

## WSTĘP DO KSIĄŻKI

Książka, do której przeczytania zachęcam powstała z potrzeby przekazania niezbędnej wiedzy z dziedziny radiokomunikacji naszym pracownikom zajmującym się w RADMOR S.A. nowoczesnymi rozwiązaniami w zakresie systemów radiowych.

Współczesne systemy radiokomunikacyjne i urządzenia je tworzące są niezwykle skomplikowane. Nowe rozwiązania opracowywane są przez zespoły interdyscyplinarne, w których specjaliści radiokomunikacji stanowią mniejszość. Większość stanowią informatycy, teleinformatycy oraz specjaliści z zakresu telekomunikacji. W celu lepszego zrozumienia wspólnie realizowanego celu, właściwej implementacji standardów wykorzystywanych w telekomunikacji oraz teleinformatyce oraz posługiwania się wspólnym językiem niezbędne jest, aby ci specjaliści poznali specyfikę kanałów radiowych oraz podstawową wiedzę z zakresu nowoczesnej radiokomunikacji. Temu celowi służył zamysł napisania tej książki.

Wyróżnia się ona od innych dostępnych na rynku tym, że autor podjął się zadania wytłumaczenia większości procesów i zjawisk wykorzystywanych w radiokomunikacji praktycznie bez stosowania aparatu matematycznego.

Wiedza przekazywana na studiach czy książki i artykuły pisane przez autorów wywodzących się ze środowisk naukowych i akademickich zwykle zawierają dość skomplikowany aparat matematyczny. Narzędzia matematyczne pozwalają na syntetyczny i elegancki zapis zjawiska czy procesu. Trudna jednak jest interpretacja tak dokonanego zapisu, by umożliwić praktyczną realizację konkretnego procesu np. modulacji czy kodowania. Tym cenniejsza jest ta książka, która w sposób obrazowy zapoznaje czytelnika z poszczególnymi procesami spotykanymi w radiokomunikacji i pozwala „poczuć” jak działają.

Autor książki, Czesław Frąc, z którym wiele lat pracowaliśmy w jednym zespole, zawsze starał się dogłębnie poznać zjawiska czy procesy, które były wykorzystywane w realizacji konkretnego zadania projektowego. Takie podejście pozwoliło nam na osiągnięcie szeregu sukcesów. Ta wiedza i pełne zrozumienie zjawisk i procesów znalazło swoje odzwierciedlenie w niniejszej książce, przekazując czytelnikowi w bardzo przystępny sposób skomplikowane zagadnienia radiokomunikacji.

Książka napisana z pasją powstała w bardzo krótkim czasie dzięki niezwykle szerokiej wiedzy i doświadczeniu autora. Bardzo dużo czasu i pracy pochłonęło jednak dopracowanie jej tak, aby w końcu książka znalazła się w księgarniach. Chcę wyrazić moje podziękowanie autorowi oraz gronu naszych kolegów z RADMOR S.A., którzy poświęcili dużo wysiłku na żmudne sprawdzanie i korekty kolejnych wersji książki.

Czyta się ją doskonale. Zawiera bardzo dużo kolorowych rysunków zdecydowanie ułatwiających zrozumienie opisów. Niektóre wyjaśnienia otwierają oczy nawet specjalistom. Jestem przekonany, że książka będzie bardzo przydatna dla studentów wydziałów: Elektroniki, Telekomunikacji czy Informatyki oraz pracowników i entuzjastów zajmujących się dynamicznie rozwijającą się w ostatnich latach dziedziną techniki tj. radiokomunikacją cyfrową.

mgr inż. Stanisław Kosicki  
Dyrektor ds. Rozwoju RADMOR S.A.

Gdynia, maj 2012 r.

*Któż widział wiatr?  
Ani ty ani ja  
Ale kiedy drzewa chylą swe głowy  
Wiemy, że wiatr przychodzi*

Robert Louis Stevenson

## PRZEDMOWA

Do tej książki przymierzałem się niczym „pies do jeża”. Zmobilizowany zostałem przez pewne wydarzenia, które uświadomiły mi, że wielu z nas, inżynierów, ma często kłopoty z podstawowymi, choć nieco złożonymi problemami.

Kiedy zaś zacząłem studiować literaturę, aby poprawić swą wiedzę i rozumienie, zauważyłem, że większość autorów bez całek, szeregów, pochodnych, macierzy i wielu skomplikowanych narzędzi matematycznych nie potrafi zrozumiale wyjaśnić działania rzeczywistych sygnałów elektrycznych.

Przypomniałem sobie jak to w czasie studiów przed wielu, wielu laty w katedrze teorii informacji zwalczały się dwie grupy pracowników naukowych: teoretyków i praktyków. Ci pierwsi zwani byli „miotaczami całek”, zaś ci drudzy „radiomechanikami”. Radiomechanicy brali do ręki lutownicę i elementy elektroniczne i budowali układy działające fizycznie, które realizowały określone funkcje, często bardzo złożone i umożliwiające realną obserwację zachowania się sygnałów, które miotacze całek przedstawiali na papierze w postaci wzorów matematycznych a nie działających urządzeń (komputery i symulacje były wtedy w powijakach, w sferze marzeń). Wszak jest oczywistym, że gdyby nie praktycy tacy jak Hertz, to słynne równania Maxwella do dziś pewnie leżałyby w szufladzie autora. Albo równanie Einsteina  $E = mc^2 \dots!$

Dlatego postanowiłem, bazując na latach spędzonych z lutownicą i oscyloskopem, spróbować omówić to, co we wzorach matematycznych prawdziwe, ale trudno uchwytnie dla praktycznego konstruktora.

Młode pokolenie kończące studia elektroniczne czy telekomunikacyjne, gdzie obecnie panuje wszechwładnie PC, symulacje i software, nieraz nie potrafi odróżnić opornika od kondensatora, diody od tranzystora, a obraz na oscyloskopie jest niezrozumiałą abstrakcją („Gdzie to pan widzi?”).

Tak po prawdzie to z obrazem na oscyloskopie miewają problemy nie tylko studenci. A przecież *de facto* wszystko, co się dzieje z sygnałami elektrycznymi, można spro-

wadzić do napięcia, prądu, częstotliwości, amplitudy, okresu czy kształtu, *zaś wszystkie kształty sprowadzają się do sinusoid* ☺.

Te wielkości są uchwytne dla wprawnego oka i ucha. I możliwe jest zobaczenie czy usłyszenie tego, co wyprawiają super inteligentne „ELEKTRONY” wykonujące dla nas niewyobrażalną pracę, od lat uruchamiając telewizory, radia, lodówki, odkurzacze, samoloty, pociągi; nie mówiąc o komputerach czy komórkach.

Przyjąłem zasadę, że będę opisywał po kolei różne układy, systemy czy zjawiska nie wnikając w ich konstrukcję fizyczną i minimalizując matematykę wyższą.

Oczywiście nie da się uniknąć arytmetyki, algebry, a zwłaszcza trygonometrii i geometrii. A momentami i całek. *Bez nich nie da rady!!!* ☺

Ponadto wyznając słynną chińską zasadę, że lepiej raz zobaczyć niż 10 razy usłyszeć (tu przeczytać), będę możliwie często ilustrował opisywane układy, zasady, sygnały i przebiegi. *Łatwiej zrozumieć, co to jest koń, widząc go w galopie, niż tylko słysząc stukot kopyt* ☺.

Zdaję sobie sprawę, że niektóre opisy mogą być dla wielu czytelników znane.

Jedne będą bardzo ciekawe, inne mniej. Praktyka wszakże wykazała, że to, co dla jednego jest oczywiste i dobrze znane, dla innego stanowi nowość, by nie powiedzieć tajemnicę. Jednak nie da się opisać wszystkiego i szczegółowo, i ogólnie.

Książka powstała „z marszu”, pod wpływem impulsu, w krótkim czasie. Nie miałem wstępnego materiału. Dopiero kolejne weryfikacje uwidaczniały mi, gdzie trzeba coś zmienić, co wyrzucić, a gdzie coś jeszcze dopisać.

Przyjąłem z góry zasadę, że nie będę wdawał się w szczegóły ilościowe, których w literaturze jest tyle, że łatwo się w nich pogubić, jeśli się nie wie czego szukać. Każdej stronie mojej książki odpowiadają dziesiątki artykułów. Sam przejrzałem ich setki. Internet to potężne narzędzie, ocean informacji. Ale wpierw trzeba wpisać w wyszukiwarce odpowiednie hasło, czasem zaskakujące.

**Aby coś znaleźć, trzeba wiedzieć czego się szuka.** I o to mi chodzi w tej książce.

*By być jak pies tropiący, któremu potrzebny jest zapach tego, co trzeba odszukać. Bez tego zapachu nic nie znajdzie.* ☺

Zdecydowałem się na żartobliwe wstawki („michałki”), sądząc, że uśmiech pozwala łatwiej zapisać w głowie to, o czym się czyta i przynosi chwilę odprężenia. A temat jest trudny i wymaga intensywnego wysiłku umysłowego, by dotrzeć do sedna problemu.

Do dziś pamiętam słowa dziekana ówczesnego Wydziału Łączności Politechniki Gdańskiej (dziś ETI), śp. doc. Leona Drozdowicza na uroczystości rozdawania indeksów wiele lat temu: „Życie jest brutalne, a Wydział Łączności trudny”.

Wiem, że nie uniknąłem błędów czy pomyłek w tak obszernej pracy, ale im więcej Czytelnik ich znajdzie, tym lepiej, bo będzie to świadczyć, że „wgrzyzł” się w temat.

Swego czasu za błąd znaleziony w podręczniku do optyki zostałem zwolniony z egzaminu z fizyki. *To były czasy! Teraz bywa, że za znalezienie błędu też zwalniają, ale z pracy* ☺

Jak stwierdził James L. Massey (2002):

„Czy inżynierowie telekomunikacji potrzebują teorii informacji?”

Nie, dopóki nie zechcą zrozumieć tego, czym się zajmują i być wśród liderów budujących przyszłość komunikacji”.

Dla mnie tworzenie rękopisu było dużą frajdą, *jak oscyloskop i lutownica* ☺, ale „maszynopis” i weryfikacje to droga przez mękę, *jak dokumentacja urzędnika* ☹.

Dziękuję wszystkim za pomoc w pisaniu tej książki. Dziękuję Tym, którzy dali mi możliwości zdobywania wiedzy i doświadczenia w tej pasjonującej dziedzinie, która dzisiaj wydaje się niekwestionowaną królową techniki, czyli w elektronice, gdzie wszechwładnie panują jej niewidzialni twórcy – ELEKTRONY i SYGNAŁY.

A w szczególności dziękuję Zarządowi RADMOR S.A.:

Prezesowi A. Synowieckiemu za akceptację i finansowe wsparcie moich poczynań,  
Dyrektorowi S. Kosickiemu za mentalne wsparcie i weryfikację kolejnych wersji książki.  
Kolegom po fachu z RADMOR S.A. za uciążliwą weryfikację prototypu książki oraz  
dr. inż. R. Dulskiemu za uwagi i opinię.

Książkę dedykuję TYM, którzy chcą wiedzieć więcej niż wymaga szef czy zaliczenie egzaminu, a także niedowiarkom, którzy nie wierzą w to, czego nie widzą, *ale z tego niewidzialnego cały czas korzystają* ☹.

Zapraszam na wędrówkę: „od sinusoidy do LTE” po skomplikowanym świecie sygnałów, w ich nieodłącznym towarzystwie.

Czesław Frąć

---

Mgr inż. CZESŁAW FRĄĆ – ukończył Technikum Łączności w Gdańsku w 1962 r., a następnie studia na Wydziale Łączności Politechniki Gdańskiej w 1968 r. Po studiach zatrudnił się w Zakładach Radiowych RADMOR. Od 1968 r. przez 14 lat pracował w Dziale Radionawigacji Biura Rozwojowego, gdzie uzyskał państwowy tytuł specjalisty z zakresu radionawigacji. W tym samym czasie pracował dodatkowo przez okres dziesięciu lat na Wydziale Elektroniki Politechniki Gdańskiej oraz ukończył studia podyplomowe z zakresu elektroniki. Od 1982 r. do dziś zajmuje się radiową transmisją danych (m.in. modulacjami cyfrowymi). Przez ten czas, wraz z kolegami, wdrożył do produkcji wiele urządzeń radionawigacyjnych i radiowej transmisji mowy i danych

Czesław Frąć jest autorem lub współautorem wielu patentów, projektów racjonalizatorskich oraz szeregu publikacji (głównie wewnętrznych). Jest tłumaczem technicznym języka angielskiego, niemieckiego i rosyjskiego. Aktualnie po wieloletniej pracy w dziale Systemów Radiokomunikacyjnych firmy RADMOR S.A. kończy pracę „etatową” i przechodzi na emeryturę.