

Dr hab. inż. Piotr Słobodzian, prof. uczelni
Katedra Telekomunikacji i Teleinformatyki
Wydział Informatyki i Telekomunikacji
Politechnika Wrocławska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

Wrocław, 28 kwietnia 2023 r.

**Recenzja rozprawy doktorskiej dla Rady Dyscypliny Naukowej
„Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne”
Wojskowej Akademii Technicznej**

Tytuł rozprawy: *Mikrofalowe oscylatory synchronizowane iniekcyjnie, jako źródła zakłóceń radiolokacyjnych.*

Autor rozprawy: *mjr mgr inż. Dariusz Gibalski*

I. Podstawa recenzji

Podstawą recenzji jest decyzja Rady Dyscypliny Naukowej „Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne” Wojskowej Akademii Technicznej nr 5/RDN AEE/2023 z dnia 22 lutego 2023 r., na mocy której zostałem powołany do zrecenzowania przedmiotowej rozprawy doktorskiej. Informacja o powołaniu wraz z treścią rozprawy doktorskiej wpłynęła do Politechniki Wrocławskiej w dniu 7 marca 2023 r.

Niniejsza recenzja została opracowana w oparciu o zapisy Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 z późn. zm.) oraz rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r. poz. 261) oraz przy uwzględnieniu dobrych praktyk opisanych przez Radę Doskonałości Naukowej (RDN) w poradnikach udostępnionych w zasobach internetowych RDN.

II. Krótka charakterystyka rozprawy

Praca pana mjr mgr inż. Dariusza Gibalskiego pt. „*Mikrofalowe oscylatory synchronizowane iniekcyjnie, jako źródła zakłóceń radiolokacyjnych*” jest poświęcona opracowaniu prostych i tanich w produkcji analogowych nadajników zakłóceń radioelektronicznych, które będą mogły być wykorzystane w systemach walki radioelektronicznej, stosowanych w celu obniżania zdolności operacyjnych radarów obrony przeciwlotniczej i kierowania ogniem przeciwnika. Tematyka rozprawy jest niezmiernie ważna i ciekawa zarówno z praktycznego

jak i teoretycznego punktu widzenia, i wpisuje się w priorytetowe kierunki badań zdefiniowane przez resort obrony narodowej na lata 2017–2026.

Oceniana rozprawa doktorska ma postać maszynopisu książki, zawiera siedem rozdziałów spisanych łącznie na 164. stronach. Pierwszy rozdział rozprawy opisuje motywację, cel i tezę rozprawy oraz przegląd stanu wiedzy i techniki w obszarze związanym z tematyką rozprawy. W rozdz. 2 Kandydat przedstawia zasady modelowania procesu synchronizacji oscylatora-nadajnika przez iniekcję sygnałem odebrany z źródła sygnału radarowego. Następnie, w rozdz. 3 analizuje możliwość zakłócania pracy urządzeń radiolokacyjnych przez sygnał uzyskany z wymienionego oscylatora. Rozdz. 4, 5 i 6 przedstawiają wyniki prac składające się na potwierdzenie tezy rozprawy doktorskiej. W rozdz. 4 opisano projekt i praktyczną realizację mikrofalowych oscylatorów synchronizowanych poprzez wstrzykiwanie sygnałów radarowych. W rozdz. 5 przedstawiono przebieg i wyniki badań laboratoryjnych parametrów elektrycznych zbudowanych oscylatorów, a w rozdz. 6 opisano przebieg i wyniki badań eksperymentalnych możliwości zakłócania urządzeń radarowych sygnałem generowanym przez demonstrator oscylatora synchronizowanego przez iniekcję. Ostatni, siódmy rozdział pracy zawiera podsumowanie przeprowadzonych badań i osiągnięć w rozprawie doktorskiej. Na końcu rozprawy znajduje się bibliografia, która liczy ogółem 132 pozycje.

Uważam, że przyjęty podział na rozdziały jest logiczny i uzasadniony. Rozprawa jest napisana starannie pod względem edycyjnym, a Kandydat posługuje się w pracy poprawnym językiem technicznym.

III. Ocena rozprawy doktorskiej

1) Stan ogólnej wiedzy teoretycznej Kandydata przedstawiony w rozprawie doktorskiej

Przedstawiona przez mjr mgr inż. Dariusza Gibalskiego rozprawa doktorska świadczy, że posiada on ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie „Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne”. Zagadnienia poruszane w pracy dotyczą badań związanych z:

- metodami matematycznego modelowania, syntezy, konstruowania i badania prostych analogowych oscylatorów, synchronizowanych poprzez iniekcję sygnału odniesienia (sygnału wzorcowego),
- oceną możliwości wykorzystania takich oscylatorów w nadajnikach zakłóceń stacji radiolokacyjnych pracujących z sygnałami o liniowo modulowanej częstotliwości (LFM).

W rozdz. 1.2 rozprawy Kandydat obszernie scharakteryzował obecny stan wiedzy i techniki w obszarze tematyki rozprawy. W tym celu przeanalizował 132 źródła literaturowe. Ocenę stanu wiedzy oparł, w przeważającej części, na artykułach naukowych opublikowanych w recenzowanych czasopismach, reprezentatywnych dla wymienionej dyscypliny naukowej. Wiedza kandydata jest czerpana również z klasycznych podręczników i monografii z obszaru teorii i techniki radarowej. Wykorzystane źródła wiedzy są aktualne i adekwatne do uprawianej dyscypliny naukowej. Uznaję, że przeprowadzona przez Kandydata ocena stanu wiedzy w tematyce rozprawy doktorskiej jest dogłębna i rzetelna.

W celu potwierdzenia tezy rozprawy Kandydat wykorzystuje metody badawcze, wiedzę i

umiejętności charakterystyczne dla uprawianej dyscypliny naukowej, a mianowicie:

- zna i potrafi stosować teorię i metody analizy układów mikrofalowych (rozd. 2 i 3),
- zna i świadomie stosuje teorię i metody przetwarzania sygnałów wysokiej częstotliwości wykorzystywanych w technice radarowej (rodz. 3),
- zna i potrafi stosować narzędzia do analizy obwodów i układów wysokiej częstotliwości, np. oprogramowanie Sonet (rodz. 4),
- zna metody modelowania matematycznego przepływu sygnałów w układach blokowych i potrafi sprawnie wykorzystywać w tym celu narzędzia w środowisku Matlab (rodz. 3),
- zna i potrafi wykorzystywać środowisko LabVIEW do komponowania systemów sterowania układami generowanymi, przetwarzania i akwizycji sygnałów stosowanych w technice radarowej (rodz. 6 rozprawy),
- zna metody pomiarowe stosowane w obszarze techniki wysokich częstotliwości oraz metody pomiarowe stosowane w obszarze analizy sygnałów radarowych; potrafi stosować wymienione metody w praktyce (rodz. 5 i 6 rozprawy).
- zna i potrafi budować fizyczne modele/demonstrator układów wysokiej częstotliwości oraz komponować odpowiednie stanowiska testowe do analizy sygnałów w celu potwierdzania hipotez formułowanych w oparciu o opracowane wcześniej modele teoretyczne (rozd. 5 i 6).

Dodatkowo, pan Dariusz Gibalski jest współautorem kilku opracowań, w tym artykułów i rozdziału w monografii, dotyczących techniki generowania zakłóceń radioelektronicznych (w rozprawie zostały wymienione 4 współautorskie dzieła Kandydata), które zostały przedstawione podczas znanych i cenionych w środowisku konferencji naukowych (np. Konferencja Naukowa Urządzeń i Systemów Radioelektronicznych).

Powyższa argumentacja jednoznacznie pokazuje, że Kandydat posiada wystarczającą ogólną wiedzę teoretyczną w obszarze charakterystycznym dla dyscypliny „Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne”.

2) Umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Kandydata

Rozprawa doktorska Kandydata opiera się w większości na znanej wiedzy i znanych metodach analizy i modelowania matematycznego. Znane są też techniki pomiarowe stosowane podczas eksperymentalnej weryfikacji zaproponowanych w rozprawie rozwiązań technicznych. W tym zakresie rozprawa pokazuje, że Kandydat potrafi samodzielnie skorzystać z niezbędnych metod i narzędzi badawczych. Jeśli idzie o samodzielne prowadzenie badań naukowych, to treść rozprawy, a w szczególności opis przeprowadzonych badań, tj. ich plan, zakres oraz sposób przedstawienia i analiza uzyskanych wyników, opisane w rozdz. od 2 do 6 rozprawy, z całą pewnością dowodzą samodzielności Kandydata. Oczywiście zakładam tu, że wymienione elementy były przedmiotem konsultacji z bardziej doświadczonymi badaczami, tzn. z promotorem oraz promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim, co jednak nie zaprzecza temu, że głównym wykonawcą wszystkich badań był pan mjr mgr inż. Dariusz Gibalski. Świadczy o tym również to, że Kandydat jest współautorem kilku opracowań nau-

kowych, w tym artykułów i rozdziałów w monografii, opisujących wyniki prac uzyskane podczas realizacji przewodu doktorskiego (patrz rozdz. 7).

Według mojej oceny, każdy z rozdziałów rozprawy ma charakter autorski, ponieważ w każdym z nich Kandydat wyraźnie wskazuje zaproponowane samodzielnie i nowatorskie (w jego opinii) rozwiązania, które powstały lub zostały zastosowane podczas przeprowadzonych badań naukowych. Dodatkowo, w podsumowaniu rozprawy (rozdz. 7) Kandydat wskazuje oryginalne elementy rozprawy, które również świadczą o samodzielnym i twórczym wkładzie Kandydata w przeprowadzone badania naukowe. O samodzielności badawczej Kandydata świadczy również zakres nabytej wiedzy i posiadanych umiejętności, które potrafi wykorzystywać praktycznie – dowodzą tego rozdziały 4, 5 i 6 rozprawy.

W mojej opinii, powyższa argumentacja jednoznacznie wykazuje, że Kandydat posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

3) Ocena oryginalności rozwiązania problemu naukowego

Problem naukowy rozprawy został opisany w podrozdziale 1.3, a postawiona teza ma następujące brzmienie:

„Istnieje możliwość zdalnego zakłócania pracy radaru poprzez sygnały generowane przez układ oscylatora mikrofalowego, wykorzystującego zjawisko synchronizacji przez iniekcję sygnałem zakłócanego urządzenia.”

Teza w jasny sposób opisuje problem, którego rozwiązania podjął się Kandydat. O ile w przypadku sygnałów harmonicznym (CW) teza wydaje się być oczywista (istnieje wiele prac naukowych, w których opisano zasady i warunki generowania sygnału harmonicznego o częstotliwości „wstrzykiwanego” sygnału wzorcowego), o tyle w przypadku sygnałów z liniowo modulowaną częstotliwością (LFM) już tak nie jest. Wobec tego, w mojej ocenie podjęcie w rozprawie tego problemu naukowego było zasadne. W tym celu Kandydat przeprowadził następujące badania:

- określił warunki skutecznej synchronizacji oscylatora z iniekcją sygnału radarowego za pomocą blokowego modelu zjawiska iniekcji (modelu obwodowego),
- opracował i zaimplementował w środowisku Matlab model symulacyjny toru kompresji cyfrowej sygnału z liniowo modulowaną częstotliwością (LFM) i dokonał oceny możliwości zakłócania pracy urządzeń radiolokacyjnych przez oscylator synchronizowany iniekcyjnie sygnałem radarowym,
- zaprojektował i wykonał kilka demonstratorów mikrofalowego oscylatora synchronizowanego iniekcyjnie, pracujących z zakresie częstotliwości od 3 GHz do 4 GHz,
- przeprowadził badania laboratoryjne parametrów elektrycznych demonstratorów, w tym zweryfikował zależność użytecznego zakresu częstotliwości pracy oscylatora (zakresu przestrajania) głównie od mocy wstrzykiwanego sygnału wzorcowego,
- opracował i zaimplementował w środowisku LabVIEW system do generowania i badania sygnałów radarowych z liniową modulacją częstotliwości (LFM) na bazie modułów VSG i VSA firmy National Instruments (stosowanych do symulacji urządzeń radarowych), a następnie zbadał możliwość zakłócania urządzenia radarowego przez sy-

gnały generowane za pomocą jednego ze zbudowanych wcześniej demonstratorów oscylatora z iniekcją.

W mojej ocenie, zaproponowane przez Kandydata rozwiązanie problemu zawiera pierwiastki oryginalności, ale nie są one zawarte w konkretnych modelach, metodach i metodach, które powstały lub były wykorzystywane w wymienionym powyżej toku badań naukowych. Moim zdaniem oryginalność rozwiązania problemu dotyczy uzyskania nowych wyników badań za pomocą znanych metod badawczych. Do wymienionych wyników zaliczam:

- A. wyniki eksperymentalnej demonstracji możliwości generowania repliki sygnałów radarowych typu LFM w zakresie częstotliwości mikrofalowych pasma S za pomocą prostego układu oscylatora synchronizowanego iniekcyjnie,
- B. wyniki eksperymentalnego potwierdzenia za pomocą symulatora urządzenia radarowego możliwości generowania repliki sygnałów radarowych typu LFM za pomocą oscylatora synchronizowanego iniekcyjnie i jego poprawnego przetwarzania w układzie cyfrowej kompresji sygnału LFM w torze odbiorczym radaru radiolokacyjnego, co dowodzi możliwość zakłócania wymienionego radaru.

Według mojej wiedzy, w otwartej literaturze nie zaprezentowano do tej pory podobnych wyników badań. Co prawda pierwsze doniesienia o zastosowaniu mechanizmu iniekcji w oscylatorach do generowania sygnałów z liniową modulacją częstotliwości pojawiły się jeszcze przed rozpoczęciem badań przez Kandydata, ale miało to miejsce w obszarze optoelektroniki (patrz [1] oraz cytowania tamże). Generowanie sygnałów LFM w zakresie mikrofalowym w oparciu o oscylatory synchronizowane iniekcyjnie opisano już w czasie pracy Kandydata nad rozprawą doktorską (patrz np. [2]), ale były to rozwiązania oparte na iniekcji przy użyciu oscylatora optoelektronicznego. W literaturze przedmiotu nie znalazłem rozwiązań podobnych do zaproponowanych przez Kandydata, a w szczególności rozwiązań podobnych, które są dedykowane do zakłócania urządzeń radiolokacyjnych.

Z kolei wymienione przez Kandydata w podsumowaniu rozprawy doktorskiej (rozdz. 7) najważniejsze osiągnięcia są pewnością autorskie, natomiast ich oryginalność w świetle stanu wiedzy i techniki jest dyskusyjna. Na przykład, „*opracowanie autorskiego modelu matematycznego zjawiska synchronizacji przez iniekcję, dedykowanego do projektowania oscylatorów mikrofalowych, jako źródła zakłóceń dla sygnałów radiolokacyjnych*” nie nosi moim zdaniem znamion oryginalności. Kandydat oparł swój model na uproszczonej metodzie, opracowanej blisko ćwierć wieku temu. Zaproponowane w rozprawie rozszerzenie tej metody jest z jednej strony oczywiste, a z drugiej zbędne, ponieważ w przypadku liniowych układów blokowych ze sprzężeniem zwrotnym (taki model zastosował Kandydat) można wykorzystać twierdzenia o transformacji schematów blokowych i w ten sposób doprowadzić schemat do tzw. reprezentacji kanonicznej w postaci układu z pętlą sprzężenia zwrotnego o jednostkowej transmitancji (patrz np. [3]). Z tego powodu Kandydat nie znalazł w literaturze przedmiotu jawnej postaci układu blokowego z dodatkowym obwodem iniekcji i obwodem wyjściowym. Ponadto, Kandydat nie wspomina o ograniczeniach zastosowanego modelu, a mianowicie o tym, że układ liniowy spełnia zasadę superpozycji i nie jest w stanie wygenerować tylko samych oscylacji o częstotliwości sygnału wstrzykiwanego, co pokazały przepro-

wadzone przez Kandydata badania eksperymentalne. Do uzyskania takiego wyniku potrzebny jest układ nieliniowy – zostało to wykazane na gruncie teoretycznym już blisko 20 lat temu i chyba ostatecznie zamknięto w pracy opisującej tzw. ogólną teorię synchronizacji oscylatorów za pomocą iniekcji, opublikowanej w 2019 roku [4].

Podobne zdanie mam w odniesieniu do „*opracowania metodologii prowadzenia badań, umożliwiającej efektywne wykorzystanie infrastruktury badawczej ...*”. Tego rodzaju metodyki badawcze stanowią podstawowy warsztat naukowców i inżynierów zajmujących się modelowaniem systemów radiokomunikacyjnych i radiolokacyjnych (patrz np. [5]) i z tego powodu trudno jest w nich obecnie dopatrywać się elementów oryginalności.

Szczegółowy wykaz pozostałych uwag krytycznych o mniejszej wadze zamieszczam w załączniku do recenzji (zał. 1).

W podsumowaniu mojej oceny stwierdzam, że badania opisane w rozprawie Kandydata noszą znamiona oryginalności, a w związku z tym przedmiotowa rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Rozprawa zawiera również istotne elementy poznawcze w obszarze wiedzy i techniki dotyczącej walki radioelektronicznej. Co więcej, nie mam żadnych wątpliwości co do tego, że wymienione w pkt. A i B oryginalne wyniki badań mają duży potencjał implementacyjny w sferze gospodarczej związanej z bezpieczeństwem i obronnością państwa.

Cytowana literatura:

- [1] P. Zhou, F. Zhang and S. Pan, "Generation of linear frequency-modulated waveforms by a frequency-sweeping optoelectronic oscillator," *Journal of Lightwave Technology*, vol. 36, no. 18, pp. 3927-3934, 15 Sept.15, 2018.
- [2] M. Liu *et al.*, "Low phase noise wideband LFM signal generation by injection-locking an optoelectronic oscillator," *2021 Opto-Electronics and Commun. Conf. (OECC)*, Hong Kong, Hong Kong, 2021, pp. 1-3.
- [3] J. DiStefano, A. Stubberud, I. Williams, *Schaum's outline of theory and problems of feedback and control systems*, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1990.
- [4] B. Hong and A. Hajimiri, "A general theory of injection locking and pulling in electrical oscillators—Part II: Amplitude modulation in lc oscillators, transient behavior, and frequency division," *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, vol. 54, no. 8, pp. 2122-2139, Aug. 2019.
- [5] P. Mozoła, *Kompatybilność elektromagnetyczna systemów telewizji mobilnej*. Rozprawa Doktorska. Katedra Telekomunikacji i Teleinformatyki Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2019.

IV. Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę rozprawy doktorskiej pana mjr mgr inż. Dariusza Gibalskiego stwierdzam, że:

- rozprawa prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie „Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne”,
- rozprawa wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Kandydata,
- rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Biorąc powyższe pod uwagę uznaję, że rozprawa pana mjr mgr inż. Dariusza Gibalskiego spełnia wymagania określone w przepisach wymienionych pkt. I niniejszej recenzji.



Wykaz pozostałych uwag krytycznych

Oceniana rozprawa doktorska nie jest wolna od licznych niedociągnięć i przemilczeń, które obniżają jej ogólny poziom. Wymienione poniżej uwagi mają na celu wskazanie obszarów/elementów, nad którymi Kandydat może dalej pracować w ramach samodoskonalenia własnego warsztatu naukowego. Do kluczowych niedociągnięć zaliczam:

1. Str. 29, rów. (2.4) – nie wyjaśniono znaczenia warunku na pochodne funkcji kąta $\Phi(t)$; oraz $\Psi(t)$; jaki cel ma wprowadzenie tego warunku? Jakie własności modelu indukują te warunki?
2. Str. 31, rów. (2.13) i (2.14) – w pracy nie skomentowano i nie oceniono wpływu poczynionego założenia.
3. Str. 35, rys. 2.6 – na schemacie brakuje typowych oznaczeń dla układów ze sprzężeniem zwrotnym, tj. wejścia/wyjścia układu, sumatora sygnałów oraz węzła rozgałęziającego sygnały.
4. Str. 38, rów. (2.48) i (2.49) – założono, że zmiana opóźnienia fazowego w funkcji częstotliwości bloków G_A i T_S jest liniowa w otoczeniu częstotliwości f_0 . W rozprawie nie znalazłem wyników zbadania wpływu tego założenia na poprawność działania modelu. W jakim zakresie f wymienione założenie pozostaje słuszne?
5. Rozdz. 3 – uwagi do całości:
 - a) Brakuje opisu modeli matematycznych, tzn. z rozprawy nie wynika, czy Kandydat sam opracował wszystkie procedury obliczeniowe, czy skorzystał z bibliotek z gotowymi procedurami.
 - b) Założenia do modeli obliczeniowych nie są precyzyjne. Czy w obliczeniach symulacyjnych przyjęto jakieś założenia upraszczające? Jeśli tak, to jakie? Jaki jest ich wpływ na wyniki symulacji?
 - c) Założenia dotyczące transmitancji bloków G_A , T_S , T_W itd. pojawiają się *post factum*. Wprowadza to niepotrzebne zamieszanie podczas czytania rozprawy. Zasady nakazują, aby wszystkie założenia były definiowane na początku opisu modelu obliczeniowego.
 - d) W opisie modelu nie sformułowano ograniczeń dla stosunku amplitud $|a_i|/|A_{0i}|$. Nie znalazłem też dyskusji na temat optymalnego zakresu wartości tego stosunku oraz jego wpływu na wyniki symulacji.
 - e) Brak komentarza o zakresie wartości liczbowych współczynnika skuteczności energetycznej k . Jaka wartość k jest pożądana? Do czego dążymy?
 - f) Brak komentarza do wniosku dotyczącego zakresu optymalnych odległości urządzenia zakłócającego od radaru (str. 60, drugi akapit). Kandydat wymienia w rozprawie odległość do kilkunastu kilometrów. Skąd ta wartość? Proszę o doprecyzowanie.

- wanie i komentarz zakresu odległości.
- g) Uwagi edytorskie: rys. 3.3 - 3.5 są nieczytelne (zbyt małe opisy osi); na wykresach „Jammer phase” brakuje oznaczeń osi; na str. 55 jest błędne odwołanie do rów. (2.66).
6. Rozdz. 4 – uwagi do całości:
- a) W rozprawie nie zamieszczono parametrów obwodowych zaprojektowanych filtrów, w szczególności ich charakterystyki amplitudowej i fazowej. Jakie tłumienie i przesunięcie fazy wprowadzały zaprojektowane filtry w paśmie przepustowym w pętli sprzężenia zwrotnego układu oscylatora?
7. Rozdz. 5 – uwagi do całości:
- a) Co miał na myśli Kandydat pisząc pod rys. 5.17 – 5.19 (str. 88-89) „Charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa ...”?
- b) W jaki sposób wyznaczono szerokość zakresu synchronizacji generatora iniekcyjnego za pomocą analizatora widma? Pomiar taki ma swoje ograniczenia. Jak wyglądała procedura pomiarowa?
- c) Jakie były nastawy przesuwnika fazy, przy których uzyskano wyniki pokazane na rys. 5.28 (str. 96)?
- d) W weryfikacji modelu matematycznego (rozd. 5.3) jest kilka niedomówień:
- przy jakiej częstotliwości uzyskano wyniki w tab. 5.4 i 5.5,
 - brakuje przykładowych obliczeń potwierdzających (proszę o przykład),
 - nie podano wartości pochodnej fazy dla wyników z tab. 5.4 i 5.5 (weryfikacja warunku liniowości fazy w okolicy f_0),
 - w tab. 5.4 i 5.5 stosunek P_i/P_0 jest mały ($\ll 1$ lub < 1), natomiast w tab. 5.3 osiąga duże wartości, nawet ok. 20; skąd te różnice?
- e) Uwagi edytorskie: str. 90 – błędne odwołanie do rys. 5.21 (drugi akapit) oraz błędne odwołanie do rys. 5.18 b i c.
8. Rozdz. 6 – uwagi do całości:
- a) W rozprawie zabrakło schematów blokowych stanowisk pomiarowych (rozd. 6.1.1). Kandydat zamieścił jedynie fotografie stanowisk, które nie umożliwiają pełnej analizy poprawności przyjętej metodyki badań. Z jakiego powodu tego nie zrobiono?
- b) W rozprawie zabrakło również schematów blokowych zaimplementowanych w środowisku LabView. Zamiast tego Kandydat skupił się na opisie interfejsu użytkownika, który nie jest istotny z punktu widzenia oceny poprawności przyjętej metodyki sterowania aparaturą pomiarową. Proszę o przykładowy schemat.
- c) W podsumowaniu wyników badań Kandydat nie odnosi się w ogóle do procesu decyzyjnego podejmowanego w radarze. Rozważania kończy na analizie odpowiedzi układu kompresji cyfrowej sygnału LFM. Skuteczność zakłócania radaru powinna być określana na podstawie oceny jakości procesu decyzyjnego w warunkach odbioru sygnału zakłócającego i szumu. Proszę Kandydata o opinię na ten temat.

d) Co Kandydat ma na myśli używając zwrotu „*wytworzone zakłócenia nie są blokowane przez radar*” (patrz np. str. 146). Proszę o komentarz.

Proszę kandydata o pisemne ustosunkowanie się do powyższych uwag. Uwagi do wyjaśnienia podczas publicznej obrony rozprawy: 1, 4, 5d), 5f), 8b) i 8c).



