



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Instrukcja współfinansowana przez Unię Europejską  
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego  
w projekcie

*„Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń  
– zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej – zarządzanie Uczelnią,  
nowoczesna oferta edukacyjna i wzmacniania zdolności  
do zatrudniania osób niepełnosprawnych”*

Instrukcja jest dystrybuowana bezpłatnie.

## **Instrukcja do laboratorium, część 2 – układy zasilania anten**

---

Łukasz Januszkiewicz

# **Technika antenowa**

Zadanie nr 30 – Dostosowanie kierunku Elektronika i Telekomunikacja do potrzeb rynku pracy i gospodarki opartej na wiedzy



**Politechnika Łódzka**  
Instytut Elektroniki

90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116,  
tel. 042 631 28 83  
[www.kapitalludzki.p.lodz.pl](http://www.kapitalludzki.p.lodz.pl)

## 1. Opis laboratorium

Ćwiczenie ma na celu przedstawienie zasad projektowania układów zasilania zntn.

Podczas wykonywania ćwiczeń studenci nabywają umiejętność prawidłowego odczytywania impedancji prezentowanej na wykresie Smitha oraz poznają podstawowe techniki dopasowywania impedancyjnego anten.


Ćwiczenie realizowane jest przy pomocy programu QuickSmith 4.2.

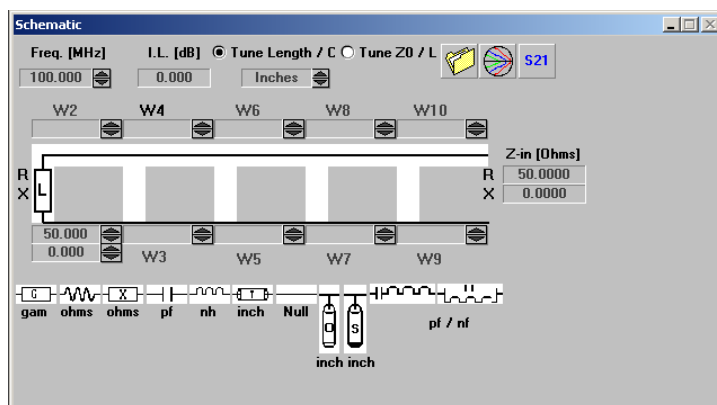
## 2. Opis programu QuickSmith

Program QuickSmith służy do obliczania impedancji prostych układów złożonych z elementów pasywnych. Po uruchomieniu programu widoczne jest główne okno programu, które udostępnia rozwijane menu odpowiednich funkcji programu. Widoczne są również okna wykresu i schematu. Okno schematu ilustruje rysunek 1, a okno wykresu rysunek 4. Praca z programem polega na ustaleniu konfiguracji badanej sieci przez wybór elementów podłączonych równolegle bądź szeregowo oraz przez ustalenie wartości charakterystycznych parametrów (takich jak rezystancje, indukcyjności, pojemności itd.). Program oblicza impedancje tak skonfigurowanej sieci dla określonych przez użytkownika częstotliwości i prezentuje ją na wykresie Smitha widocznym w oknie wykresu.

Rozpoczynając pracę z programem możemy wybrać istniejącą sieć lub utworzyć własną. Aby badać istniejącą sieć należy wybrać z menu File w oknie głównym programu opcję Open Schematic. Następnie należy wskazać odpowiedni plik, w którym zachowana została odpowiednia sieć.


W przypadku tworzenia własnej sieci należy wybrać wariant Save Schematic As i określić nazwę oraz lokalizację pliku, w którym zostanie zapisany utworzony schemat.

Okno schematu pozwala na konfigurację badanej sieci (rys. 1). Sieć, którą można analizować za pomocą programu QuickSmith posiada ustaloną, „drabinkową” strukturę. Użytkownik może umieszczać elementy podłączone szeregowo i równolegle z zasilaniem po przez przeciąganie symboli odpowiednich elementów na ich miejsca w sieci. Po ustaleniu położenia odpowiedniego elementu w sieci następuje otworenie okna dialogowego, w którym można wprowadzić odpowiednie wartości. Jeśli wartość początkowa nie jest znana, to można wpisać 0, a następnie krokowo wprowadzać zmiany za pomocą klawiszy . Wielkość kroku, z jakim wprowadza się zmiany można ustalić klikając myszką w oknie wartości danego parametru.



Rys. 1 Okno schematu.

Wartość można również zmienić klikając na symbole wstawionych w sieć elementów. Spowoduje to otworzenie okna dialogowego, w którym należy wpisać nową wartość.

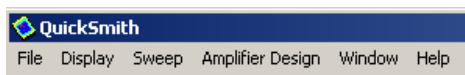
Usunięcia elementu dokonuje się po przez umieszczenie symbolu  w miejscu wymazywanego elementu. Podczas gdy okno Schematu jest aktywne w oknie głównym programu zmieniają się klawisze menu rozwijanego jak na rysunku 2.



Rys2. Menu programu głównego, gdy aktywne jest okno schematic

W tym trybie rozwijane menu File umożliwia otwarcie zapisanego wcześniej schematu lub zapisanie aktualnie tworzonego w postaci pliku. Menu Sweep Setup umożliwia określenie zmian parametrów w kolejnych obliczeniach pętli (obliczenia dla częstotliwości lub wartości elementu z zadanego przedziału). Menu Assign Values pozwala przypisać wartości odpowiednim parametrom elementów występujących na schemacie. Menu Termination pozwala wybrać rodzaj obciążenia projektowanej sieci. Obciążenie można określić za pomocą impedancji, współczynnika odbicia lub też można zastosować opis obciążenia w paśmie częstotliwości (wariant „Multiple”).

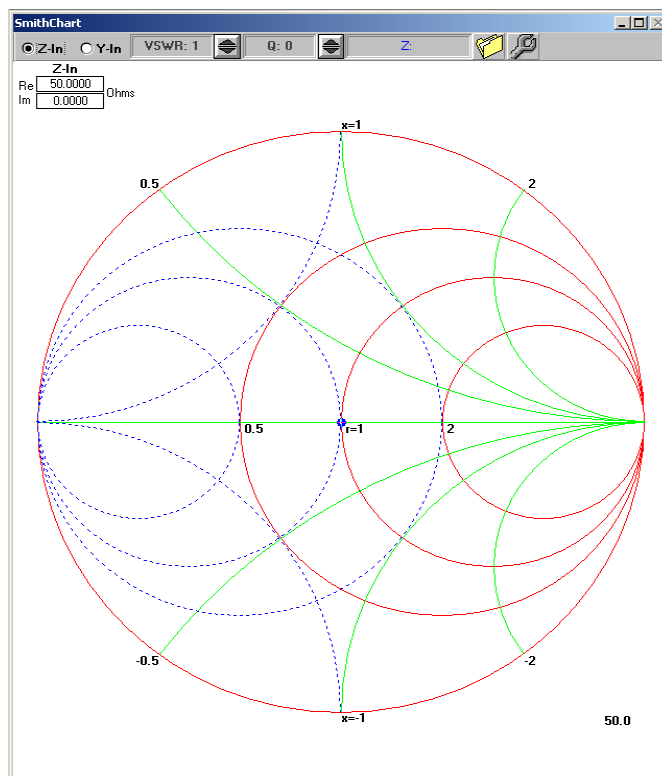
W przypadku uaktywnienia okna wykresu, dostępne jest menu przedstawione na rysunku 3.



Rys3. Menu programu głównego, gdy aktywne jest okno SmithChart

Gdy aktywne jest okno wykresu to menu sweep umożliwia przedstawienie wyników obliczeń z przemiataniem częstotliwości lub parametru. Ponadto menu Display umożliwia wybranie widocznych elementów wykresu.

Obliczona impedancja prezentowana jest na oknie wykresu (rysunek 4) w postaci pojedynczego punktu, gdy obliczenia wykonywane są dla jednej częstotliwości lub w postaci krzywej, gdy program „przemiata” określony przedział częstotliwości lub wartości parametru.



Rys. 4 Okno wykresu

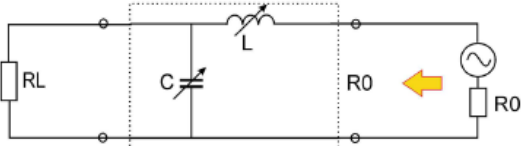
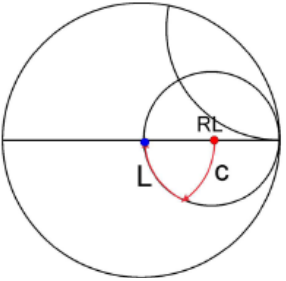
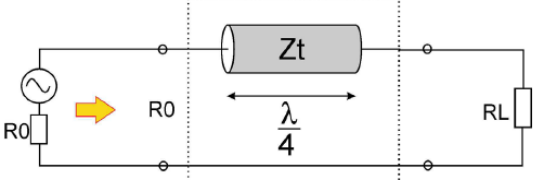
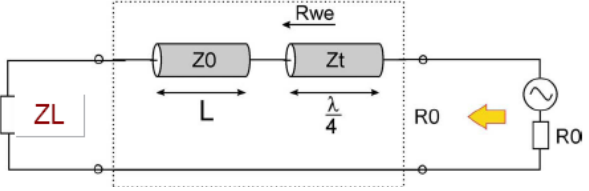
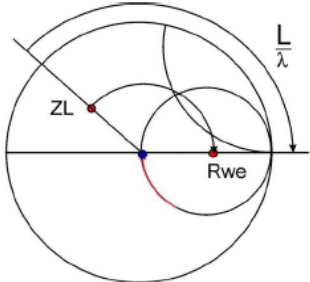
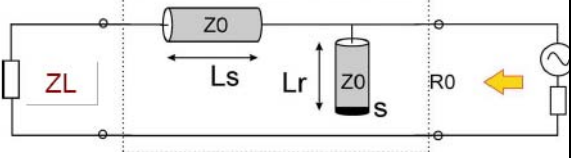
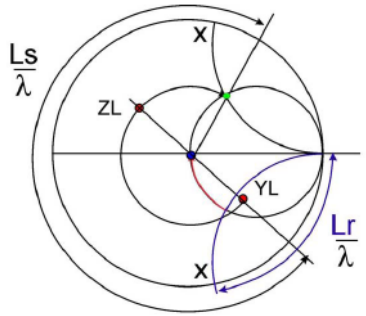
### 3. Transformatory impedancji wejściowej anten

Transformatory impedancji to Układy modyfikujące impedancję obciążenia. W przypadku transformatorów antenowych modyfikowana jest impedancja wejściowa anteny, tak aby była dopasowana do impedancji linii zasilającej bądź urządzenia nadawczo-odbiorczego.

Prawidłowo zaprojektowane transformatory impedancji pozwalają zredukować odbicie sygnału i zwiększyć efektywność toru transmisyjnego. Transformatory wprowadzają tłumienie (zależne od częstotliwości).

W Tabeli 1 przedstawiono kilka układów transformatorów impedancji oraz zasadę ich projektowania

Tabela 1. Wybrane układy transformatorów impedancji

Typ transformatora	Schemat	Reguła projektowania
LC		
Ćwierćfalowy		$Z_t = \sqrt{R_0 * R_L}$
Szeregowy		
Równoległy		

## 4. Zadania

### Zadanie 1

Zidentyfikować na wykresie Smitha położenie punktów reprezentujących: impedancje linii dopasowanej, linii zwartej i linii rozwartej.

Zaobserwować zmiany położenia na wykresie Smitha punktu reprezentującego impedancje sieci złożonej z rezystancji i reaktancji w przypadku zmiany rezystancji i w przypadku zmiany reaktancji. Wskazać charakterystyczne linie i parametr, który pozostaje stały dla nich.

### Zadanie 2

Zaprojektować transformator impedancji LC dopasowujący zadaną rezystancję  $R_L$  do linii o impedancji  $50 \Omega$  dla częstotliwości 100MHz.

Projekt zweryfikować za pomocą programu QuickSmith.

### Zadanie 3

Zaprojektować transformator ćwierćfalowy zapewniający dopasowanie rezystancji  $R_L$  (jak w zadaniu 2). Projekt zweryfikować za pomocą programu QuickSmith.

### Zadanie 4

Dla wybranej przez siebie impedancji  $Z_L$ , korzystając z wykresu smitha obliczyć parametry układu dopasowującego złożonego z szeregowego odcinka linii 50 omowej i transformatora ćwierćfalowego.

Projekt zweryfikować za pomocą programu QuickSmith.

### Zadanie 5

Dla wybranej przez siebie impedancji  $Z_L$ , korzystając z wykresu smitha obliczyć parametry układu dopasowującego złożonego z szeregowego odcinka linii 50 omowej i pojedynczego stroika (odcinka linii 50 omowej włączonej równolegle i zwartej na końcu).

Projekt zweryfikować za pomocą programu QuickSmith.

### Zadanie 6

Porównać pasmo układów dopasowujących z zadań 2 – 5 dla współczynnika fali stojącej równego 2.