

### 3. Kilka słów o programie MultiSIM

Program MultiSIM (dawniej Electronics Workbench) jest jednym z najpopularniejszych narzędzi do projektowania i analizy obwodów elektronicznych. Oprogramowanie to pozwala w prosty i intuicyjny sposób symulować, analizować oraz projektować układy wszelkiego rodzaju układy elektroniczne - analogowe i cyfrowe.

Aby zbudować dany układ w programie MultiSIM należy „poukładać” odpowiednio elementy i układy w oknie programu i je połączyć. Połączenia powstają w sposób bardzo prosty – wystarczy kliknąć w dwa punkty które chcemy ze sobą połączyć.

Elementy i układy potrzebne w budowanym układzie najprościej jest wstawić klikając w oknie program prawym przyciskiem myszy i wybierając „Place Component”. Pojawi się wtedy okno w którym można wybrać potrzebne komponenty. W przypadku układów budowanych podczas tego ćwiczenia można je znaleźć w następujących grupach:

- potencjał masy GND – **Sources** → **POWER\_SOURCES**,
- wzmacniacz operacyjny – **Analog** → **ANALOG\_VIRTUAL**,
- rezystory  $R_1$ - $R_n$  – **Basics** → **RESISTOR**,
- kondensatory  $C_1$ - $C_n$  – **Basics** → **CAPACITOR**,
- urządzenia pomiarowe bardziej skomplikowane, jak np. potrzebny w tym ćwiczeniu wobuloskop (**Bode Plotter – XBP1**), oscyloskop (**Oscilloscope – XSC1**) i generator sygnałowy (**Function Generator– XFG1**) są dostępne po prawej stronie okna programu.

Jeżeli dany komponent układu chcemy w jakiś sposób zmodyfikować, odwrócić itp., należy kliknąć nań prawym przyciskiem myszy – wszelkie potrzebne opcje są tam dostępne.

Jeżeli chcemy zmienić parametry działania jakiegoś układu trzeba kliknąć go dwukrotnie.

Gdy układ jest gotowy, wystarczy kliknąć widoczny u góry po prawej stronie okna programu „włącznik O/I” – zacznie się symulacja. Można też zamiast tego używać skrótu klawiaturowego – symulację startuje / zatrzymuje klawisz F5.

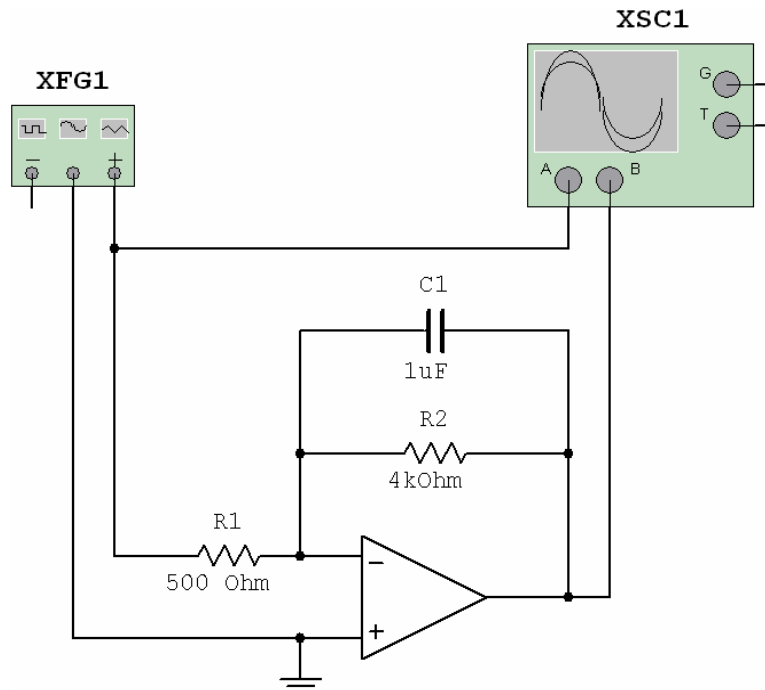
*Dodatkowe uwagi:*

- **należy pamiętać, że po każdej zmianie wartości (np. amplitudy lub częstotliwości sygnału wejściowego) należy ponownie uruchomić układ, żeby program w nowej symulacji uwzględnił wprowadzone zmiany,**
- *układu nie da się modyfikować gdy jest „włączony”, wszelkie zmiany w układzie da się wprowadzić dopiero gdy symulacja jest wyłączona,*
- *program numeruje wprowadzane komponenty w kolejności ich wstawiania, oczywiście numeracja nie ma żadnego wpływu na działanie układu :)*

#### 4. Wykonanie ćwiczenia

##### 4.1. Układ całkujący

4.1.1. Zbudować w programie Multisim układ wg schematu z rysunku:



4.1.2. Ustawić parametry sygnału wejściowego na generatorze (XFG1) : kształt sinusoidalny, wartość międzyszczytowa napięcia:  $U_{IN} = 10$  [V], częstotliwość:  $f_{IN} = 1$  [kHz].

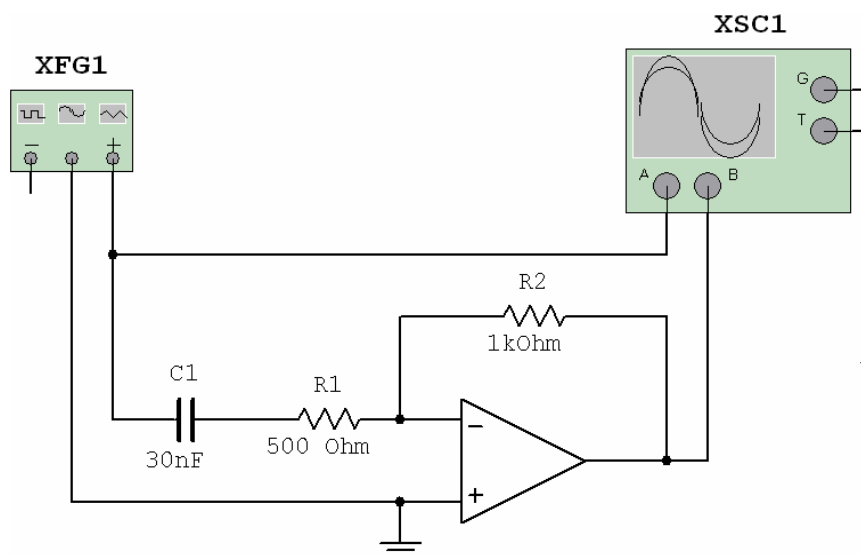
4.1.3. Naszkicować w protokole przebiegi wejściowy i wyjściowy uzyskane na oscyloskopie (XSC1).

Wystarczy naszkicować reprezentacyjne fragmenty obu przebiegów, niekoniecznie całość okna oscyloskopu.

4.1.4. Powtórzyć opisane czynności dla przebiegów o kształcie trójkątnym i prostokątnym.

##### 4.2. Układ różniczkujący

4.2.1. Zbudować w programie Multisim układ wg schematu z rysunku:



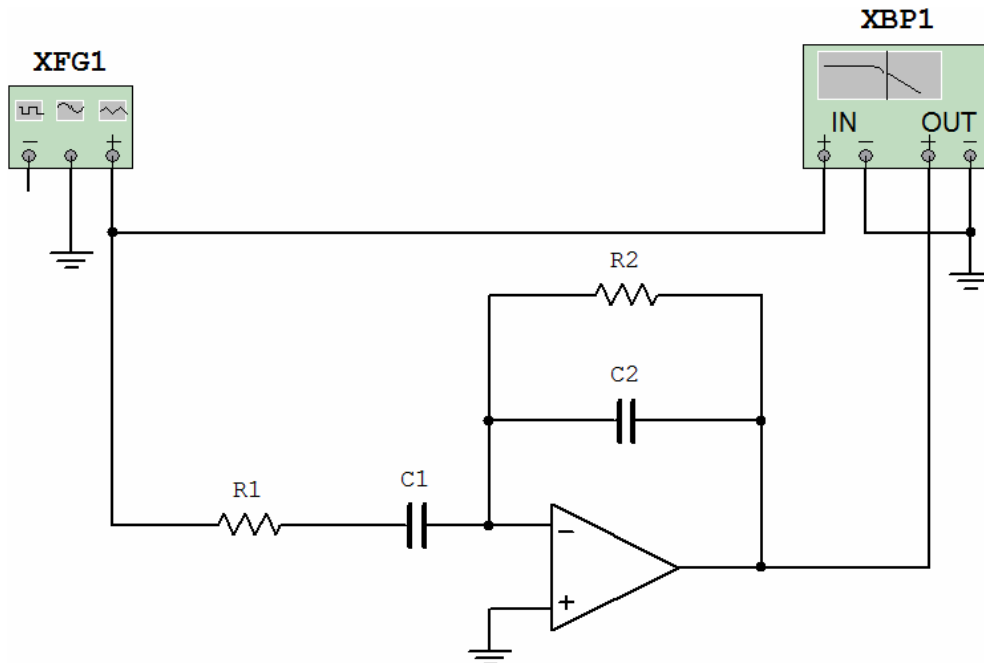
4.2.2. Powtórzyć czynności wykonane dla układu całkującego w punktach 4.1.2 - 4.1.4.

### 4.3. Filtr pasmowoprzepustowy

4.3.1. Zaprojektować filtr pasmowoprzepustowy o parametrach zadanych przez prowadzącego.

Projektowanie polega na odpowiednim dobraniu wartości rezystorów R1 i R2 oraz kondensatorów C1 i C2, zgodnie z opisem na stronach 7-8 instrukcji.

4.3.2. Po obliczeniu wartości elementów filtra, zbudować w programie Multisim układ wg schematu z rysunku - posłuży on do sprawdzenia poprawności obliczeń.



4.3.3. Sprawdzić działanie filtra przy pomocy wobuloskopu („XBP1” na Rysunku - należy w niego dwukliknąć):

- sprawdzić wartość wzmocnienia w paśmie przepustowym; by to zrobić należy „chwycić” myszką kursor w oknie wobuloskopu i przeciągnąć go na środek pasma (tam gdzie wzmocnienie jest maksymalne), w dole okna wobuloskopu wyświetla się aktualna wartość wzmocnienia (w decybelach) - zamieścić ją w protokole,
- następnie zmierzyć i umieścić w protokole częstotliwości graniczne filtra (górną i dolną); by to zrobić należy sprawdzić dla jakich częstotliwości wzmocnienie spada o 3dB w porównaniu ze wzmocnieniem maksymalnym (czyli tym liczonym w poprzednim kroku); przesuając kursor należy śledzić zmiany na dole okna wobuloskopu, gdzie pokazana jest aktualna częstotliwość i odpowiadające jej wzmocnienie w decybelach,
- na koniec naszkicować w protokole kształt charakterystyki częstotliwościowej filtra.

### 5. Literatura (dotyczy obu części ćwiczenia ze wzmacniaczem operacyjnym)

- [1] Filipkowski A., „Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1978
- [2] Duda A., „Laboratorium podstaw elektroniki”, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1998
- [3] Górecki P., „Wzmacniacze operacyjne: podstawy, aplikacje, zastosowania”, Wydawnictwo btc, Warszawa 2004
- [4] Horowitz, Hill, „Sztuka elektroniki”, W.K.Ł., 2003
- [5] Limann O., Pelka H., „Wzmacniacze operacyjne”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1991
- [6] Nadachowski M., Kulka Z., „Analogowe układy scalone”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1980
- [7] zbiorowa pod red. Pietrzyk W., „Laboratorium z elektroniki”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002