

Rodzaj pracy: inżynierska

Dyplomantka: inż. Weronika GIBLEWSKA

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

Projekt i wykonanie układu generatora mikrofalowego do czujnika parametrów życiowych człowieka

Wprowadzenie

Czujniki mikrofalowe znajdują szerokie zastosowanie we współczesnej medycynie. Dzięki przenikaniu fali elektromagnetycznej o konkretnej częstotliwości w ciało człowieka mogą być one wykorzystane do bezinwazyjnego badania występujących schorzeń, od arytmii serca po choroby nowotworowe, jak również do monitorowania przepływu krwi, czy monitorowania parametrów życiowych człowieka.

Celem pracy było wykonanie projektu generatora mikrofalowego, spełniającego wymagane założenia projektowe, takie jak generacja sygnału o odpowiednio wyznaczonej częstotliwości, zoptymalizowanej poprzez znajomość propagacji fali elektromagnetycznej w tkankach ludzkich, tak aby uzyskać możliwość detekcji przepływu krwi w naczyniach w okolicy nadgarstka.

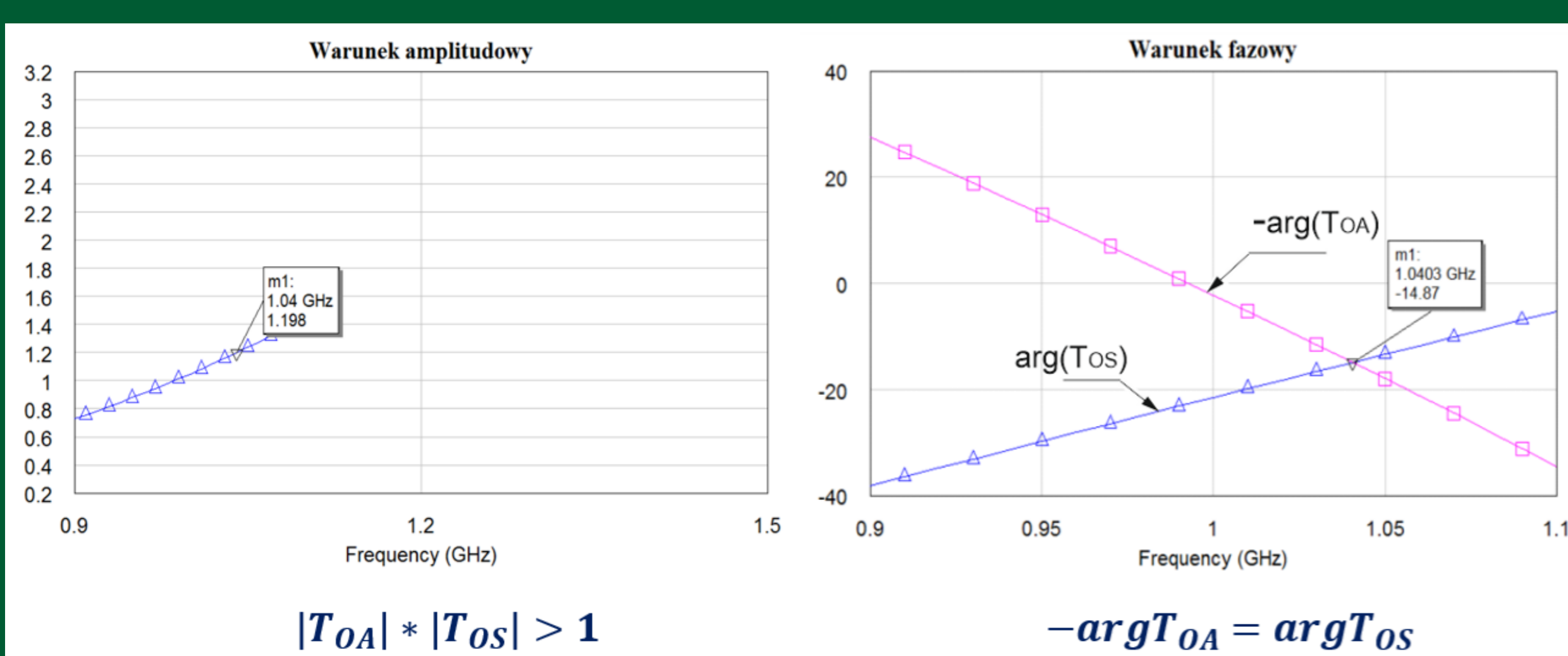
Badania

Metodyka pracy:

- dobór częstotliwości generacji: 1,04 GHz,
- wybór struktury generatora,
- wybór elementu aktywnego i struktury obwodu strojenia (rezonatora),
- przeprowadzenie symulacji zaprojektowanego układu generatora w warunkach generacji małosygnałowych,
- przeprowadzenie symulacji zaprojektowanego układu generatora w warunkach generacji wielosygnałowych – nieliniowych,
- projekt obwodu drukowanego w programie Eagle,
- realizacja układu generatora (montaż elementów) oraz badania pomiarowe.

Generator mikrofalowy wykonany został z wykorzystaniem modelu transmisyjnego. Składa się on z obwodu aktywnego (OA), zawierającego element nieliniowy (tranzystor) oraz z obwodu strojenia (OS) w postaci rezonatora ćwierćfalowego wykonanego w technologii linii mikropaskowej.

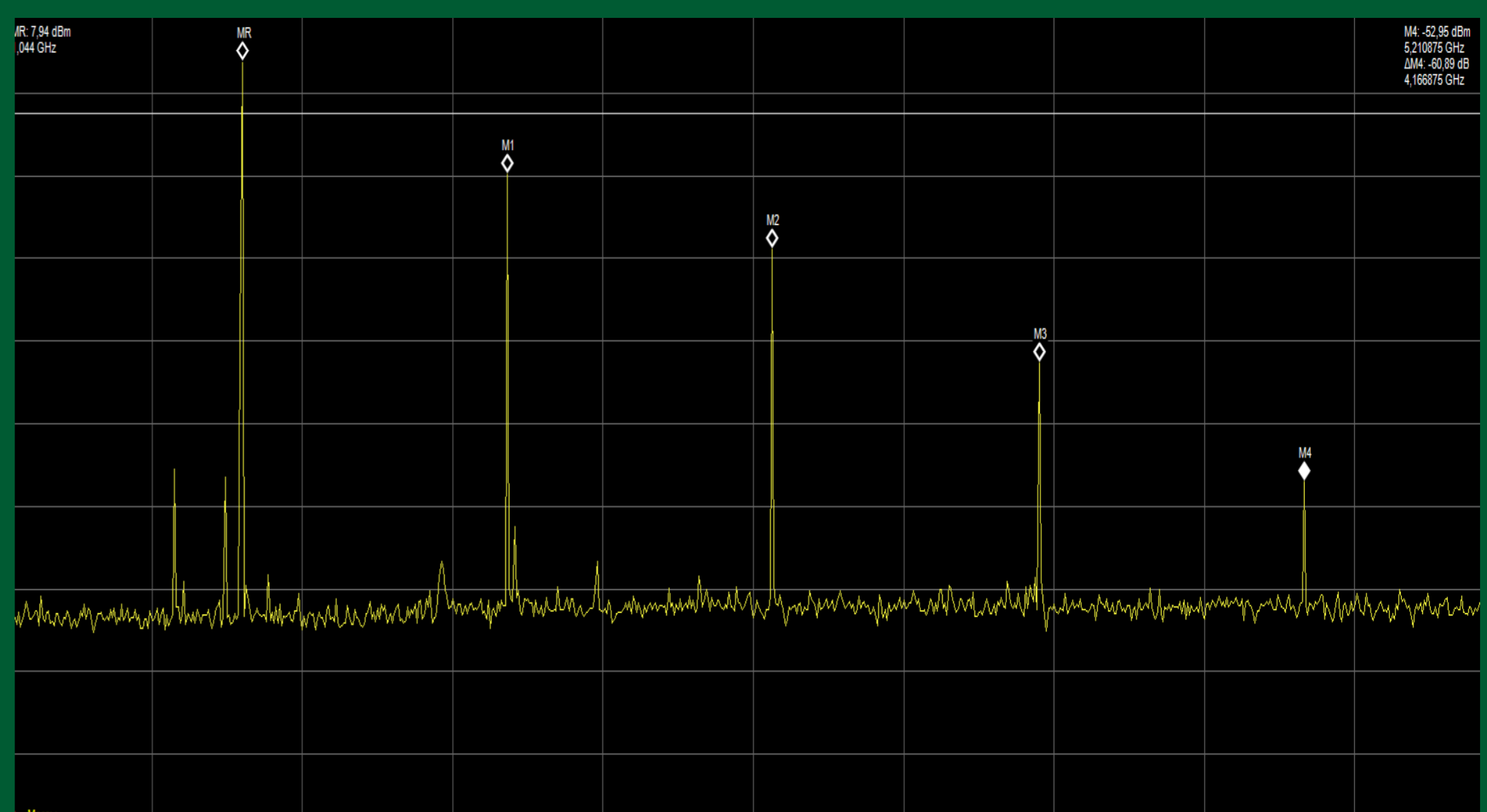
Uzyskany sygnał generatora możliwy był przez spełnienie tzw. warunków generacji – warunku amplitudowego oraz fazowego.



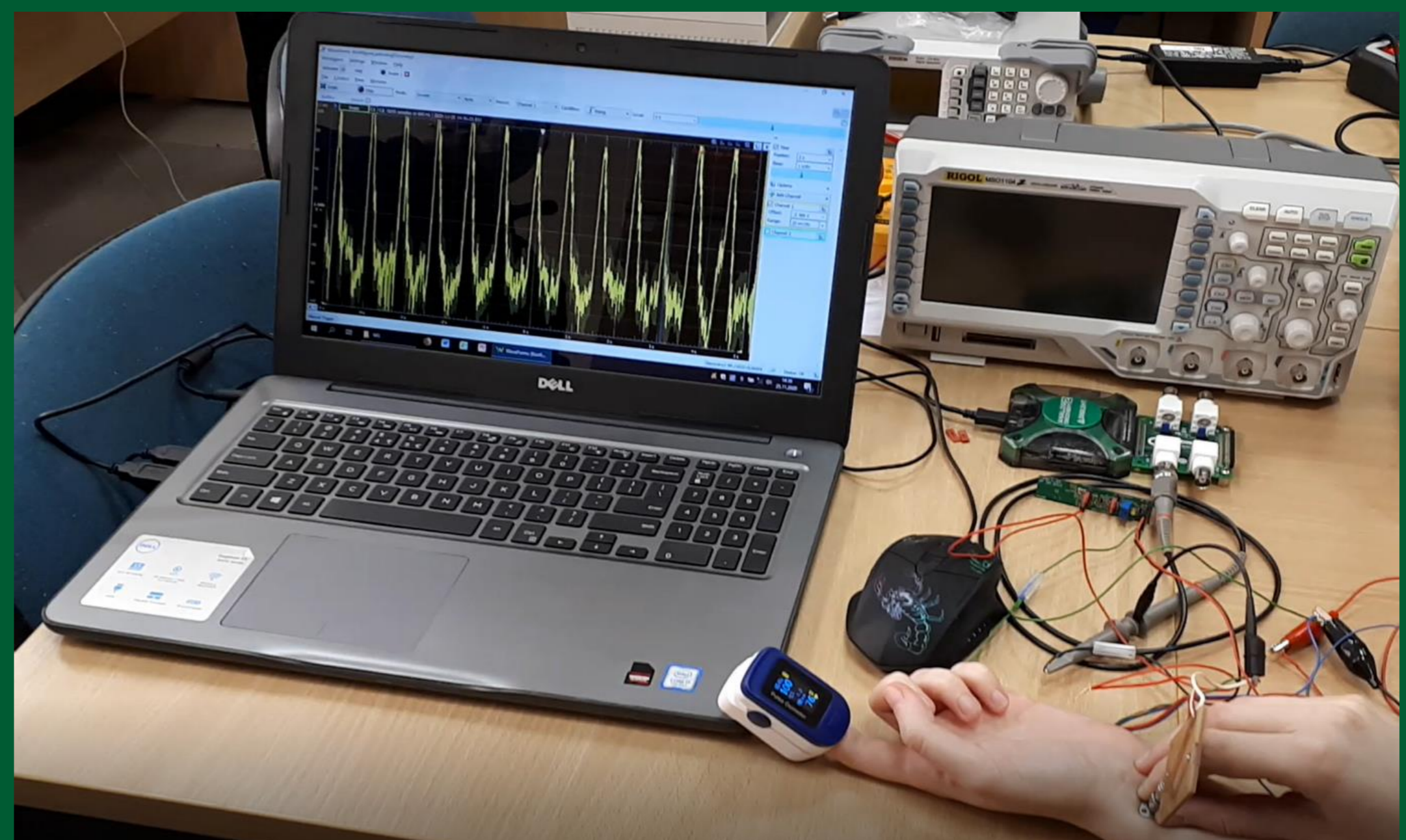
Rys. 1. Uzyskane charakterystyki warunków generacji w programie do symulacji AWR Microwave Office (gdzie: T_{OA} oraz T_{OS} oznaczają transmitancje obydwu obwodów)

Potwierdzeniem poprawności przeprowadzonych symulacji oraz wykonanego urządzenia była obserwacja widma sygnału (Rys. 2) oraz tętna na oscyloskopie (Rys. 3).

Widoczna harmoniczna podstawowa sygnału wystąpiła na częstotliwości wynoszącej w przybliżeniu $f_0 = 1,04$ GHz (zgodnie z założeniem projektowym). Z uwagi na wykorzystanie elementu nieliniowego w obwodzie aktywnym generatora zauważyć można kolejne harmoniczne sygnału, oddalone od siebie o częstotliwość równą f_0 .



Rys. 2. Widmo sygnału generatora mikrofalowego wraz z harmonicznymi



Rys. 3. Pomiar tętna wraz z porównaniem wyniku z pulsoksymetru

Obserwacja tętna możliwa jest dzięki wykorzystaniu efektu Dopplera - zmiany częstotliwości sygnału, która odbita propaguje się do odbiornika. Należało odpowiednio skierować czujnik w kierunku tętnicy znajdującej się w nadgarstku.

Wnioski

Mikrofalowe sensory z efektem Dopplera umożliwiają bezkontaktową detekcję ruchu człowieka (pacjenta), w tym stanów bezruchu, akcji oddechowej (w tym częstotliwości oddechu), rytmu pracy serca oraz przepływu krwi w naczyniach.

Wykonany układ generatora mikrofalowego umożliwił odnotowanie pierwszych testowych pomiarów tętna, zgodne z urządzeniem referencyjnym (wyrób medyczny – pulsoksymetr).