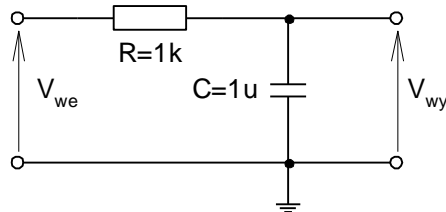


# SYMULACJA UKŁADÓW ELEKTRONICZNYCH

## ćwiczenie 2 - układy prostych filtrów pasywnych RC

### 1) filtr dolnoprzepustowy



$$\omega = \frac{1}{RC}$$

rysunek 1

a) Na rysunku 1 przedstawiony jest układ jednobiegunowego pasywnego filtra dolnoprzepustowego.

Przed przystąpieniem do wykonywania analiz w programie Spice obliczyć wartość częstotliwości trzydecybelowej  $f_{3dB}$  tego układu.

$$159,15 \text{ Hz}$$

Następnie zapisać topologię układu w programie Spice i wyznaczyć za pomocą analizy .AC charakterystyki małosygnałowe układu (ustanowić dekadową zmianę częstotliwości oraz początek i koniec analizy kilka dekad odpowiednio poniżej i powyżej częstotliwości  $f_{3dB}$ ).

$$158,78 \text{ Hz}$$

Z charakterystyki amplitudowej odczytać wartość  $f_{3dB}$  i porównać z obliczeniami. Wyznaczyć nachylenie tej charakterystyki w obszarze, gdzie to nachylenie ma stałą wartość, dla wyższych częstotliwości (w dB/dek - należy odczytać wartości wzmocnienia na początku i końcu dowolnej dekady w rozpatrywanym zakresie). Wskazówka: można uaktywnić dwa kursory na wykresie.

$$-20 \text{ dB}$$

Odczytać wartość przesunięcia fazowego dla częstotliwości  $f_{3dB}$ .

$$-45^\circ$$

Odczytać wartości amplitudy oraz fazy dla częstotliwości  $f_1 = 0,1 \cdot f_{3dB}$  i  $f_2 = 10 \cdot f_{3dB}$ .

$$-43 \text{ mV}$$

$$-5,7^\circ$$

$$-20 \text{ dB}$$

$$-84^\circ$$

Powyższy układ jest nazywany układem całkującym. Określić dla jakich częstotliwości układ ten całkuje sygnał wejściowy. Wskazówka:  $[\sin x \rightarrow \cos x]$ , zastanowić się, jakie jest przesunięcie fazowe pomiędzy  $\sin x$  i  $\cos x$ .

$$> 10 \cdot f_{3dB}$$

UWAGA: źródło wejściowe dobrać ze współczynnikiem proporcjonalności (amplitudą małosygnałową) równym 1; wówczas wzmocnienie układu można obserwować poprzez wyznaczanie sygnału wyjściowego (nie trzeba dzielić  $U_{wy} / U_{we}$ ).

b) Za pomocą analizy .TRAN wyznaczyć odpowiedzi układu z rysunku 1 na sygnały sinusoidalne o częstotliwościach kolejno  $f_1$ ,  $f_{3dB}$ ,  $f_2$  (należy przy tym pamiętać o modyfikowaniu parametrów analizy .TRAN). Czy wartości tłumienia i przesunięcia fazowego odczytane bądź oszacowane z tych przebiegów pokrywają się z otrzymanymi w punkcie a)? Obserwować sygnał wyjściowy na tle sygnału wejściowego!

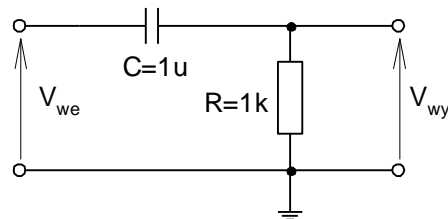
c) Wyznaczyć odpowiedzi układu na sygnały prostokątne o częstotliwościach kolejno  $f_1$ ,  $f_{3dB}$ ,  $f_2$ . Dla której częstotliwości obserwujemy całkowanie? Co dzieje się ze składową stałą sygnału wejściowego (przeprowadzić kilka analiz z różnymi współczynnikami wypełnienia fali prostokątnej i

różnymi składowymi stałymi; przypomnieć sobie, jaka jest matematyczna interpretacja całki z wykresu)?

Przeprowadzić analizę dla bardzo dużej, w porównaniu do  $f_{3dB}$ , częstotliwości sygnału prostokątnego (np. 50kHz) i różnych współczynników wypełnienia. Dobrać odpowiednio duży czas analizy, np. 4ms. Jak zinterpretować wynik analizy? Sprawdzić, jak zmienia się odpowiedź układu przy różnych wartościach początkowych napięcia na kondensatorze wyjściowym (sprawdzić przy okazji „istotność” różnych sposobów wprowadzania warunków początkowych)

## 2) filtr górnoprzepustowy

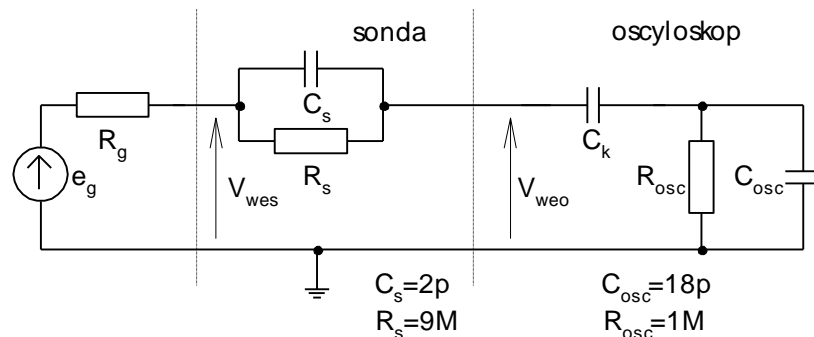
rysunek 2



Przeprowadzić analizę .TRAN z wymuszeniem prostokątnym dla układu z rysunku 2 dla różnych częstotliwości  $f_1$ ,  $f_{3dB}$ ,  $f_2$  zdefiniowanych jak w punkcie 1 (charakterystyki małosygnałowe tego układu są symetryczne w stosunku do charakterystyk układu z rysunku 1) oraz dla różnych współczynników wypełnienia i składowych stałych. Co w tym przypadku dzieje się ze składową stałą sygnału wejściowego? Dla jakich częstotliwości jest to układ różniczkujący?

## 3) sonda bierna

rysunek 3



a) Pomiąć  $R_g$  oraz  $C_k$  (zauważ, że pominięcie  $C_k$  odpowiada podłączeniu typu „DC coupling” w kanale wejściowym oscyloskopu). Dla wartości elementów na rysunku 3 sonda wraz z układem wejściowym oscyloskopu stanowi dzielnik skompensowany. Zaobserwować sygnał na wejściu oscyloskopu przy wejściowym sygnale prostokątnym  $V_{wes}$  o dowolnej (przeprowadzić analizy dla b. małej i b. dużej) częstotliwości. Jakie zniekształcenia wprowadza zwiększanie oraz zmniejszanie wartości pojemności sondy  $C_s$  (wykorzystać analizę parametryczną .STEP)?

b) Jaki wpływ na przebieg sygnału  $V_{weo}$  ma niezerowa wartość rezystancji  $R_g$  (jest to rezystancja wyjściowa badanego za pomocą oscyloskopu układu)? Czy dla  $R_g > 0$  układ sondy bierny można skompensować zmieniając wartość pojemności  $C_s$ ?

c) Jaki wpływ na przebieg sygnału  $V_{weo}$  ma pojemność wejściowa oscyloskopu  $C_k$ ? Należy obserwować przebieg o ustalonej składowej stałej (zastosuj .IC).