



KOMPUTEROWA ANALIZA UKŁADÓW ELEKTRONICZNYCH

Grupa		Data wykonania ćwiczenia:	Ćwiczenie prowadził:
Nazwisko i imię:	Ocena	Uwagi:	Podpis:
1.			
2.			
3.			

SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO

Temat: **Badanie Algorytmów Analizy Czasowej i Widmowej**

1. ANALIZA CZASOWA UKŁADU LINIOWEGO METODAMI EULERA, TRAPEZÓW I GEARA

Zadanie 1.

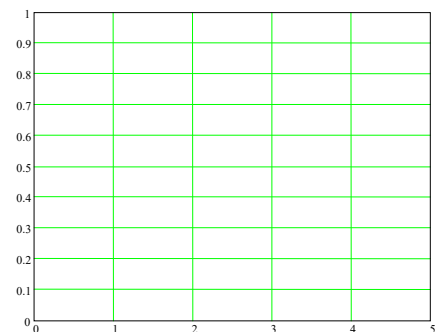
- Zapoznać się z kodem programu *Tran_1.m*. Do symulacji wykorzystać plik *RC.cir*. Narysować schemat obwodu zdefiniowanego w pliku *RC.cir* oraz przebieg U_{C1} . Oszacować (metodą graficzną) stałą czasu τ tego obwodu.

Plik *RC.cir*:

Schemat:

Wyniki obliczeń:

U1 1 0 1
R1 1 2 1e3
C1 2 0 1e-6



$\tau = \dots\dots\dots$

$\tau = \dots\dots\dots$

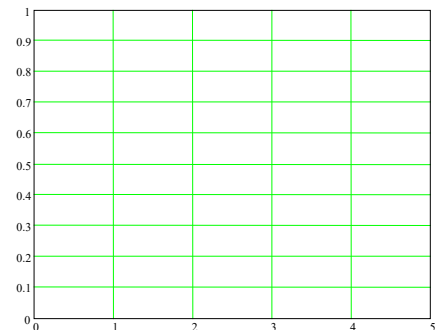
- Zwiększyć funkcjonalność programu *Tran_1.m* tak, aby zapewnił możliwość analizy obwodów zawierających również cewki. Zmodyfikowany program przetestować wykorzystując plik *RL.cir*. Narysować schemat obwodu zdefiniowanego w pliku *RL.cir* oraz przebieg U_{L1} . Oszacować (metodą graficzną) stałą czasu τ tego obwodu.

Plik *RL.cir*:

Schemat:

Wyniki obliczeń:

U1 1 0 1
R1 1 2 1
L1 2 0 1e-3



$\tau = \dots\dots\dots$

$\tau = \dots\dots\dots$

- Za pomocą programu *Comparison.m*, zbadać wpływ długości kroku na stabilność algorytmów interpolacyjnego, trapezów i Geara w przypadku analizy obwodu z pliku *RLC.cir*. Zmieniając długość kroku analizy (*Step*) w zakresie 10-150 μs , zaobserwować wpływ tego parametru na dokładność i stabilność rozwiązania. Przyjąć czas analizy (*Span*) 5 ms. Program uruchamiać z okna komend. Przykładowe polecenie: **Comparison(10e-6, 5e-3, 'RLC.cir')**. Który z algorytmów jest najbardziej dokładny i stabilny? Sformułować odpowiednie wnioski.

2. ANALIZA WIDMOWA

2.1. INSTRUKCJA OBSŁUGI PROGRAMU *ANALIZATOR WIDMOWY*

Program uruchamia się z poziomu okna komend *Matlaba* poprzez wywołanie polecenia *generator*.

2.1.1. Generacja przebiegów o zadanych parametrach i ich usuwanie

Aby wygenerować sygnał dyskretny należy wybrać za pomocą rozwijanej listy kształt przebiegu oraz określić w polach edycyjnych jego pozostałe parametry: częstotliwość, amplituda, składowa stała, czas obserwacji, częstotliwość próbkowania lub preferowana liczba próbek w sygnale oraz dla sygnałów prostokątnych dodatkowo współczynnik wypełnienia.

Wciśnięcie przycisku „Generuj” spowoduje sprawdzenie poprawności wpisanych danych (czy wybrany został jeden z zaproponowanych kształtów: sinusoidalny lub prostokątny oraz czy we wszystkich polach edycyjnych znajdują się jedynie cyfry i ewentualnie znak separatora dziesiętnego w postaci kropki). W przypadku niepowodzenia pojawia się stosowny komunikat. Jeżeli wszystkie parametry okażą się formalnie poprawne, zostanie wygenerowany ciąg próbek o zadanych parametrach. Jednocześnie będzie on zapamiętany pod stosowną nazwą w przestrzeni roboczej *Matlaba*, a jego nazwa wyświetli się na liście dostępnych sygnałów. Dodatkowo sygnał ten zostanie zobrazowany na wykresie w oddzielnym oknie.

Wygenerowanie co najmniej jednego sygnału spowoduje uaktywnienie opcji obliczenia jego widma oraz usunięcia z listy. W przypadku obecności na liście dwóch lub większej liczby sygnałów możliwe staje się przeprowadzenie na nich prostych operacji arytmetycznych przy wykorzystaniu wbudowanego kalkulatora.

Jeśli na liście znajdzie się więcej sygnałów niż jest niezbędne w danej chwili do dalszej pracy, istnieje możliwość ich usuwania. W tym celu należy zaznaczyć zbędny sygnał oraz wybrać przycisk „Usuń” znajdujący się pod listą sygnałów. Należy jednak z tej funkcji korzystać ostrożnie, ponieważ nie istnieje opcja umożliwiająca przywrócenie usuniętego sygnału. W przypadku usunięcia potrzebnego przebiegu należy wygenerować go ponownie.

2.1.2. Operacje na parze sygnałów

Program umożliwia przeprowadzanie obliczeń takich jak dodawanie, odejmowanie oraz wymnażanie sygnałów. W tym celu konieczne jest wcześniejsze zaznaczenie na liście pary sygnałów, przytrzymując klawisz „Ctrl” i klikając lewym przyciskiem myszy na nazwy wybranych przebiegów. Następnie należy wybrać przycisk z symbolem operacji (+, -, *, oznaczające odpowiednio dodawanie, odejmowanie oraz wymnażanie pary przebiegów).

Po wybraniu którejś z nich sprawdzane jest, czy sygnały zostały określone w tych samych chwilach czasowych, co jest równoważne temu samemu czasowi obserwacji i liczbie próbek lub częstotliwości próbkowania. W przypadku braku zgodności wyświetlony zostanie stosowny komunikat. Jeśli jednak sprawdzenie przebiegów pomyślnie zostanie wykonane wybrane działanie i powstanie nowy sygnał będący jego wynikiem. Analogicznie do generacji, spowoduje to pojawienie się nowego sygnału na liście oraz zobrazowanie wynikowego przebiegu w oddzielnym oknie.

W przypadku każdej z operacji sygnał zajmujący wyższą pozycję na liście jest pierwszym elementem działania, zaś ten z niższej pozycji drugim. Kolejność ta jest istotna jedynie w przypadku odejmowania od siebie pary sygnałów. Wówczas odjemną będzie sygnał znajdujący się wyżej, a odjemnikiem drugi z nich.

2.1.3. Obliczanie widma amplitudowego sygnału

Obliczanie widma amplitudowego wymaga wybrania z listy jednego sygnału. W przypadku zaznaczenia kilku obliczenia zostaną wykonane tylko dla tego z najwyższej pozycji na liście.

Przed przystąpieniem do obliczeń istnieje możliwość zadeklarowania:

- rodzaju okna czasowego (okno *prostokątne*, *Hanninga* oraz *Flat Top*),
- algorytmu, jaki ma zostać zastosowany: FFT typu radix-2 lub DFT,
- liczby zer, jaką ma zostać uzupełniony sygnał,
- jednostki, w jakiej ma zostać wyskalowana oś pionowa w celu zobrazowania przebiegu.

Wymagane jest, aby treść wpisana w pole edycyjne określające liczbę zer do uzupełnienia była typu całkowitoliczbowego, czyli składała się z samych cyfr. Warunek ten sprawdzany jest bezpośrednio po uruchomieniu funkcji przyciskiem „Oblicz”. W przypadku braku zgodności formatu pojawia się stosowny komunikat błędu.

W przeciwnym przypadku zostanie obliczone unormowane widmo amplitudowe badanego sygnału wymnożonego wybraną funkcją okna i uzupełnionego zadeklarowaną liczbą zer. Dla sygnałów, które mają pozostać poddane transformacji bez zmian, należy zadeklarować okno prostokątne, a w pole edycyjne wpisać wartość „0”.

Istnieje także możliwość wybrania algorytmu obliczającego dyskretną transformację Fouriera: na podstawie definicji lub z wykorzystaniem algorytmu FFT. W przypadku tego drugiego wymagane jest, aby liczba próbek była potęgą dwójki, w związku z czym należy się liczyć z automatycznym uzupełnianiem zerami do wymaganej długości. Obliczanie DFT z definicji umożliwia przeprowadzanie obliczeń na sygnale o dowolnej długości. W obu przypadkach program właściwie skaluje wartości amplitud.

Ponieważ funkcja ta daje w wyniku dodatkowy sygnał (widmo), podobnie jak w poprzednich przypadkach, jest on zapamiętywany i wyświetlany na liście. Dodatkowo widmo zostaje zobrazowane w oddzielnym oknie razem, z przebiegiem czasowym.

2.2. WYKAZ ĆWICZEŃ DO ANALIZY WIDMOWEJ

Aby uruchomić program, należy wpisać w oknie komend *Matlaba* polecenie **generator**.

Zadanie 2. Próbkowanie.

Wygenerować dwa sygnały sinusoidalne o amplitudzie $U = 1$ V, częstotliwości $f = 4$ kHz i czasie trwania $t = 4$ ms próbkowane z częstotliwościami $f_{s1} = 32$ kHz i $f_{s2} = 3.75$ kHz. Wyjaśnić przyczynę powstania różnicy w kształtach obu przebiegów.

Zadanie 3. Liniowość transformaty.

Wygenerować dwa sygnały sinusoidalne o amplitudach $U_1 = U_2 = 1$ V, częstotliwościach $f_1 = 1$ kHz i $f_2 = 2$ kHz i czasie trwania $t = 4$ ms, próbkowane z częstotliwością $f_s = 16$ kHz. Zsumować utworzone sygnały oraz obliczyć widma wszystkich trzech sygnałów (*Jednostka: V; Rodzaj okna: prostokątne; Analiza: DFT, Liczba zer do uzupełnienia: 0*). Zwrócić uwagę na ich wzajemną zależność.

Zadanie 4. Przemiana częstotliwości.

Wygenerować dwa sygnały sinusoidalne o parametrach: $f_1 = 1$ kHz, $A_1 = 1$ V oraz $f_2 = 2.5$ kHz, $A_2 = 3$ V i czasie trwania $t = 8$ ms z częstotliwością próbkowania $f_s = 25$ kHz. Wymnożyć utworzone sygnały oraz obliczyć widma wszystkich trzech sygnałów (*Jednostka: V; Rodzaj okna: prostokątne; Analiza: DFT, Liczba zer do uzupełnienia: 0*). Zwrócić uwagę na ich wzajemną zależność.

Zadanie 5. Przeciek częstotliwości.

Wygenerować dwa sygnały sinusoidalne o amplitudach $U_1 = U_2 = 1$ V, częstotliwościach $f_1 = f_2 = 4$ kHz i liczbie próbek $N_1 = N_2 = 128$ oraz czasach obserwacji $t_1 = 4$ ms i $t_2 = 4.1$ ms. Obliczyć ich widma amplitudowe (*Jednostka: V; Rodzaj okna: prostokątne; Analiza: DFT, Liczba zer do uzupełnienia: 0*). Wyjaśnić przyczynę różnic.

Zadanie 6. Wpływ okien.

Zbadać wpływ kształtu okna czasowego: *prostokątnego, Hanninga* oraz *Flat Top* na widmo amplitudowe obserwowane w skali logarytmicznej (*Jednostka: dBm; Analiza: DFT, Liczba zer do uzupełnienia: 0*) sygnału o liczbie próbek $N = 256$ i czasie trwania $t = 8$ ms, będącego sumą dwóch składowych harmonicznym o parametrach:

1) o jednakowych amplitudach położonych blisko siebie:

$$f_1 = 4.15 \text{ kHz}, A_1 = 1 \text{ V} \quad \text{oraz} \quad f_2 = 4.35 \text{ kHz}, A_2 = 1 \text{ V};$$

2) o dużej różnicy amplitud położonych w nieco większej odległości:

$$f_1 = 4.15 \text{ kHz}, A_1 = 1 \text{ V} \quad \text{oraz} \quad f_2 = 4.6 \text{ kHz}, A_2 = 50 \text{ mV};$$

3) o bardzo dużej różnicy amplitud położonych w większej odległości:

$$f_1 = 4.15 \text{ kHz}, A_1 = 1 \text{ V} \quad \text{oraz} \quad f_2 = 5 \text{ kHz}, A_2 = 1 \text{ mV}.$$

Zadanie 7. Uzupełnianie zerami.

Wygenerować dwa sygnały sinusoidalne o amplitudach $U_1 = U_2 = 1$ V, częstotliwościach $f_1 = f_2 = 4$ kHz oraz czasach trwania $t_1 = 4$ ms i $t_2 = 3$ ms, próbkowane z częstotliwością $f_s = 32$ kHz. Obliczyć i wykreślić w skali liniowej (*Jednostka: V*) DFT dla pierwszego sygnału bez uzupełniania zerami oraz dla drugiego po uzupełnieniu go 32 zerami. W jaki sposób uzupełnienie zerami wpłynęło na widmo amplitudowe?

Zadanie 8. DFT vs. FFT.

Wygenerować dwa sygnały sinusoidalne o amplitudach $U_1 = U_2 = 1$ V, częstotliwościach $f_1 = f_2 = 4$ kHz oraz czasie trwania $t = 8$ ms, kolejno o liczbie próbek $N_1 = 256$ i $N_2 = 200$ (**ustawić: $f_s = 25$ kHz**). Dla każdego z nich obliczyć widmo za pomocą DFT oraz FFT (*Jednostka: V; Rodzaj okna: prostokątne; Liczba zer do uzupełnienia: 0*). Wyjaśnić przyczynę różnic.

