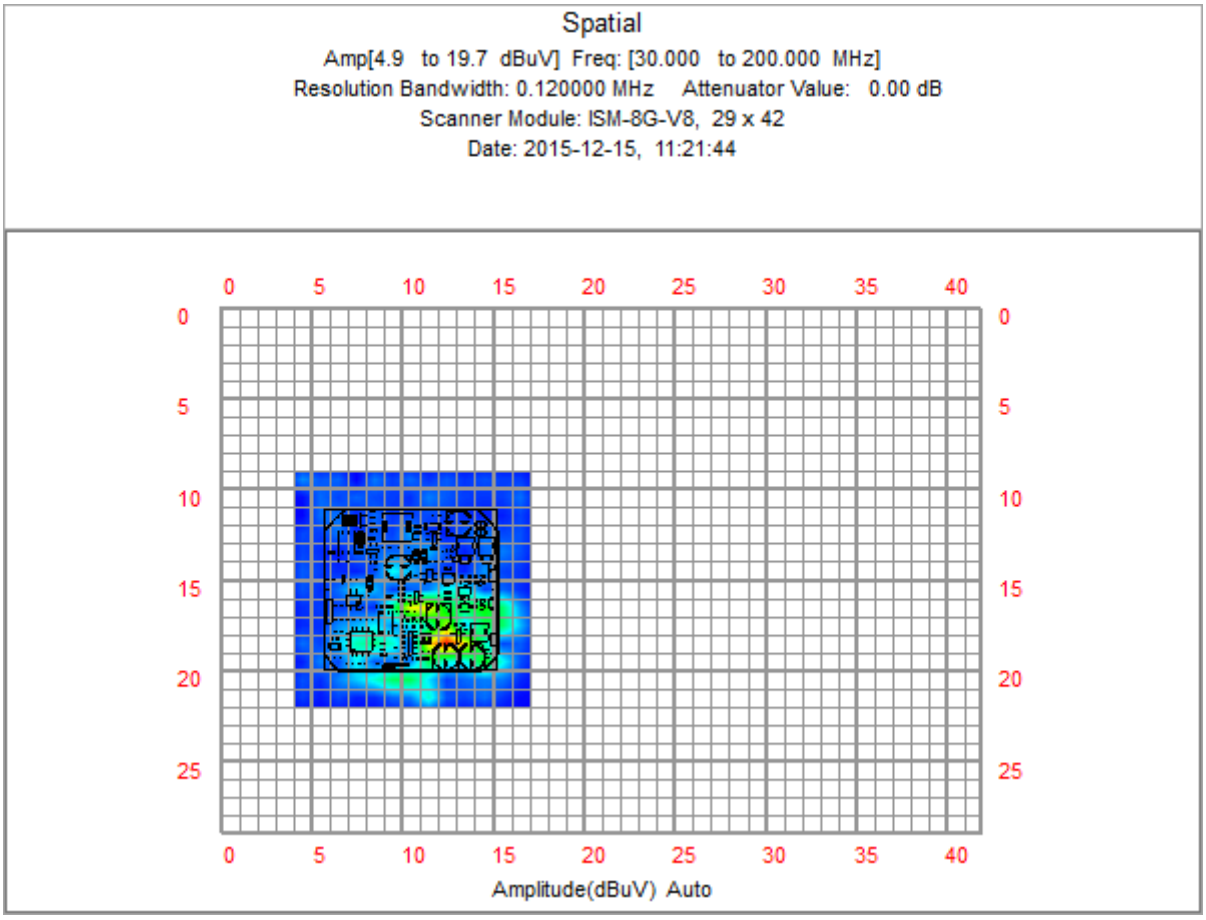
Rys. 1.4. *Rozkład natężenia zaburzeń w badanym układzie – stan wyjściowy*

Na ***Rys. 1.4*** przedstawiono wynik pomiarów przy wyłączonym wzmacniaczu mocy. Na podstawie otrzymanego wyniku możemy stwierdzić, że przyczyna leży w układzie zasilacza impulsowego. Wykonano pomiary oscyloskopem w miejscu połączenia diody z dławikiem, zaobserwowano że w momencie przełączania klucza przetwornicy występują znaczne oscylacje. Po dokładnym pomiarze częstotliwości oscylacji można powiedzieć, że odpowiada ona częstotliwości „szpilki" zaburzeń przedstawionej na ***Rys. 1.4.*** Zdecydowano się na zastosowanie układu typu „snubber". Na podstawie zmierzonej częstotliwości dobrano wartości elementów R, C. Po zamontowaniu układu w obwodzie drukowanym wykonano kolejny pomiar, tym razem z włączonym układem wzmacniacza.



Rys. 1.5. *Rozkład natężenia zaburzeń w badanym układzie w zakresie częstotliwości 30MHz – 80MHz.*

Pomiar wykazał, że udało się zlikwidować znaczne zaburzenia pochodzące z zasilacza impulsowego, jednak nadal pozostał podwyższony poziom zaburzeń w zakresie częstotliwości 30MHz – 80MHz.

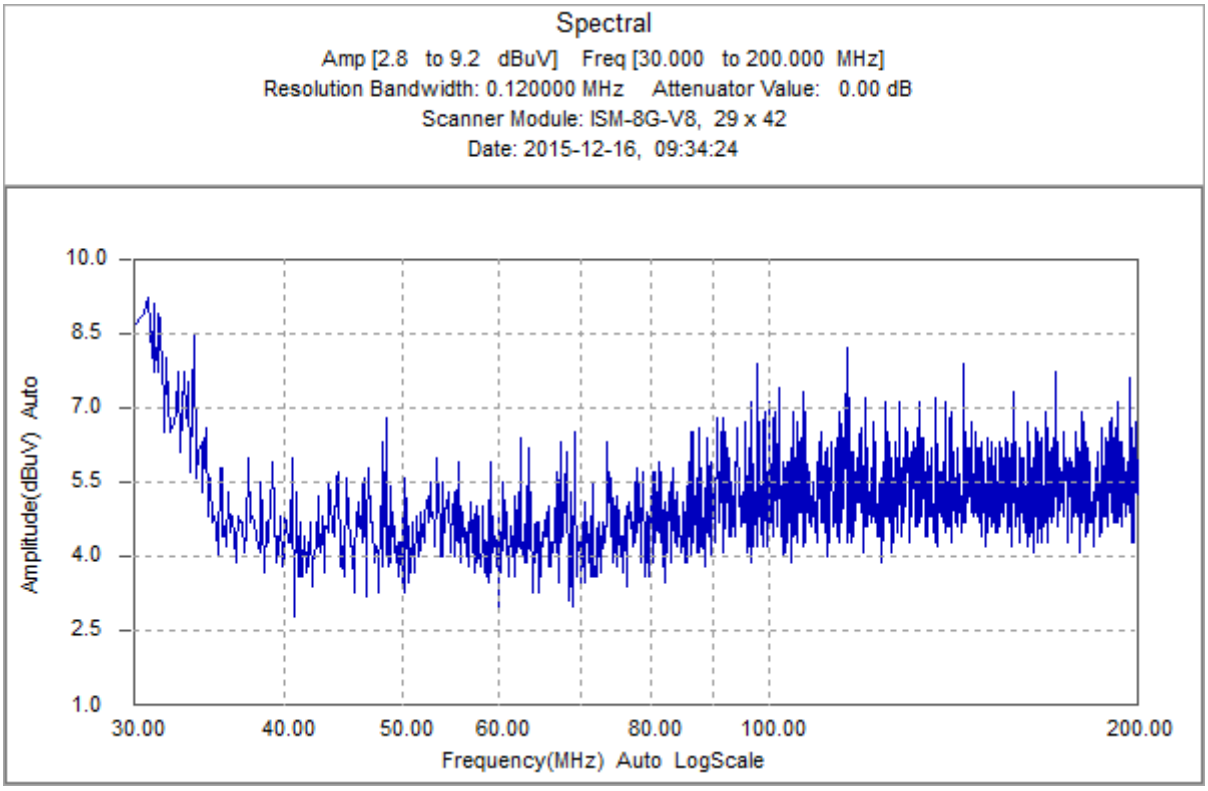


Rys. 1.6. *Rozkład natężenia zaburzeń w zakresie częstotliwości 30MHz – 80MHz.*

Jak widać na ***Rys. 1.6.*** główne źródło zaburzeń znajduje się w obwodzie kluczowania tranzystorów mocy.

Przeprowadzono pomiary oscyloskopem, zaobserwowano również znaczne oscylacje podczas przełączania tranzystorów mocy. Sytuacja analogiczna do sytuacji z przetwornicą step-down. Wyznaczono częstotliwość oscylacji, dobrano elementy dla układów „snubber" dołączono je do tranzystorów, zastosowano również koraliki ferrytowe w sygnałach sterowania (**Würth Elektronik serii WE-CBF)**, po wykonaniu zmian w układzie, otrzymano wynik pomiaru przedstawiony na ***Rys. 1.7.***

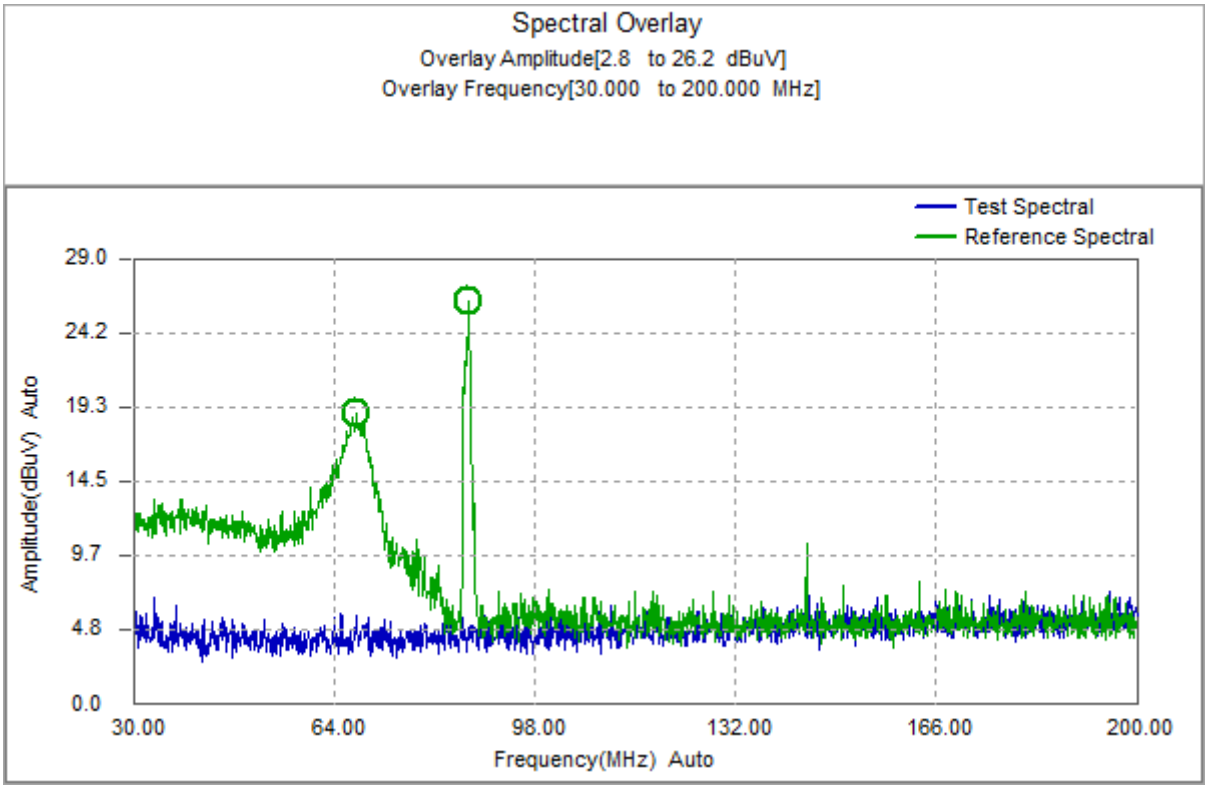
Fot. 1.2. *Elementy oraz „Design Kit" dostępne dla użytkowników laboratorium*



Rys. 1.7. *Rozkład natężenia zaburzeń w zakresie częstotliwości 30MHz – 80MHz.*

W celu całkowitej eleminacji zaburzen zdecydowano się na zastosowanie materiału ekranującego. Po zastosowaniu materiału ekranującego **(Würth Elektronik 390 115 A5)** dla częstotliwości, dla której obserwowano podwyższony poziom emisji zaburzeń otrzymano zadowalające wyniki pomiarów.

Po wykonaniu zmian, wykonano porównanie dwóch pomiarów: stanu wyjściowego urządzenia, jak również urządzenia po wykonaniu szeregu zmian podczas badań. Wyniki prac można zaobserwować na ***Rys. 1.8.***



Rys. 1.8. *Rozkład natężenia zaburzeń – porównanie stanu wyjściowego oraz obecnego.*

Z powyższego rysunku wynika, że podczas prac w laboratorium udało się znacznie obniżyć poziom emisji zaburzeń elektromagnetycznych generowanych przez badany układ. Badania nad opisywanym przypadkiem trwały około 5 godzin. Dzięki dostępności sprzętu pomiarowego takiego jak: skaner EMC, analizator widma wraz z sondami oraz oscyloskop o dużej szybkości próbkowania możliwe jest precyzyjne lokalizowanie źródeł zaburzeń. Dzięki dostępowi do elementów EMC firmy Würth Elektronik możliwe jest przeprowadzenie zmian bezpośrednio w trakcie badań i co istotne można na bieżąco obserwować wpływ montowanego elementu na pracę układu. W przypadku doboru elementów/rozwiązania pomocą służą pracownicy laboratorium W2 jak również przedstawiciele firmy Würth Elektronik.

W przypadku pytań dotyczących badań zachęcamy do kontaktu z pracownikami laboratorium W2

laboratorium@w2.bydgoszcz.pl

W przypadku pytań związanych z katalogami elementów EMC lub darmowymi próbkami prosimy o kontakt z pracownikami firmy WÜRTH ELEKTRONIK

Würth Elektronik Polska Sp. z o.o.
ul. Wagonowa 2
53-609 Wrocław
Tel: +48 71 749 76 00
E-Mail: eiSos-poland@we-online.com