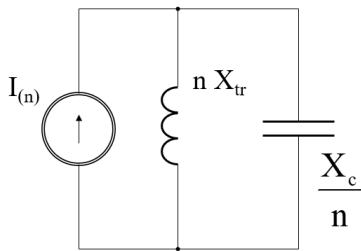


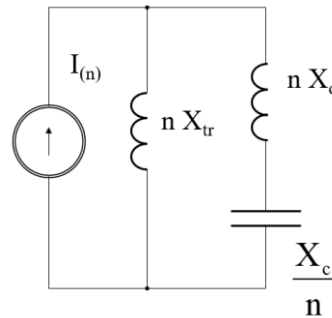
## Zadanie

Dla poniższych obwodów elektrycznych

Obwód A



Obwód B



Gdzie

$$X_{tr} = 18 \text{ m}\Omega, X_c = 1.291 \text{ }\Omega \text{ do } 0.916 \text{ }\Omega, X_d = 36.76 \text{ m}\Omega$$

Oraz dodatkowo w punktach 3 i 4:

- $R_l = 10 \text{ m}\Omega$  dla każdej cewki
- $R_c = 1 \text{ m}\Omega$  dla kondensatora

### 1. Operacje poelementowe

Zakładając że

$$Z_1(n) = \frac{-nX_cX_{tr}}{n^2X_{tr} - X_c}$$

$$Z_2(n) = \frac{nX_{tr}(n^2X_d - X_c)}{n^2(X_{tr} + X_d) - X_c}$$

są wzorami uproszczonymi na impedancję zastępczą obwodów odpowiednio A i B, napisz skrypt wykonujący charakterystykę  $|Z(n)|$  od  $n$  dla maksymalnej i minimalnej wartości  $X_c$ , osobno dla obwodu A i B. Wykorzystaj podane formuły i operacje poelementowe na sekwencjach aby wyznaczyć moduły impedancji.

Użyteczny zakres  $n = 0 \dots 10$

W wyniku działania skryptu powinny zostać stworzone dwa wykresy (dla obwodu A i B), zawierające dwie linie każdy (dla wartości minimalnej i maksymalnej  $X_c$ )

## 2. Modelowanie połączeń

Zakładając, że wzór na impedancję zastępczą nie jest znany zaproponuj skrypt, który na podstawie znanej topologii połączeń (połączenie szeregowe i równoległe elementów) jest w stanie wyznaczyć impedancję obwodu A i B.

Zdefiniuj dwie funkcje obliczające impedancję połączenia szeregowego i równoległego, następnie oblicz moduł impedancji (reaktancji) dla obwodów A i B. Staraj się unikać bezpośrednich iteracji. Zakres zmian  $n$  jak w punkcie 1

W wyniku działania skryptu powinny zostać stworzone dwa wykresy (dla obwodu A i B), zawierające dwie linie każdy (dla wartości minimalnej i maksymalnej  $X_c$ )

## 3. Dodanie rezystancji

Zmodyfikuj skrypt z punktu 2 tak, aby dało się podać rezystancję razem z reaktancją. Dla obu obwodów załóż że:

- $R_l = 10 \text{ m}\Omega$  dla każdej cewki
- $R_c = 1 \text{ m}\Omega$  dla każdego kondensatora

Zwróć uwagę że:

- impedancja widmowa jest teraz funkcją zespoloną, zawierającą rezystancję jako część rzeczywistą i reaktancję jako część urojoną
- wzory na impedancję zastępczą z punktu 1 są nieprawdziwe w takich warunkach
- zwróć uwagę na kompatybilność tablic NumPy z funkcją `complex()`

W wyniku działania skryptu powinny zostać stworzone dwa wykresy (dla obwodu A i B), zawierające dwie linie każdy (dla wartości minimalnej i maksymalnej  $X_c$ )

Spróbuj zidentyfikować częstotliwość rezonansową – będzie ona nieco inna niż otrzymana w punkcie 1 i 2.

Jaka jest maksymalna i minimalna wartość impedancji (modułu) w tym przypadku?

## 4. Wykorzystanie PySpice

Napisz skrypt wykorzystujący PySpice do zamodelowania obwodów A i B. Obwód powinien składać się z indywidualnych modeli elementów: kondensatory, cewki i rezystory. Wykonaj analizę częstotliwościową (tryb symulacji AC) i narysuj wykres zależności  $|Z(n)|$  od  $n$  (jeden wykres dla każdego obwodu). Do stworzenia wykresu można wykorzystać Matplotlib.

Zwróć uwagę na:

- Parametry podane na schematach obwodów są reaktancjami w  $\Omega$  wyznaczonymi dla 50 Hz – aby otrzymać indukcyjność i pojemność należy je odpowiednio przeliczyć.

- Na schemacie pokazane jest źródło prądu, co oznacza że musimy mierzyć napięcie. Jako, że interesuje nas impedancja można wykorzystać źródło napięciowe i zmierzyć prąd. Prąd można otrzymać poprzez pole `.branches` zmiennej zawierającej wyniki symulacji.
- Aby wykorzystać NumPy do obliczeń, wynik analizy powinien zostać przekonwertowany do postaci tablicy NumPy (`ndarray`). Można to zrobić wywołując `.as_ndarray()` na zmiennej z wynikami. Można również użyć bezpośredniej konwersji wywołując `np.array(variable)` gdzie `variable` to zmienna zawierająca sekwencję danych.

### Uwagi końcowe

Ocena zależy do tego, ile punktów uda się wykonać. Punkty obowiązkowe to 1 i 4, punkty opcjonalne to 2 i 3.

Można przesłać także jeden skrypt Python wykonujący wszystkie operacje. Dopuszczalny jest notebook Jupyter'a.

Ocena może zostać podniesiona za:

1. Czytelne wykonanie wykresów: siatka, opisy osi itp.
2. Zaznaczenie częstotliwości rezonansowych w każdym przypadku linią poziomą przerywaną (jeden rezonans dla obwodu A, dwa rezonanse dla obwodu B)

Proszę wgrać pliki wykorzystując MS Teams Assignment/Zadanie