Laboratorium #II-4. Wykorzystanie pamięci ROM do rysowania grafik na ekranie VGA.

- *Obsługa pamięci ROM.*
- *Interakcja myszy z obiektem na ekranie.*

Używane elementy: Basys3

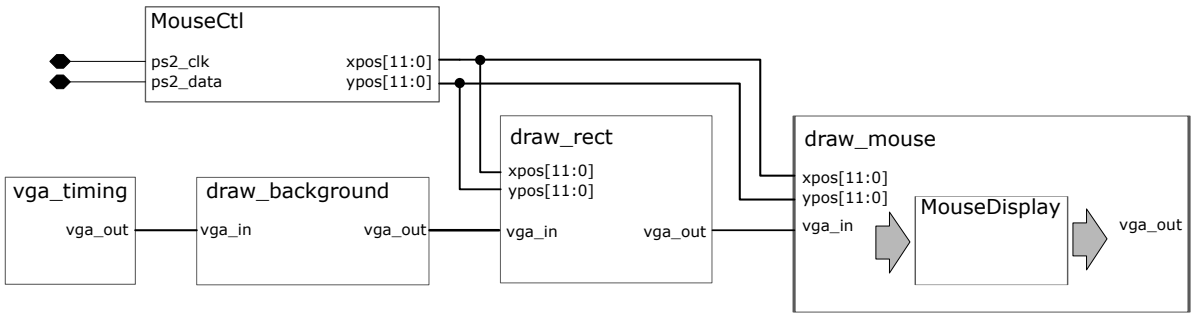
Temat ćwiczenia.

Zadanie do wykonania w ramach ćwiczenia to opracowanie programu, który będzie na ekranie wyświetlał prostokąt z graficzną zawartością, poruszany myszą. Po naciśnięciu przycisku myszy prostokąt ma opadać grawitacyjnie na ekranie, a potem odbić się z podanym współczynnikiem odbicia.

W poprzednim ćwiczeniu zaprojektowałeś układ rysujący na ekranie prostokąt poruszany myszką. W tym ćwiczeniu rozbudujesz opracowany wcześniej układ tak, aby umożliwić wyświetlanie graficznego obrazu wewnątrz prostokąta oraz reakcję na przycisk myszy.

Przebieg ćwiczenia

W poprzednim ćwiczeniu opracowałeś układ, który wyświetlał na ekranie prostokąt na podanym tle poruszany myszką. Uproszczony Schemat tego układu wyglądał następująco:



W tym ćwiczeniu dodamy do schematu jeszcze dwa moduły:

- moduł pamięci ROM zawierający obrazek graficzny do wyświetlenie na ekranie,

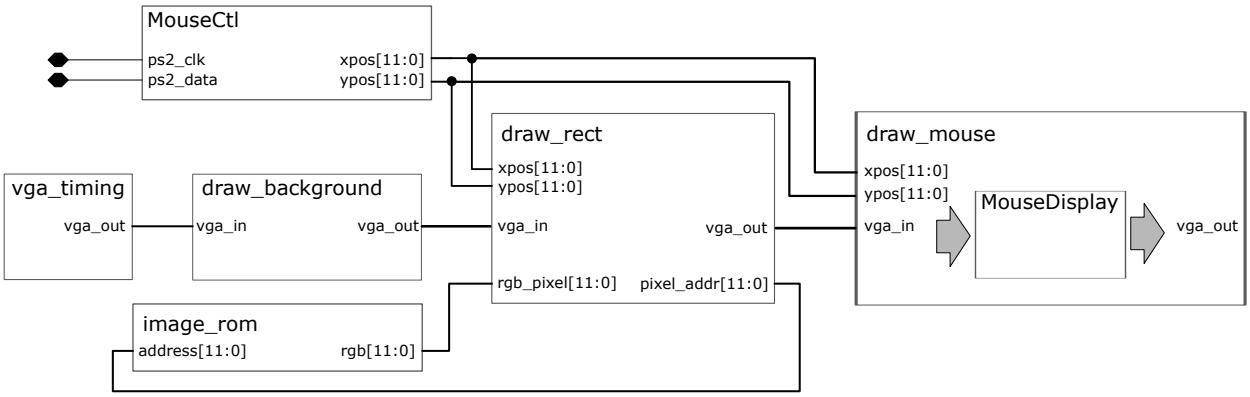
- dodatkowy moduł kontrolujący położenie prostokąta.

1. Dodanie pamięci ROM.

Zrób kopię zapasową projektu przed wprowadzaniem modyfikacji, jeżeli takiej nie posiadasz.

*1.1. Moduł pamięci ROM znajduje się w pliku **image_rom.sv**, dostępnym na UPEL w ramach ćwiczenia. Moduł zawiera mapę bitową RGB obrazka o wymiarach 48 x 64 pikseli. Dołącz ten moduł do projektu i przeglądnij jego zawartość. Na początku pliku, w komentarzach, znajdziesz wszystkie informacje potrzebne do podłączenia modułu. Zwróć uwagę, że moduł działa synchronicznie, tzn. zwraca wartość koloru dla wybranego piksela po narastającym zboczu zegara.*

*1.2. Dodaj nowe porty modułu **draw_rect i** podłącz moduł **image_rom** zgodnie ze schematem poniżej.*



*1.3. Zmodyfikuj zawartość modułu **draw_rect** tak, aby moduł wyświetlał prostokąt o wymiarze 48 x 64 pikseli z zawartością graficzną. Zwróć uwagę, że w celu utrzymania poprawnej synchronizacji musisz zapewnić opóźnienie sygnałów **hcount, hsync,** … etc. o dwa takty zegara (lub więcej, w zależności od sposobu generacji adresu **pixel_addr**).*

1.4 Skompiluj i uruchom na płytce program. Powinien on wyświetlać zdefiniowany przez Ciebie prostokąt z zawartością graficzną poruszający się po ekranie zgodnie z ruchami myszy.

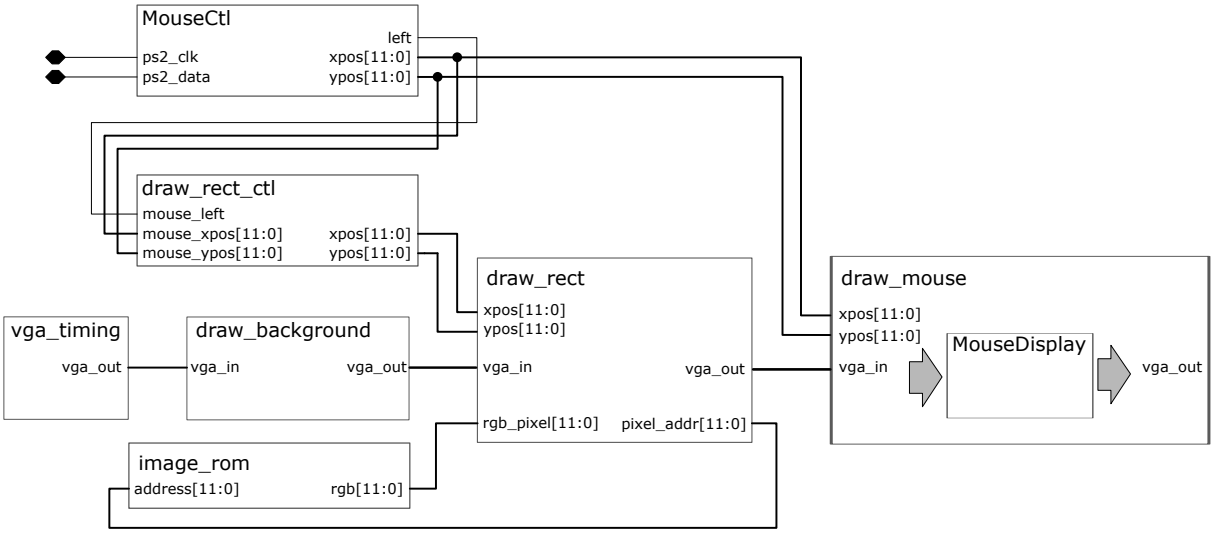
1.5. Przeglądnij log pod kątem ostrzeżeń (WARNING, CRITICAL WARNING). Czy wszystkie rozumiesz?

2. Interakcja mysz z obiektem na ekranie.

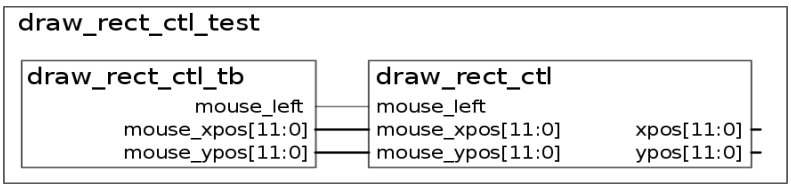
Zrób kopię zapasową projektu przed wprowadzaniem kolejnych modyfikacji, jeżeli takiej nie posiadasz.

*Celem tego kroku uzyskanie efektu „spadania" prostokąta po ekranie po naciśnięciu lewego przycisku myszy. Aby uzyskać opisany efekt dodasz do projektu kolejny moduł **draw_rect_ctl**, którego zadaniem będzie sterowanie zachowaniem prostokąta na ekranie. Moduł będzie przejmował sygnały z myszy i na ich podstawie generował pozycję prostokąta. Docelowy schemat systemu jest przedstawiony poniżej. Przyjrzyj mu się, ale nie konstruuj go jeszcze.*

*2.1. W pierwszym kroku zajmiesz się samym modułem **draw_rect_ctl**. Utwórz ten moduł oraz dwa moduły do jego testowania:*



- *moduł **draw_rect_ctl_tb** – do generowania przebiegów testowych (symulator myszy),*
- *moduł **draw_rect_ctl_test** – definiujący połączenia pomiędzy dwoma wcześniej wymienionymi.*



*2.2. Napisz zawartość modułów testowych oraz modułu **draw_rect_ctl** i przeprowadź symulacje. Symulacje należy przeprowadzić dla sygnału zegara o częstotliwości jaka będzie użyta w docelowym systemie.*

Testbench powinien zapewniać:

- *reset,*
- *ustawienie pozycji myszy w górze ekranu przy nie wciśniętym przycisku myszy (**mouse_left** = 0),*
- *wciśnięcie przycisku myszy (**mouse_left** = 1),*
- *czas na obserwację zmian po wciśnięciu przycisku myszy.*

*Moduł **draw_rect_ctl** powinien zapewniać:*

- *przepisywanie na wyjście współrzędnych myszy przy nie wciśniętym lewym przycisku myszy,*

- *po wciśnięciu przycisku myszy współrzędne na wyjściu modułu powinny się zmieniać tak, aby sterowany prostokąt grawitacyjnie spadał na dół ekranu (i zatrzymał się na dole). W pierwszym podejściu można przyjąć stałą prędkość opadania. Należy tak ustalić przyspieszenie, jakie ma ciało spadające bez oporu w próżni (weź pod uwagę rozmiar ekranu). Uwaga: może się okazać, że będziesz potrzebował użyć liczb ułamkowych; najprostszym rozwiązaniem, jest tutaj stosowanie liczb stałoprzecinkowych.*

- *opcjonalnie: można dodać odbijanie się obiektu od dna ekranu z wybranym współczynnikiem, np. 0.8 (prędkości lub energii).*

*Obserwuj wyjścia **xpos[11:0]** i **ypos[11:0]** modułu **draw_rect_ctl** w symulacji. W wyniku symulacji powinieneś być w stanie odpowiedzieć na pytanie, ile czasu zajmuje opadanie prostokąta na dno ekranu.*

*Możesz również wykorzystać komendę **$strobe** i wypisać na ekran czas i **ypos** tak, aby możliwe było załadowanie tych danych do arkusza kalkulacyjnego i wyświetlenie wykresu dla tych zmiennych.*

*2.3. Dodaj moduł **draw_rect_ctl** do głównego projektu zgodnie z wcześniej podanym schematem. Skompiluj i uruchom na płytce program. Powinien on wyświetlać zdefiniowany przez Ciebie prostokąt reagujący na mysz zgodnie ze specyfikacją.*

2.4. Przeglądnij log pod kątem ostrzeżeń (WARNING, CRITICAL WARNING). Czy wszystkie rozumiesz?

Wyniki ćwiczenia

Jako wynik ćwiczenia należy:

- zaprezentować działanie programu na następnych zajęciach laboratoryjnych i wyjaśnić słownie zasadę działania. Program powinien wyświetlać na ekranie prostokąt z graficzną zawartością, poruszany myszą. Po naciśnięciu przycisku myszy prostokąt ma opadać grawitacyjnie na ekranie, a potem odbić się z podanym współczynnikiem odbicia

- załadować spakowane (ZIP) archiwum projektu na UPEL.

Archiwum powinno zawierać wszystkie pliki źródłowe i skrypty, potrzebne do wygenerowania bitstreamu i przeprowadzenia symulacji. Dodatkowo, w folderze results, powinny się znaleźć: bitstream, warning_summary oraz obrazek tiff wygenerowany przez testbench głównego modułu. Pozostałe pliki (w tym również foldery i pliki ukryte, za wyjątkiem pliku .gitignore) powinny zostać usunięte.

Projekt powinien być napisany zgodnie z zasadami opisanymi w pliku „Zasady modelowania w języku SystemVerilog pod kątem syntezy", dostępnym na UPEL. Inne style kodowania mogą być stosowane wyłącznie po podaniu źródła.

Nie załadowanie projektu w terminie podstawowym = -1 pkt do oceny
Nie załadowanie projektu w terminie ostatecznym = 0 pkt za ćwiczenie