

I. CEL ĆWICZENIA:

Celem ćwiczenia jest wprowadzenie do pakietu oprogramowania MATLAB/SIMULINK, zapoznanie się z podstawowymi zasadami pracy w SIMULINKU, zapoznanie się z podstawowymi bibliotekami elementów, poznanie działania podstawowych elementów, zasad doboru parametrów oraz nabycie praktycznej umiejętności konstruowania prostych układów i systemów służących do symulacji i niezbędnych do przeprowadzenia dalszej części ćwiczeń laboratoryjnych

II. WSTĘP TEORETYCZNY:


SIMULINK- jest częścią pakietu MATLAB, stanowi programowanie do modelowania, symulacji i analizy systemów dynamicznych. Obejmuje zarówno systemy liniowe jak i nieliniowe. Przebieg symulacji może odbywać się w czasie ciągłym (ale nie rzeczywistym), w czasie próbkowanym lub jako złożenie obu tych opcji. Ponadto poszczególne elementy składowe układu mogą być próbkowane z różnymi częstotliwościami. Możliwa jest wymiana danych z przestrzenia roboczą MATLABA.

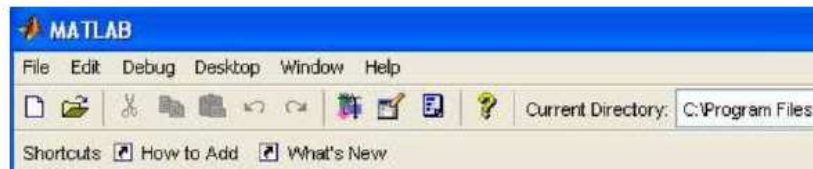
SIMULINK jest środowiskiem wysokiego poziomu zorientowanym na graficzne układanie schematów. Można w sposób prosty budować modele z elementów dostarczonych ze standardowymi i rozszerzonymi bibliotekami oraz można tworzyć własne elementy i komponenty według potrzeb. Modele budowane są jako diagramy blokowe reprezentujące przepływ informacji pomiędzy poszczególnymi komponentami modelowanego systemu. Modele mają charakter hierarchiczny. Można w sposób prosty i na bieżąco zmieniać parametry układu i badać jego zachowanie, istnieje wiele sposobów na wizualizację wyników a także na obróbkę danych wynikowych.

Modele budowane w SIMULINKU mają charakter interdyscyplinarny, zatem możliwe jest jednoczesne modelowanie wielu aspektów danego zjawiska (np. jednoczesne modelowanie zjawisk mechaniki, fizyki, przepływu informacji i sterowania).

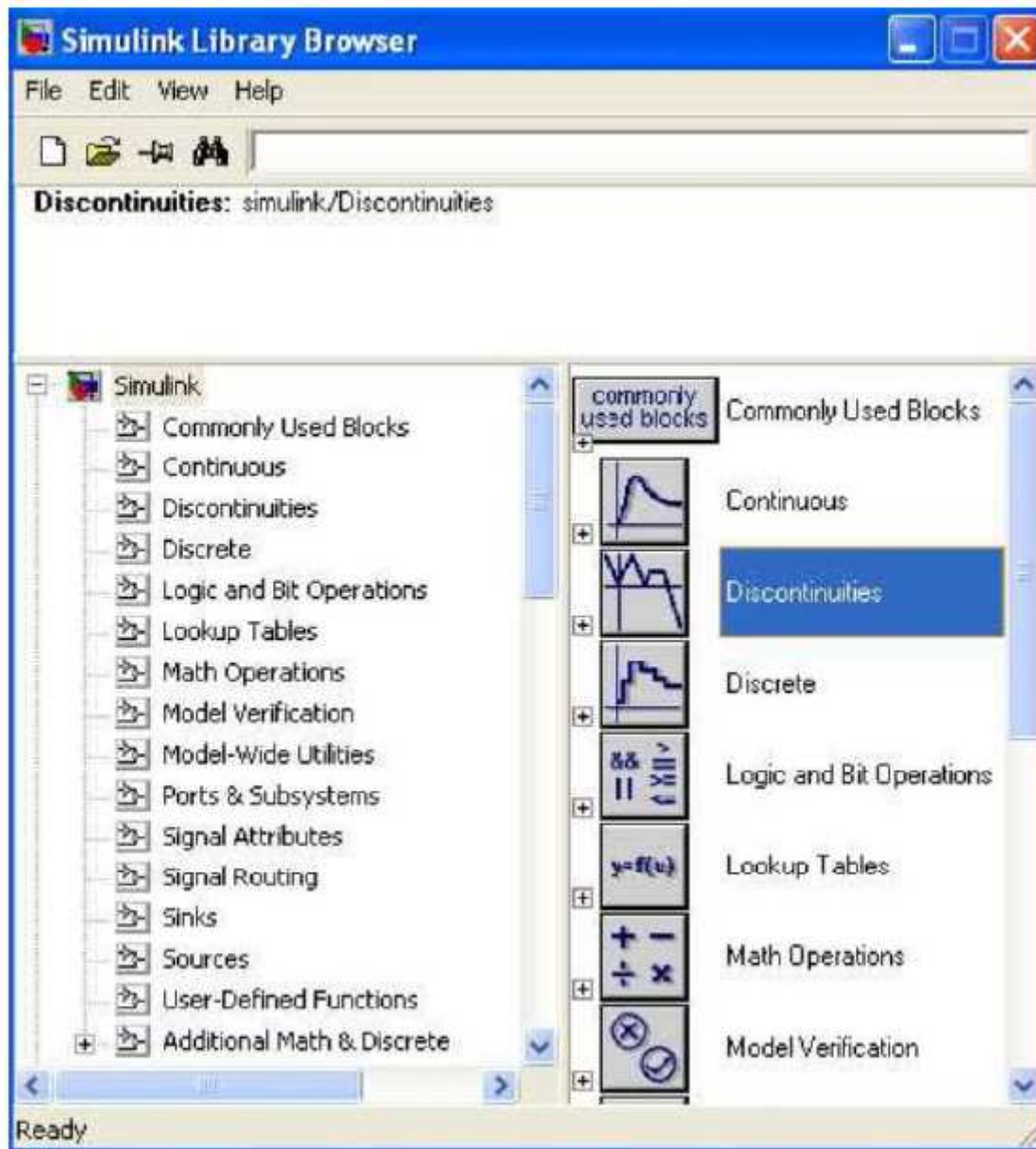
III. ZADANIA DO WYKONANIA:

1. Uruchamianie pakietu SIMULINK i tworzenie prostego układu pomiarowego

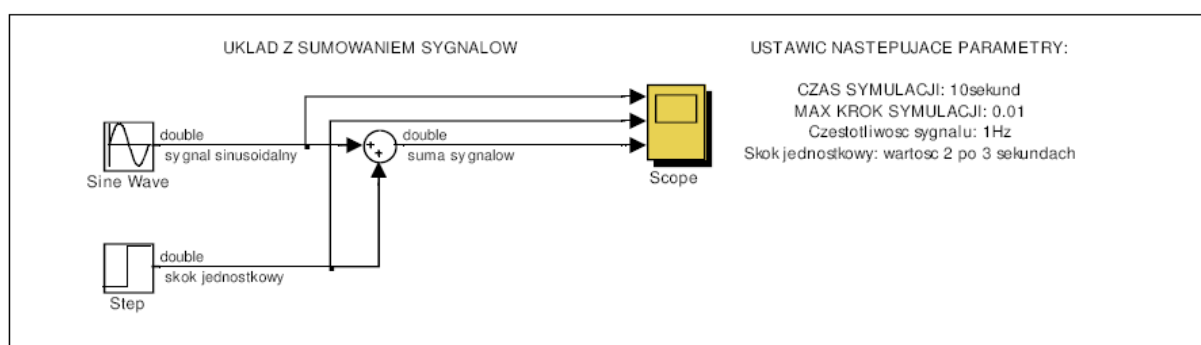
- Uruchomić oprogramowanie MATLAB, a następnie wpisać w wierszu poleceń *simulink* lub kliknąć na ikonkę:  znajdującą się w pasku narzędzi okna głównego programu MATLAB.



Pojawi się okienko Simulink Library Browser, w którym znajdują się przybory z narzędziami. Na zajęciach wykorzystywane będą przede wszystkim przybory: Simulink oraz Signal Processing Blockset.



- Otworzyć nowy projekt w SIMULINKU: **File** → **New** → **Model** , otworzy się okno w którym będzie można stworzyć układ. Budowanie nowego układu odbywa się poprzez przeciąganie myszką elementów z pola przybornika na pole otwartego okna projektu.
- Korzystając z elementów w zakładce *Simulink* narysować układ taki jak przedstawiony poniżej:



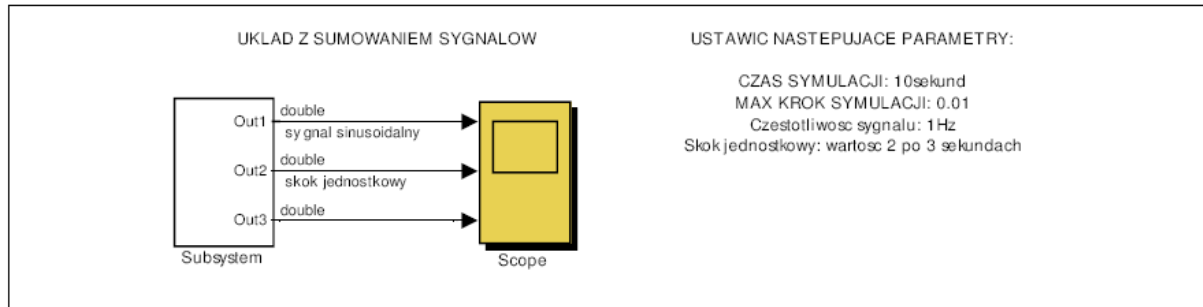
Aby dostosować zbudowany układ do potrzeb należy zmienić następujące parametry poszczególnych bloków:

Funkcje graficzne:	
Opis sygnałów	Kliknąć prawym przyciskiem myszy na bloku i wybrać: Port Signal Properties → Output Ports → Port 1 , a następnie w polu <i>Signal Name</i> wpisać odpowiednią nazwę sygnału. <u>Uwaga:</u> polskie znaki nie są interpretowane i jeśli zostaną użyte to model się nie zapisze!!
Zmiana kolorów i widoku	Dla każdego bloku możliwa jest zmiana kolorystyki, co ułatwia poruszanie się w skomplikowanych modelach oraz poprawia przejrzystość: Kliknąć prawym przyciskiem na bloku i wybrać jedną z opcji: <i>Format</i> – (umożliwia zmianę sposobu wyświetlania nazwy, obracanie bloku i cieniowanie) <i>Foreground Color</i> – (umożliwia zmianę zewnętrznego koloru elementu) <i>Background Color</i> – (umożliwia zmianę koloru tła elementu)
Komentarze	Kliknąć dwukrotnie na polu projektu i jak pojawi się kursor to wpisać odpowiedni komentarz (pola z komentarzami można dowolnie przesuwać)
Parametry układu:	
Parametry symulacji	W pasku narzędzi okna modelu wybrać: Simulation → Configuration Parameters i wybrać czas symulacji oraz maksymalny krok symulacji, możliwe jest również wybranie odpowiedniego <i>Solvera</i> (więcej informacji → <i>simulink help</i>)
Parametry bloku <i>Sine Wave</i>	Kliknąć dwukrotnie na blok <i>Sine Wave</i> i ustawić następujące parametry: <i>Sine type: Time Based</i> (zadawanie sygnału w dziedzinie czasu) <i>Time: Use simulation time</i> (ustawienie czasu wewnętrznego symulacji) <i>Amplitude: 1</i> (amplituda sygnału wyjściowego) <i>Bias: 0</i> (składowa stała sygnału sinusoidalnego) <i>Frequency (rad/sek): 2*3.14*1</i> (dla częstotliwości 1Hz) <i>Phase: 0</i> (faza początkowa sygnału) <i>Sample time: 0</i> (0-czas ciągły, np.:1/1000 – czas dyskretny)
Parametry Bloku <i>Step</i>	Kliknąć dwukrotnie na blok <i>Step</i> i ustawić parametry: <i>Step time: 3</i> (Czas zadziałania) <i>Initial value: 0</i> (Wartość początkowa) <i>Final value: 2</i> (Wartość końcowa) <i>Samle time: 0</i> (czas próbkowania dla bloku: 0- gdy czas jest ciągły)
Parametry Oscyloskopu	Otworzyć okno oscyloskopu: Otworzyć zakładkę <i>Parameters</i> i ustawić: <i>General</i> → <i>Number of axes: 3</i> (liczba wejść oscyloskopu) <i>General</i> → <i>Tick labels: all</i> (liczba wejść oscyloskopu) <i>Data history</i> → <i>Limit data points to last: off</i> (wyłączenie ograniczenia wyświetlania przebiegów do ostatnich 5000 próbek) W oknie oscyloskopu dodatkowo są przyciski funkcyjne ułatwiające oglądanie przebiegów: <i>LUPA</i> – umożliwi powiększanie wybranego obszaru wykresu <i>LUPA X</i> – umożliwi rozciąganie przebiegu w osi X <i>LUPA Y</i> – umożliwi rozciąganie przebiegu w osi Y <i>Lornetka</i> – automatycznie ustala widok przebiegu tak aby całość była widoczna Zmiana zakresów na układzie współrzędnych: Kliknąć prawym przyciskiem w oknie przebiegów i wybrać <i>Axis Properties</i> następnie ustalić minimalną i maksymalną wartość na osi Y; Można również wpisać tytuł przebiegu lub wpisując „%<SignalLabel>” ustalić że nazwa przebiegu będzie odpowiadała nazwie sygnału.

- **PODSYSTEMY:** Można w sposób prosty tworzyć podsystemy, które ułatwiają zarządzanie większymi modelami: Aby stworzyć podsystem należy:

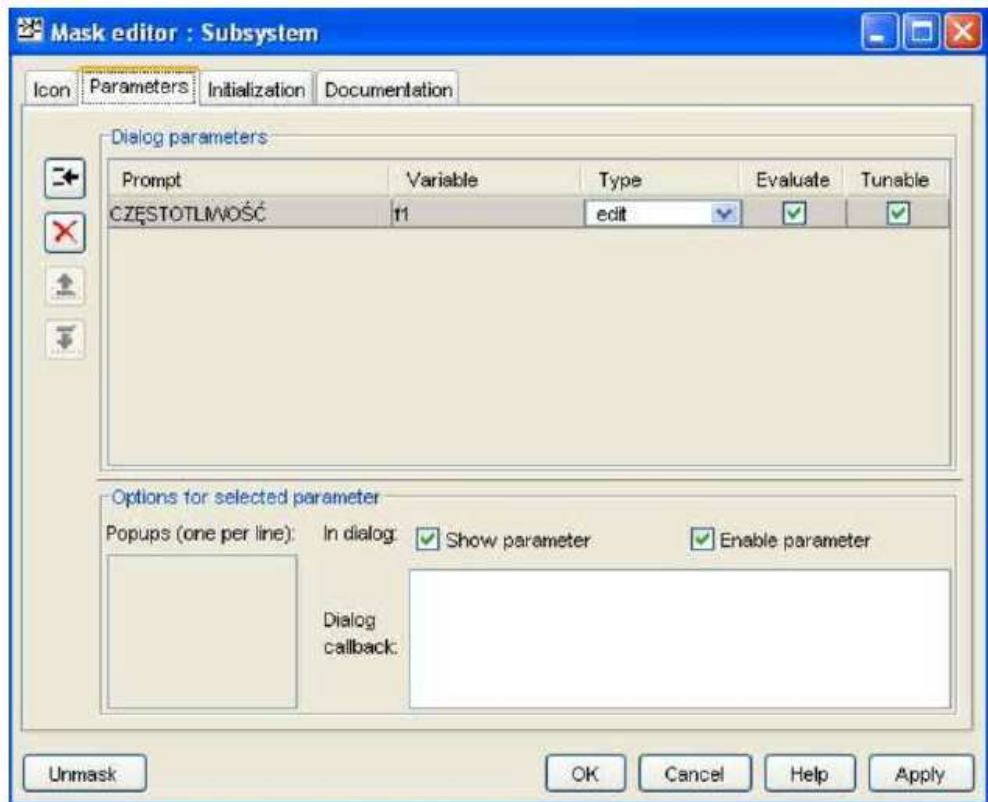
- zaznaczyć elementy, które mają stworzyć podsystem
- kliknąć prawym przyciskiem i wybrać opcję: *Create Subsystem*

Z zaznaczonych bloków stworzy się jeden blok, do którego dostęp jest możliwy poprzez podwójne kliknięcie. Blok podsystemu może mieć zarówno wejścia jak i wyjścia. Przykład podsystemu zbudowanego na bazie układu poprzedniego jest pokazany na rysunku poniżej:

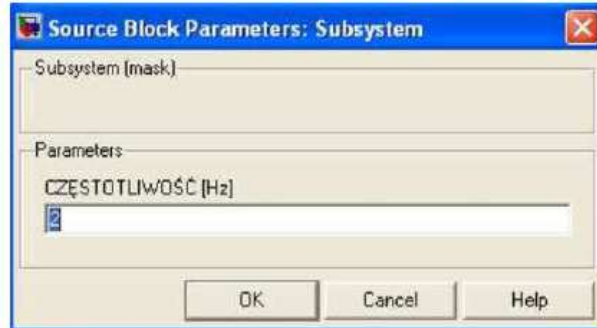


- **MASKOWANIE PODSYSTEMOW** – jest to funkcja ułatwiająca zmianę parametrów określonych bloków w podsystemie w sposób łatwy tak, aby nie było konieczności wchodzenia do podsystemu i szukania konkretnych parametrów w elementach funkcjonalnych. W celu zamaskowania podsystemu należy:

- Kliknąć na podsystem prawym przyciskiem myszy i wybrać: *Mask Subsystem*
- Otworzy się okienko: *Mask Editor*, w którym wybieramy zakładkę: *Parameters*
- Klikamy przycisk dodaj parametr i uzupełniamy jego właściwości (jak na rysunku poniżej) W naszym przypadku stworzony został parametr o nazwie **CZĘSTOTLIWOŚĆ** i etykiecie *f1*. Zamykamy okienko *Mask Editor*.
- Przechodzimy do pola modelu, klikamy na stworzony *Subsystem* prawym przyciskiem myszy i wybieramy opcję *Look Under Mask*. W tym momencie wchodzimy do elementów podsystemu.
- Klikamy dwukrotnie na bloku *Sine Wave* i w miejscu *Frequency* wpisujemy: $2*3.14*f1$ W ten sposób parametr CZĘSTOTLIWOŚĆ o etykiecie *f1* został przypisany do konkretnej wartości nastawialnej w bloku (uwaga aby można było zadawać częstotliwość w Hz parametr *f1* został pomnożony przez $2*3.14$ zgodnie ze wzorem: $\omega[\text{rad / sek}] = 2 * \pi * f[\text{Hz}]$ - w miejsce 3.14 można też wpisać π co będzie interpretowane z większą dokładnością).
- Zamkamy okienko podsystemu














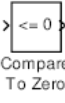


















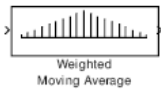

- Tak stworzona maska ułatwia wprowadzanie danych do podsystemu. Po zamaskowaniu podsystemu dwukrotne jego kliknięcie otwiera nam okienko dialogowe, w którym możemy ustawiać stworzone wcześniej parametry. Stworzone przez nas okienko będzie wyglądało jak na rysunku poniżej:



- W zależności od potrzeb można maskować parametry używając okienek typu: *edit*, *checkbox* oraz *popup*.

2. Analiza działania podstawowych elementów funkcyjnych

Należy dokonać analizy działania wyszczególnionych w tabeli elementów funkcyjnych, budując do każdego elementu prosty układ testowy obrazujący zasadę działania. W sprawozdaniu w formie tabelarycznej opisać krótko zasadę działania każdego z bloków, następnie przedstawić zbudowane układy (schemat blokowy, krótki opis, zasada działania układu) oraz zamieścić niezbędne wykresy, jeśli jest to konieczne.

 Gain 1.	 Switch 2.	 Multiport Switch 3.	 Zero-Order Hold 4.
 First-Order Hold 5.	 Manual Switch 6.	 Chirp Signal 7.	 Memory 8.
 Logical Operator 9.	 Integrator 10.	 Counter Free-Running 11.	 Compare To Zero 12.
 13.	 Derivative 14.	 Pulse Generator 15.	 Abs 16.
 17.	 Dead Zone 18.	 Ramp 19.	 Bias 20.
 Product 21.	 Quantizer 22.	 Signal Generator 23.	 MinMax 24.
 Relational Operator 25.	 Relay 26.	 Step 27.	 Rounding Function 28.
 29.	 Saturation 30.	 Weighted Moving Average 31.	 Sign 32.

Uwaga: Podczas budowy układów z użyciem w/w bloków może się okazać konieczne użycie bloku *Data Type Conversion*.

3. Budowa prostych modeli funkcjonalnych

W oparciu o elementy wyszczególnione w punkcie 2 zbudować układy realizujące następujące funkcje:

Układ 1.	Transformacja wejściowego sygnału sinusoidalnego na sygnał prostokątny o takiej samej częstotliwości i amplitudzie
Układ 2.	Układ prostownika jednopołówkowego
Układ 3.	Układ prostownika dwupołówkowego
Układ 4.	Układ dzielący liczbę impulsów wejściowych (zero-jedynkowych) przez 2
Układ 5.	Zapisać następujące równanie z użyciem bloków operacji matematycznych w <i>Simulinku</i> : $y = \frac{(3 + 5 \cos(2\pi 100t)) + 3 \sin(2\pi 20t) \cos(2\pi 10t)}{4}$