

Od wzoru Thomsona do rezonansowych schematów zastępczych

Lech Tomawski, Iwona Mróz, Zenon Kukuła

Uniwersytet Śląski, profesor emerytowany, Uniwersytet Wrocławski, Instytut Fizyki Doświadczalnej,
Uniwersytet Śląski, Instytut Informatyki

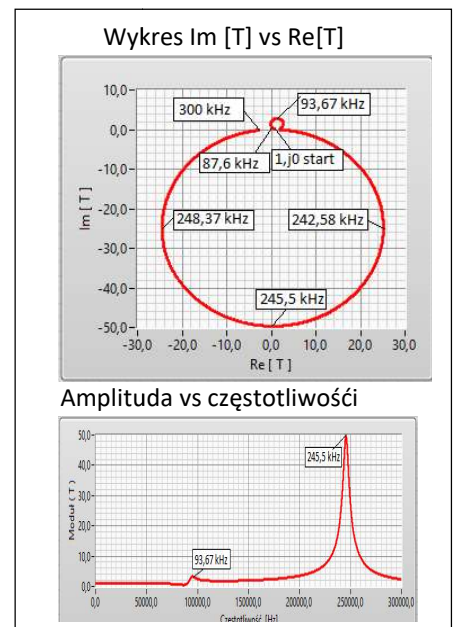
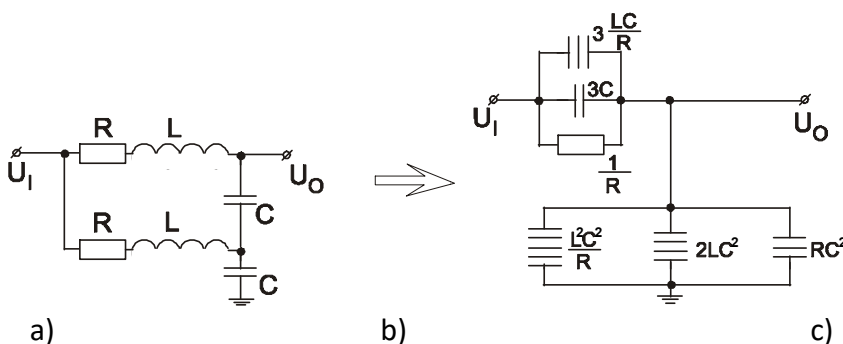
1920

1920-2020



100 LAT POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

Dla obwodu rezonansowego LC częstotliwość rezonansową $f(\text{rez})$ wyznacza się ze wzoru Thomsona, a kształt krzywej rezonansowej jest związany z pojęciem dobroci. Długo nie były znane inne obwody, dla których rezonans zachodziłby między ich elementami czynnymi. Stąd, dla opracowanego przez W. Wiena układu RC (1891) mówiono o częstotliwości “pseudorezonansowej” i nie określano dobroci. W 1969 r. L. Bruton opublikował filtr dolnoprzepustowy, w którym zachodzi rezonans między konduktancją i superpojemnością. Później okazało się, że znany obwód RLC jest jednym z wielu istniejących obwodów rezonansowych. W niniejszej pracy omówiono dwójnikowe schematy zastępcze, zasygnalizowane w [1], pozwalające opisać wszystkie zjawiska rezonansowe występujące w sieciach RC, RL i RLC (Rys 1). Rezonans zachodzi między dwójnikami o immitancjach różniących się znakami i czynnikiem ω^2 lub $1/\omega^2$. W układach elektronicznych występują elementy RLC oraz elementy wyższych rzędów: FDNC, FDNR, FDNCap, FDNInd FDPcon itd. Pokazano korzyści ze stosowania rezonansowych schematów zastępczych dla wariantów sieci: 2RLC, 2RCL i 2LCR w odniesieniu do pojedynczej gałęzi RLC. Zaprezentowano też rezonansowe schematy zastępcze układu Wiena i oscylatora z układem Wiena.



Rys.1. Przykład sieci 2RLC: $R=40\Omega$, $L=1,1\text{mH}$ i $C=1\text{nF}$ (a) i jej rezonansowego schematu zastępczego (b). Odwzorowaniem transmitancji widmowej sieci (a) na płaszczyźnie zespolonej jest wykres górny (c). Zaznaczono na nim $f(\text{rez})$ odpowiadające pięciu różnym zjawiskom rezonansowym występującym w sieci (a) (poza wartościami skrajnymi niewidocznymi na wykresie) i wynoszące: 87,6 kHz, 3979 kHz, 185,9 kHz 262,8 kHz 5,79 kHz. Suma admitancji widmowych wszystkich dwójników rzeczywistych przyrównana do zera pozwala wyliczyć $f = 245,5\text{kHz}$ odpowiadającą dużemu pikowi na przebiegu amplitudy i skojarzoną z dużym okręgiem. Mały okrąg odpowiada rezonansowi między dwójnikami biernymi $3C$ i $2LC^2$. Różnica częstotliwości 248,37 kHz i 242,58 kHz to szerokość pasma krzywej rezonansowej dla częstotliwości środkowej 245,5 kHz. Do uzyskania (c) wykorzystano program LabVIEW 2017, Math Script using Riemann zeta.vi (autorzy dziękują firmie NI za umożliwienie użycia programu).

Sugerujemy, że nowoczesna teoria obwodów powinna włączyć do podstawowej grupy elementów dwójnikowych R, L i C grupę elementów wyższych rzędów (teoretycznie nieskończoną), takich jak: superpojemności, superindukcyjności, ujemne pojemności i indukcyjności trzeciego rzędu itd.

Literatura: [1] L. Tomawski, Z.Kukuła „Resonant Frequency Division”, Electronics World, pp. 26-32, July 2006.

Słowa kluczowe: [FDNC, FDNR, FDNCap, FDNInd, FDPCon]

