



Rodzaj pracy: magisterska

Dyplomant: mgr inż. Kinga WOŹNIAK

Promotor: dr hab. inż. Zenon SZCZEPANIAK, prof. WAT

ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZDALNEJ DETEKЦИИ UKRYTYCH OBIEKTÓW ZAWIERAJĄCYCH OBWODY NIELINIOWE

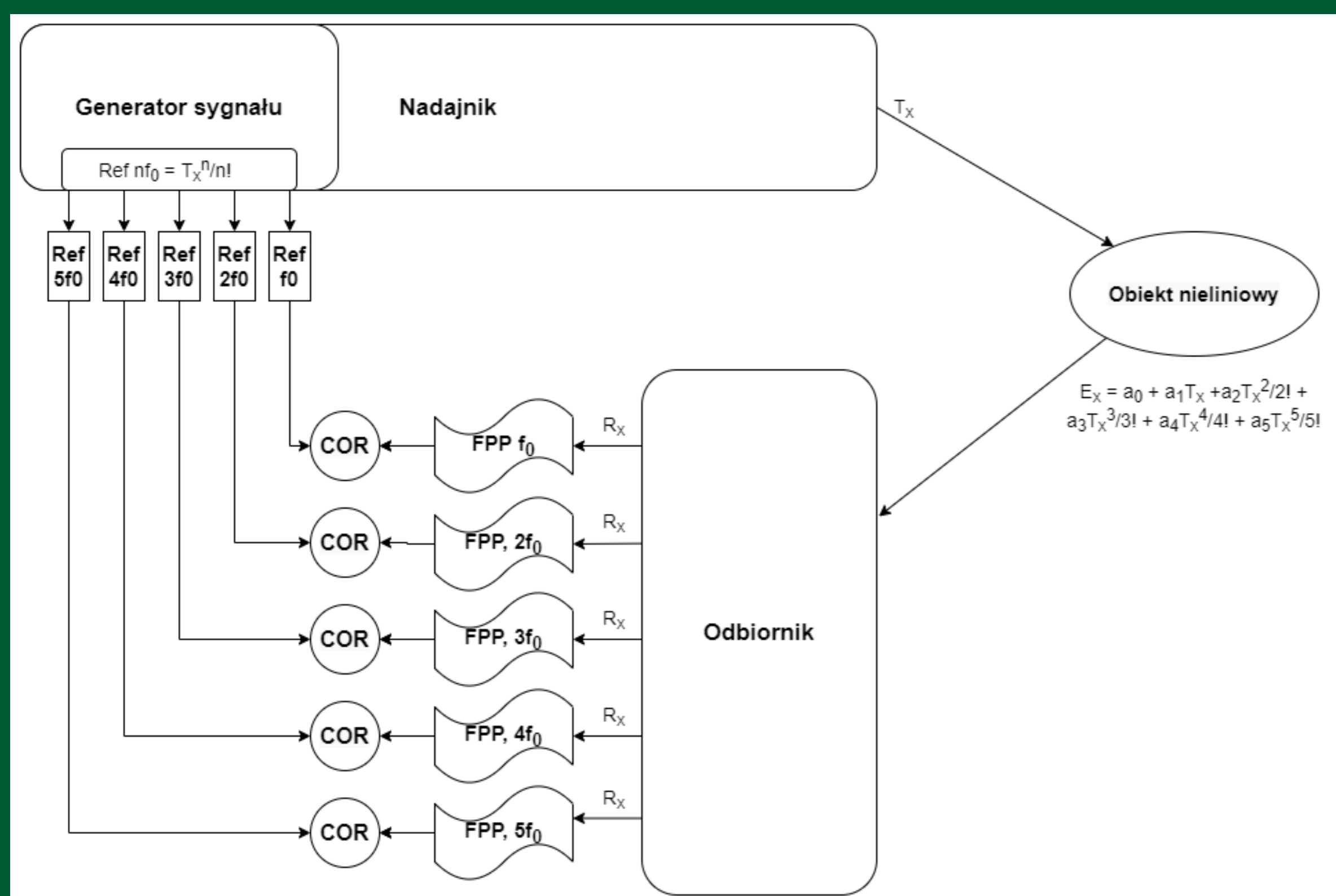
Wprowadzenie

Metody zdalnej detekcji obwodów nieliniowych pojawiły się w odpowiedzi na potrzeby zdalnego wykrywania obecności obwodów elektronicznych np. ukrytych. Odbywa się to poprzez aktywne sondowanie obwodu z pewnej odległości i przetwarzanie odebranych sygnałów nieliniowych wytwarzanych przez obwód. Zaletą stosowania wykrywania nieliniowego w porównaniu z tradycyjnymi technikami wykrywania jest to, że większość obiektów występujących naturalnie, takich jak drzewa, krzewy, skały itp. nie wykazuje zachowania nieliniowego. Dlatego nieliniowy system radarowy zignoruje naturalne liniowe tło i wykryje tylko cele posiadające nieliniowe właściwości. Podstawą do takiego rozwiązania znajdowania urządzeń elektronicznych jest fakt, że elementy tych obwodów, takie jak diody, wzmacniacze i mieszacze, zachowują się nieliniowo. Założeniem tej pracy jest projekt i analiza działania systemu, który ma za zadanie wykryć ukryte obwody elektroniczne zawierające elementy nieliniowe. Przykładowe zastosowanie takiego systemu to detekcja zapalników improwizowanych urządzeń wybuchowych (IED) lub dronów.

Badania

W odpowiedzi na problematykę pracy zaprojektowano koncepcję radaru harmonicznego. W środowisku MATLAB stworzono symulację komputerową modelującą system i jego działanie (Rys. 1). Zaprogramowano trzy różne sygnały generowane, cztery różne typy filtracji, cztery różne typy obiektów, od których może odbić się sygnał, utworzono także sygnały referencyjne i wykonano korelację sygnałów, na podstawie której można analizować detekcję obiektów nieliniowych (Rys. 2). Miarą jakości korelacji były:

- 1) wystąpienie maksimum korelacji dla odległości, na której znajdował się obiekt,
- 2) maksymalna wartość korelacji CORmax,
- 3) parametr P2SL, czyli stosunek listka głównego do listka bocznego w przebiegu korelacyjnym.



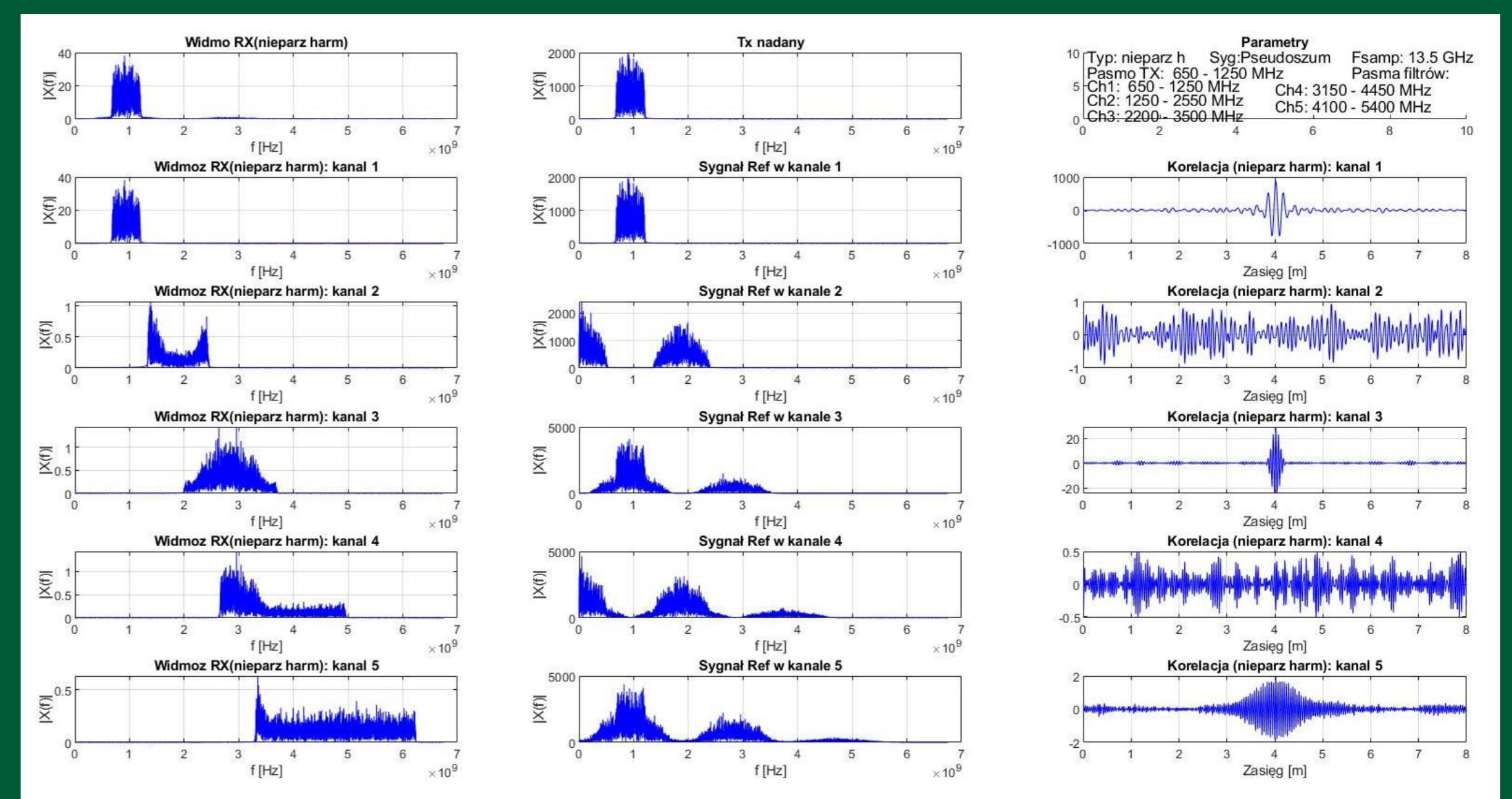
Rys. 1. Schemat blokowy symulowanego systemu radaru harmonicznego

Badania systemu przeprowadzono pod kątem:

- doboru najkorzystniejszego sygnału sondującego,
- porównania jakości korelacji dla poszczególnych harmonicznych,
- doboru sposobu filtracji sygnału odebranego w kanałach korelacyjnych,
- sprawdzenia wpływu filtracji sygnałów referencyjnych na wyniki korelacji,
- znalezienia minimalnego poziomu SNR (maksymalnego zaszumienia sygnału),
- znalezienia niższej częstotliwości i pasma, aby spełnić ograniczenia sprzętowe.

Z przeprowadzonych badań wynika, że:

- 1) najkorzystniejszy sygnał nadawany to LFM, ze względu na największą odporność na zakłócenia i możliwość wykrycia nawet słabych sygnałów,
- 2) istotne harmoniczne to 2 i 3, co oznacza, że można uprościć system redukując liczbę kanałów analizy tylko do tych harmonicznych,
- 3) filtry typu „pasma podstawowego” - czyli przepuszczające pasmo każdej harmonicznej szerokością pasma podstawowego są najkorzystniejsze pod względem największego poziomu P2SL dla typu sygnału LFM,
- 4) filtracja sygnałów referencyjnych lub jej brak nie wpływają istotnie na wyniki korelacji pod warunkiem, że odpowiednie filtry stosowane są w kanałach odbiorczych,
- 5) minimalny SNR nie może być mniejszy niż -25 dB, aby wykryć obiekt jakiegokolwiek typu nieliniowego,
- 6) należy nadawać sygnał o czasie trwania 0.5 ms aby w zadowalający sposób uzyskać wyniki detekcji dla $f_s = 415$ MHz.



Rys. 2. Przykładowe wyniki symulacji (dla sygnału pseudolosowego ze zmienną fazą, obiektu nieparzystego, pięciu kanałów), kolumny od lewej: moduły widm sygnałów odebranych; moduły widm sygnałów referencyjnych; korelacje tych sygnałów w mierze liniowej

Wnioski

W ramach niniejszej pracy zaprojektowano koncepcję radaru harmonicznego mającego zadanie wykrywać ukryte obiekty nieliniowe, stworzono symulację systemu i przeprowadzono badania, które były niezbędne, aby przetestować system pod względem optymalnej konfiguracji. Dalsze badania mogą dotyczyć wpływu typu elementu nieliniowego oraz sposobu jego ekranowania na prawdopodobieństwo detekcji. Kolejnym etapem, rozwinięciem projektu może być implementacja wyników niniejszych badań do układu rzeczywistego.