

RADAR ANTYKOLIZYJNY

Streszczenie: W artykule przedstawiono przegląd radarów antykolizyjnych, przeznaczonych dla pojazdów samochodowych oraz niektóre problemy związane z konstrukcją radaru.

Pierwsze wzmianki o próbach konstrukcji urządzeń ostrzegających kierowcę o pojawieniu się przeszkody drogowej pochodzą z lat 50-tych. Opracowano kilka wersji urządzeń ostrzegawczych, wykorzystujących systemy optyczne, ultradźwiękowe i radarowe. Stan technologii nie pozwalał jednak na wykonanie wersji mogącej znaleźć powszechne zastosowanie. Urządzenia optyczne i akustyczne nie zapewniały wystarczającego zasięgu działania, a radarowe miały zbyt duże wymiary i małą niezawodność. Poważną barierę hamującą możliwość rozwoju były ograniczenia w dostępie do technologii fal milimetrowych, zastrzeżonych dla celów wojskowych, co uniemożliwiało miniaturyzację anten radarów. Możliwości konstrukcji urządzeń powszechnego użytku powstały wraz z rozwojem mikroelektroniki (procesory sygnałowe), technologii fal milimetrowych i zmniejszeniu restrykcji w dostępie do podzespołów.

W tabeli 1, przedstawiono porównanie podstawowych parametrów różnych systemów ostrzegawczych, stosowanych w pojazdach.

Tabela 1.

Lp.	Technologia →	Ultra- dźwięki	Podczer- wień	Laser	Kamera wizyjna	Radar
1	Zasięg działania	■	■	■	■	■
2	Wyróżnianie celu	■	■	■	■	■
3	Praca nocna	■	■	■	■	■
4	Warunki atmosferyczne	■	■	■	■	■
5	Cena	■	■	■	■	■
6	Fałszywy alarm	■	■	■	■	■
7	Stabilność termiczna	■	■	■	■	■
8	Odporność na zanieczyszczenia	■	■	■	■	■

Ocena:

Żle ■ Przeciętnie ■ Dobrze ■

Urządzenia ultradźwiękowe znalazły powszechne zastosowanie w systemach małego zasięgu, np. wspomagających parkowanie, Systemy wykorzystujące optykę, stosowane są sporadycznie w eksperymentalnych rozwiązaniach, jako elementy uzupełniające pracę radaru np. system „night vision”, wykorzystujący kamerę pracującą w podczerwieni.

Systemy radarowe, ze względu na swoją odporność na oddziaływanie warunków pogodowych, znacznie większą niż systemy optyczne, szczególnie we mgle, śnieżycy, deszczu i zadymionej atmosferze oraz wiarygodność uzyskiwanej informacji i cenę, uzyskały wyraźną przewagę. Standardowo można wykrywać

przeszkody od odległości jednego metra do stu i więcej z dokładnością kilku centymetrów i oceniać stopień zagrożenia jaki stwarzają. Ze względu na częstość odnawiania informacji o otaczającej przestrzeni i obiektach się w niej znajdujących, od rzędu kilkudziesięciu mikrosekund w radarach impulsowo dopplerowskich do kilkunastu milisekund w radarach CW/FM, z punktu widzenia wykorzystującego urządzenie kierowcy, jest to proces ciągły.

W wyniku międzynarodowych porozumień dla urządzeń radarowych stosowanych w pojazdach samochodowych przydzielone zostały podane w tabeli 2 zakresy częstotliwości.

Tabela 2.

Zakres częstotliwości	Organizacja
76 - 77 GHz	CEPT (Europa)
76 - 77 GHz	ETSI (Europa)
46.7 - 46.9 GHz, 76 - 77 GHz	FCC (USA)
60 - 61 GHz, 76 - 77 GHz	ITU
60 - 61 GHz, 76 - 77 GHz	MPT (Japonia)

Dodatkowo, mogą przejściowo (do 2020r) być stosowane urządzenia radarowe o zasięgu kilkunastu metrów (SRD –Short Range Devices), wykorzystujące częstotliwość 24 GHz.

Wielkie koncerny samochodowe od lat inwestowały w badania w tej dziedzinie. Obecnie m.in. Daimler-Benz, BMW, Jaguar, Nissan, Toyota, Honda, Volvo i Ford oferują jako opcjonalne wyposażenie luksusowych wersji swoich samochodów takie radary. Radary są małymi, lekkimi urządzeniami, instalowanymi w przedniej części pojazdu, w zderzaku lub za osłoną chłodnicy.



Rys. 1. Symboliczne umieszczenie radaru w samochodzie.

Typowe parametry radarów przedstawiono poniżej:

- Częstotliwość : 76 -77 GHz;
- Moc emitowana : < 10 mW;
- Zakres mierzonych prędkości : 1 do 180 km/h;
- Zasięg : <1 - > 150 m;
- Dokładność pomiaru prędkości : < 0.2 km/h;
- Sektor obserwacji: - azymut : 12-15° - elewacja: 3 - 4°;
- Dokładność pomiaru kąta : 0.5°;
- Czas reakcji systemu: 100 – 500ms

Pasmo robocze radarów, maksymalny poziom emitowanej mocy i sektor promieniowania (obserwacji), wynikają z ograniczeń międzynarodowych organizacji telekomunikacyjnych, natomiast pozostałe parametry, z możliwości technologicznych i praktycznych potrzeb.

Na rysunkach 2 ÷ 8 przedstawiono przykładowe rozwiązania konstrukcyjne już wdrożone do produkcji lub będące na etapie prototypu.



Rys. 2. Front panel japońskiego radaru CW/FM firmy Hitachi



Rys. 3. Radar impulsowo-dopplerowski firmy Melco.



Rys. 4. Głowica mikrofalowa prototypu radaru z mechanicznym skanowaniem przestrzeni firmy Mitsubishi



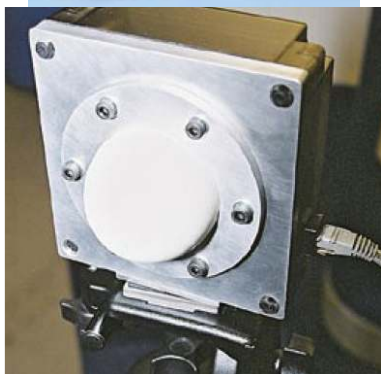
Rys. 5. Front-end panel izraelskiego siedmio-wiązkowego radaru antykolizyjnego CW/FM Road Eye FLR GP2



Rys. 6. Radar CW/FM 76.5GHz z płaską dwuwiazkową anteną amerykańskiej firmy Epsilon-Lambda.



Rys. 7. Transciever Continental Themic, stosowany w systemie DISTRONIC (jako opcja w Mercedesach „S”)



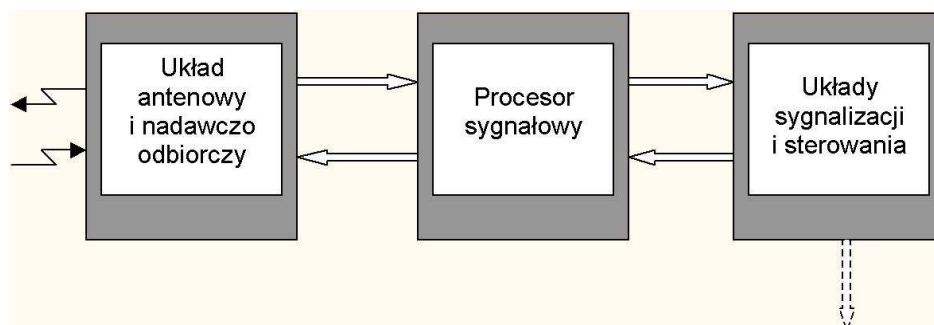
Rys. 8. Prototyp radaru Acreo, z charakterystyką antenową formowaną elektronicznie, szwedzkiej firmy KITRON, przeznaczonego dla VOLVO

Radar wytwarza i generuje w przestrzeń fale elektromagnetyczne, które po odbiciu od obiektów na ich drodze, powracają do radaru. Na podstawie analizy powracających fal, można ocenić względne położenie, prędkość i kąt przemieszczania się przeszkody przed samochodem. Następny poziom analizy pozwala ocenić, czy przeszkoda (np. inny samochód) znajduje się na torze kolizyjnym oraz czy zbliża się z prędkością stanowiącą zagrożenie dla pojazdu wyposażonego w radar.

Kierowca jest ostrzegany, kiedy odległość między prowadzonym pojazdem a przeszkodą (np. innym samochodem) jest zbyt mała i wymaga ingerencji ze strony kierowcy, tj. hamowania lub zmiany toru jazdy. Użytkownik może ustawić czas wyprzedzenia alarmu systemu, ostrzegającego o potencjalnej kolizji, w przypadku nie wykonania manewru. Typowo w zakresie 1 do 2 sekund, w zależności od warunków drogowych i predyspozycji kierowcy. Sygnalizacja jest dwupoziomowa. „Uwaga” i „Alarm”. Przekazywana w postaci prostych dźwięków lub komunikatami głosowymi. Dodatkowo stosowane są elementy sygnalizujące stan bezpieczeństwa wizualnie. Możliwe jest również wykorzystanie sygnałów z radaru do automatycznego sterowania prędkością pojazdu. Funkcję taką realizują systemy ACC (Adaptive Cruis Control), umożliwiające automatyczne utrzymywanie zadanej, bezpiecznej odległości od poprzedzającego pojazdu.

Funkcjonalno – blokowy schemat radaru antykolizyjnego obejmuje trzy podstawowe zespoły. Układ antenowo – nadawczo – odbiorczy, który wytwarza ukształtowaną wiązkę fal elektromagnetycznych, wysyłaną w przestrzeń przed pojazdem. Powracające sygnały są odbierane i filtrowane, a następnie przetwarzane do postaci cyfrowej. Działanie układu jest sterowane z procesora sygnałowego, do którego też dostarczane są odebrane sygnały. Metody obróbki cyfrowej zależą od przyjętej zasady pracy radaru. W radarach z CW/FM, do wstępnej obróbki sygnałów, stosowane jest najczęściej szybkie przekształcenie Fouriera (FFT). Dalsze algorytmy obróbki zapewniają wydzielenie sygnałów użytecznych i zapewnienie zminimalizowanego poziomu fałszywego alarmu. Po spełnieniu kryteriów progów

decyzyjnych zastosowanych w algorytmach obróbki, do układu sygnalizacji wysyłane są sygnały, informujące użytkownika o poziomie zagrożenia, z opcjonalną możliwością sterowania napędem pojazdu (ACC).



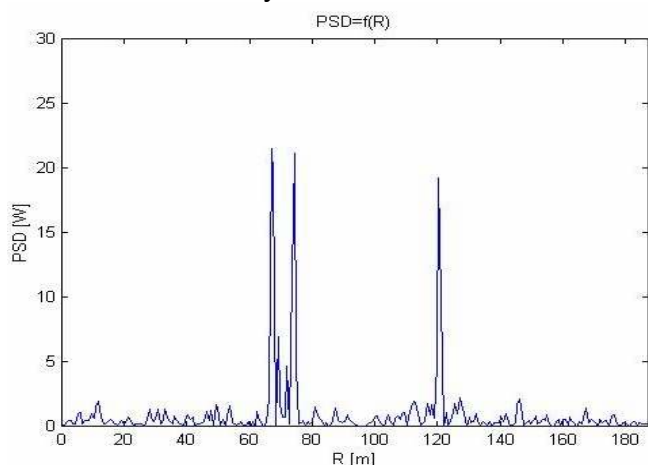
Rys. 9. Ogólny schemat blokowy radaru antykolizyjnego.

Model laboratoryjny radaru antykolizyjnego pracującego w paśmie 24.1 GHz, powstał również w WITU. W czasie, kiedy był konstruowany nie było możliwości zakupu podzespołów na przeznaczoną dla tego typu radarów częstotliwość 76.5 GHz. Zdjęcie przedstawiono na rys 10.



Rys. 10. Model laboratoryjny radaru antykolizyjnego wykonanego w WITU

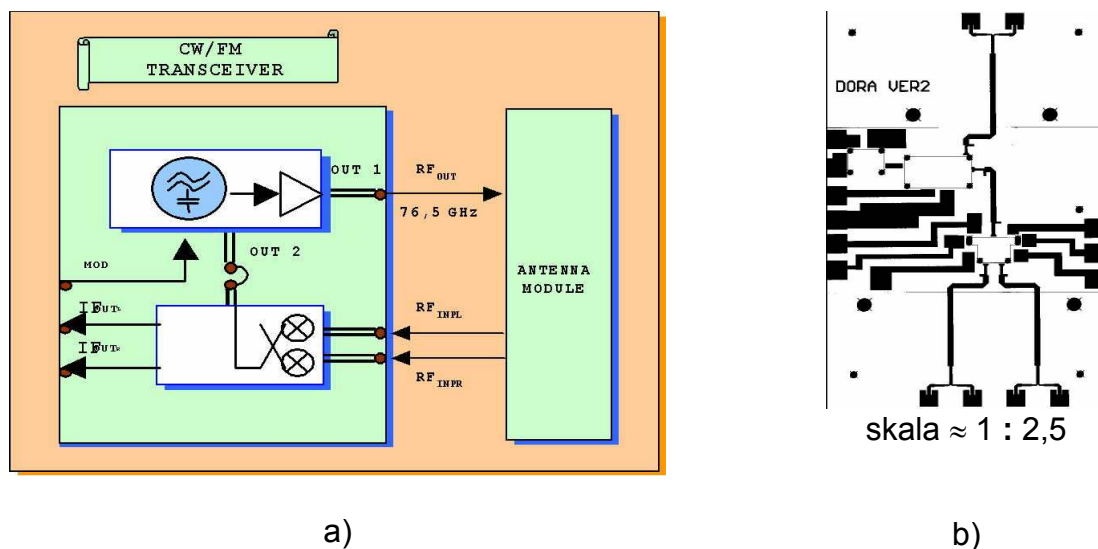
Radar wykonany został do sprawdzenia działania układów obróbki sygnałów i optymalizacji algorytmów procesora sygnałowego. Wykonany model, pozwolił na przeprowadzenie badań w warunkach drogowych opracowanej koncepcji układów obróbki analogowej, wykonanego do tego celu procesora sygnałowego i jego oprogramowania oraz optymalizację reguł decyzyjnych. Przykładowy wynik rejestracji sygnałów z radaru, pochodzących od trzech poruszających się samochodów przedstawiono na rys. 11.



Rys. 11. Widmo chwilowe sygnałów pochodzących od trzech pojazdów w polu widzenia radaru w skali odległości

Jak wspomniano na wstępie, jednym z głównych czynników uniemożliwiających wykonanie radaru antykolizyjnego, mogącego wejść w standardowe wyposażenie samochodów, była bariera technologiczna w zakresie podzespołów. Obecnie, po opracowaniu i uruchomieniu masowej produkcji mikrofalowych układów scalonych (MMIC), pracujących na częstotliwości 76-77 GHz oraz zdjęciu embarga na te podzespoły, istnieje możliwość wykonania takiego radaru również w Polsce. Pozostaje jeszcze problem precyzyjnego montażu struktur mikrofalowych na skalę przemysłową.

Obecnie, w trakcie wykonywania są modelowe układy nadawczo – odbiorcze, w oparciu o podzespoły technologii MMIC firmy UMS_GAAS. Blokowy układ oraz rysunek drukowanej struktury podłoża przedstawiono na rys. 12.



Rys. 12. Poglądowy schemat blokowy (a) i druk głowicy mikrofalowej radaru 76.5 GHz (b), wykonywanej w WITU.

W następnym artykule, autorzy przedstawią wyniki badań laboratoryjnych i niektóre rozwiązania techniczne.