Tytuł: **Duck Hunt - multiplayer**

Autorzy: **Łukasz Gąsecki (ŁG), Oliwia Szewczyk (OSZ)**

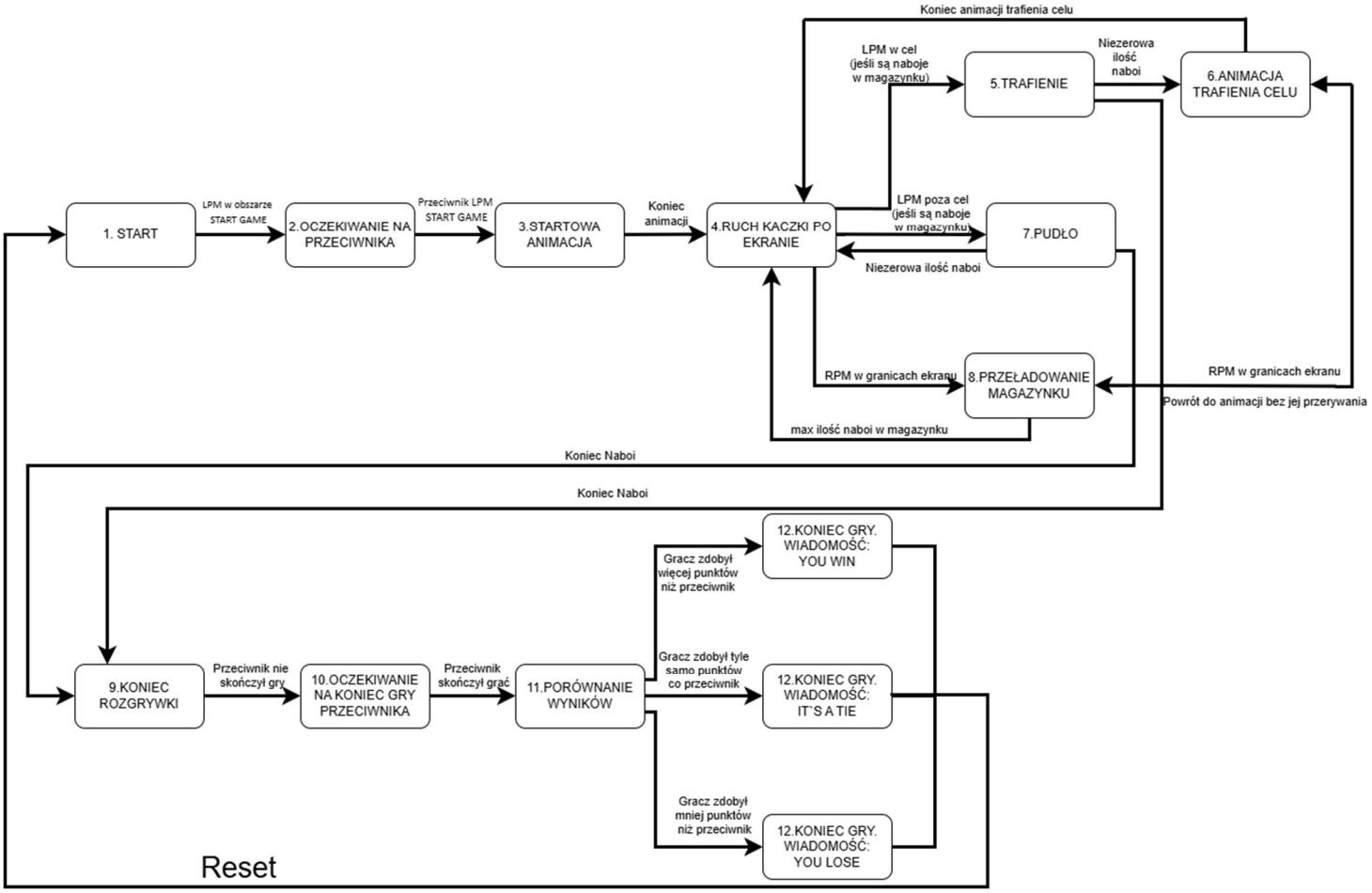
Ostatnia modyfikacja: 10.06.2025

1. Repozytorium git

Adres repozytorium GITa:

https://github.com/LGasecki/UEC2_MTM_Project_Duck_Hunt.git

W przypadku repozytorium prywatnego należy zaprosić użytkownika zewnętrznego o adresie mailowym:



kaczmarczyk@agh.edu.pl

2. Wstęp

Pomysł na projekt wziął się z nostalgii do klasycznej gry z dzieciństwa – Duck Hunt. Postanowiliśmy stworzyć jej wieloosobową wersję od zera, tak aby przypominała oryginał. Gra została zaimplementowana w SystemVerilogu na platformie FPGA Basys3, gdzie wcielamy się w łowców, których celem jest zestrzelenie wszystkich kaczek. Projekt łączy zabawę z praktyczną nauką projektowania systemów cyfrowych.

3. Specyfikacja

3.1. Opis ogólny algorytmu

Uproszczony schemat blokowy działania implementowanego algorytmu.

1. Wyświetlany jest ekran startowy i przycisk START GAME

2. Graczowi który pierwszy kliknie START GAME pokaże się komunikat WAITING FOR ENEMY. Jak przeciwnik naciśnie Start gra się rozpoczyna.

3. Animacja zawiera psa który wskakuje za trawę rozpoczynając tym rozgrywkę

4. Losowanie pozycji celu, losowa pozycja X i kąt początkowy. Cel porusza się w linii prostej z różną prędkością i odbija się od ścian z losowym kątem,

5.Trafiając w cel(Lewy przycisk myszy) zdobywamy punkt i tracimy nabój, włączając animację.

6. W trakcie animacji można przeładować magazynek nie przerywając jej. Potem pojawia się nowy cel

7. Nie trafiając w cel(Lewy przycisk myszy), tracimy nabój.

8. Magazynek zawiera max 3 naboje, jak zużyjemy je wszystkie i spróbujemy wystrzelić ponownie pojawi się komunikat aby przeładować magazynek i nie pozwoli na strzał dopóki nie przeładujemy. Przeładować można z dowolną liczba kul mniejszą niż 3.

9. Jeśli Gracz zużyje wszystkie naboje (ilość = 0), to kończy rozgrywkę i przechodzi do stanu oczekiwania na koniec rozgrywki przeciwnika

10. Jeśli przeciwnik dalej gra pokaże się komunikat WAITING FOR ENEMY dopóki przeciwnik nie skończy rozgrywki.

11. gdy obaj gracze skończą rozgrywkę następuje porównanie punktów i przejście do odpowiedniego ekranu końcowego

12. Jeśli gracz ma więcej punktów niż przeciwnik dostanie komunikat: YOU WIN.

Jeśli ma mniej punktów to dostanie komunikat: YOU LOSE.

W razie remisu pojawi się: IT`S A TIE.

Jeśli gracze chcą zagrać jeszcze raz to klikają RESET.

Płytki każdego z graczy komunikują się za pomocą protokołu UART. Jest to bardzo prosty protokół komunikacji oparty na zamianie danych równoległych na szeregowe. W czasie rzeczywistym przesyłane są informacje o chęci rozpoczęcia oraz o zakończeniu rozgrywki wraz w 6-bitową wartością wyniku każdego z graczy. Dzięki temu nie musieliśmy używać, więcej niż jedno złącze UART.

3.2. Tabela zdarzeń

Opis zdarzeń występujących podczas działania programu/urządzenia, zarówno zewnętrznych (interakcje z użytkownikiem), jak i wewnętrznych (specyficzne stany w algorytmie). Zdarzenia podzielone są na kategorie dotyczące różnych stanów działania programu. Kategorie powinny odpowiadać stanom ze schematu z pkt. 2.1.

Zdarzenie	**Kategoria**	**Reakcja systemu**
LPM w obszarze napisu START GAME	Ekran startowy	Przejście do stanu czekania na przeciwnika, informacja przeciwnika o gotowości gry
LPM w obszarze START GAME przez przeciwnika	Czekanie na start przeciwnika	Rozpoczęcie gry
Animacja startowa	Gra	Animacja wchodzącego psa i wskakującego za trawę
Losowanie startowej pozycji X celu	Gra	Ustawienie celu na wysokości startowej oraz losowej pozycji wzdłuż linii tej wysokości
Cel uderza w ścianę	Gra	Zmiana kierunku lotu celu z losową prędkością wektorową
Trafienie celu (LPM)	Gra	Dodanie punktu do naszego wyniku, animacja zabicia celu, odjęcie naboju, animacja psa trzymającego zabity cel
Strzelenie poza celem / Pudło (LPM)	Gra	Odjęcie naboju, gra toczy się dalej
Przeładowanie magazynku (RPM)	Gra	Załadowanie maksymalną liczbę naboi (3) do magazynku, aktualizacja dostępnych wszystkich naboi
Liczba wszystkich naboi = 0	Gra	Koniec gry, przejście do stanu czekania na koniec gry przeciwnika
Przeciwnik skończy grę (liczba jego naboi = 0)	Czekanie na koniec gry przeciwnika	Porównanie wyników, przejście do ekranu końca gry.
Wyświetlanie wyniku	Ekran końcowy	Wyświetlanie wyniku graczy wraz z informacją kto wygrał
LPM w obszar napisu RESET GAME	Ekran końcowy	Powrót na ekran startowy

4. Architektura

4.1. Moduły top:

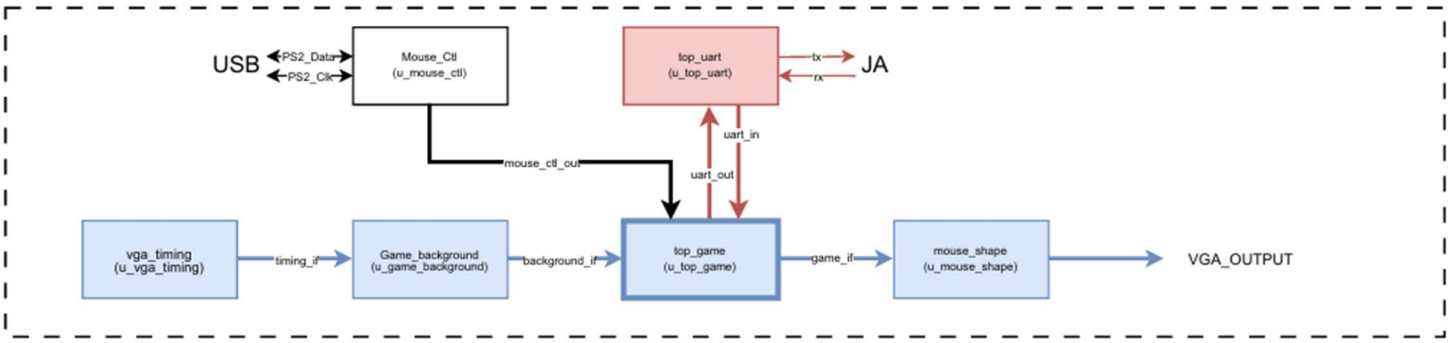
top_vga: Osoba odpowiedzialna: ŁG

top_game: Osoby odpowiedzialne ŁG + OSZ

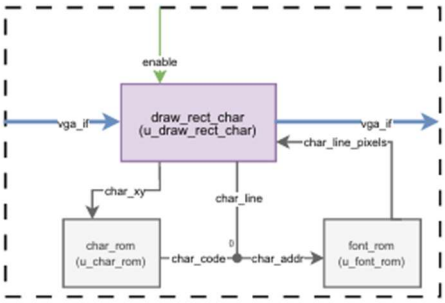
top_uart: Osoba odpowiedzialna: ŁG

4.1.1. Schemat blokowy

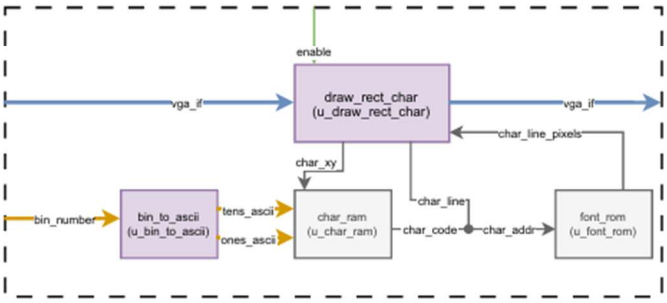
top_vga:



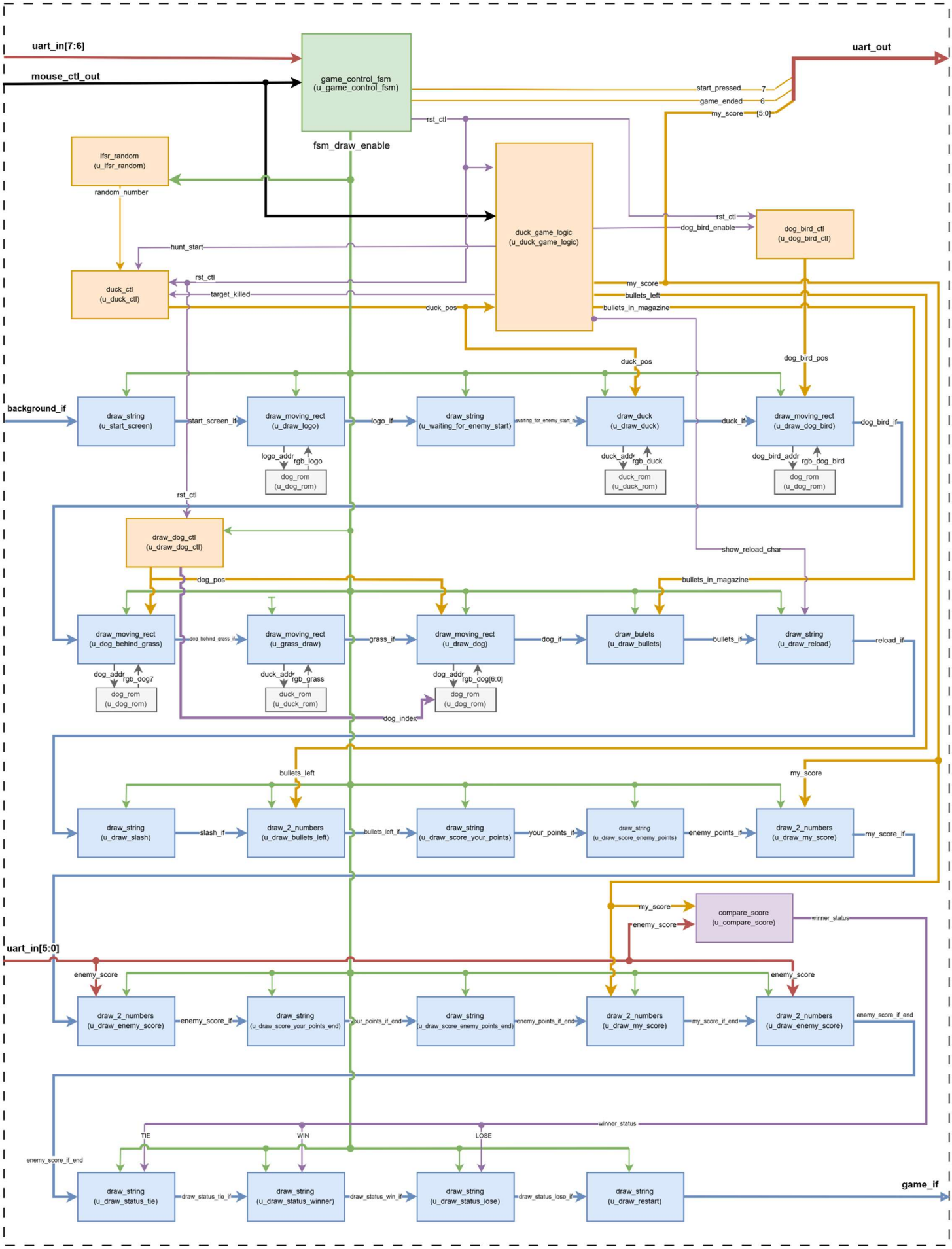
draw_string:



draw_2_numbers:



TOP_GAME


uart_in[7:6]
mouse_ctl_out
game_control_fsm (u_game_control_fsm)
uart_out
start_pressed
game_ended
my_score
rst_ctl
fsm_draw_enable
lfsr_random (u_lfsr_random)
random_number
duck_game_logic (u_duck_game_logic)
dog_bird_enable
dog_bird_ctl (u_dog_bird_ctl)
hunt_start
duck_ctl (u_duck_ctl)
target_killed
duck_pos
bullets_left
bullets_in_magazine
dog_bird_pos
background_if
draw_string (u_start_screen)
start_screen_if
draw_moving_rect (u_draw_logo)
logo_if
draw_string (u_waiting_for_enemy_start)
draw_duck (u_draw_duck)
duck_if
draw_moving_rect (u_draw_dog_bird)
dog_bird_if
logo_addr
rgb_logo
dog_rom (u_dog_rom)
duck_addr
rgb_duck
duck_rom (u_duck_rom)
dog_bird_addr
rgb_dog_bird
draw_dog_ctl (u_draw_dog_ctl)
show_reload_char
dog_pos
draw_moving_rect (u_dog_behind_grass)
draw_moving_rect (u_grass_draw)
draw_moving_rect (u_draw_dog)
draw_bulets (u_draw_bullets)
draw_string (u_draw_reload)
reload_if
dog_addr
rgb_dog7
rgb_grass
rgb_dog[6:0]
dog_index
draw_string (u_draw_slash)
draw_2_numbers (u_draw_bullets_left)
draw_string (u_draw_score_your_points)
draw_string (u_draw_score_enemy_points)
draw_2_numbers (u_draw_my_score)
my_score_if
compare_score (u_compare_score)
enemy_score
winner_status
uart_in[5:0]
draw_2_numbers (u_draw_enemy_score)
draw_string (u_draw_score_your_points_end)
draw_string (u_draw_score_enemy_points_end)
draw_2_numbers (u_draw_my_score)
draw_2_numbers (u_draw_enemy_score)
TIE
WIN
LOSE
draw_string (u_draw_status_tie)
draw_string (u_draw_status_winner)
draw_string (u_draw_status_lose)
draw_string (u_draw_restart)
game_if

4.1.2. Porty

a) mouse – mouse_ctl_out, output

nazwa portu	opis
ps2_data	szeregowe wejście/wyjście danych muszki
ps2_clk	zegar myszki

b) vga – vga_ctl, output

nazwa portu	opis
Vsync	sygnał synchronizacji pionowej VGA
Hsync	Sygnał synchronizacji poziomej VGA
vgaGreen[3:0]	Sygnał natężenia koloru zielonego VGA
vgaBlue[3:0]	Sygnał natężenia koloru niebieskiego VGA
vgaRed[3:0]	Sygnał natężenia koloru czerwonego VGA

c) uart – top_uart, inout

nazwa portu	opis
rx	Szeregowe wejście danych uart
tx	Szeregowe wyjście danych uart
gnd	Wspólna masa dla połączonych płytek

4.1.3. Interfejsy

a) Vga_if:
timing_if / background_if / draw_mouse_if / mouse_shape_if / game_if / start_screen_if / logo_if / waiting_for_enemy_start_if / duck_if / dog_bird_if / dog_behind_grass_if / grass_if / dog_if / bullets_if / reload_if / slash_if / bullets_left_if / your_points_if / enemy_points_if / my_score_if / enemy_score_if / your_points_if_end / enemy_points_if_end / my_score_if_end / enemy_score_if_end / draw_status_tie_if / draw_status_win_if / draw_status_lose_if
output

nazwa sygnału	opis
hcount [10:0]	horyzontalny licznik VGA
vcount [10:0]	wertykalny licznik VGA
hsync	sygnał synchronizacji poziomej VGA
vsync	sygnał synchronizacji pionowej VGA
hblnk	sygnał horyzontalny blank VGA
vblnk	sygnał wertykalny blank VGA
rgb [11:0]	sygnał koloru rgb VGA

b) fsm_draw_enable

nazwa sygnału	opis
start_screen_enable	bit enable sygnalizujący ekran startowy gry
start_pressed	bit sygnalizujący gotowość do gry
game_enable_posedge	bit sygnalizący moment rozpoczęcia gry (dla animacji)
game_enable	bit sygnalizujący rozpoczęcie rozgrywkę gry
game_finished	bit sygnalizujący o skończeniu rozgrywki przez gracza (ekran czekania)
end_screen_enable	bit sygnalizujące ekran końcowy z wynikami

c) duck_pos

nazwa sygnału	opis
duck_xpos[11:0]	pozycja x celu (kaczki)
duck_ypos[11:0]	pozycja y celu (kaczki)
duck_direction	kierunek lotu celu (kaczki)

d) dog_pos

nazwa sygnału	opis
dog_xpos[11:0]	pozycja x animacji psa
dog_ypos[11:0]	pozycja y animacji psa

e) dog_bird_pos

nazwa sygnału	opis
dog_bird_xpos[11:0]	pozycja x psa ze złapanym celem
dog_bird_ypos[11:0]	pozycja y psa ze złapanym celem

f) winner_status

nazwa sygnału	opis
draw	sygnał remisu graczy
win	sygnał przegranej gracza
lose	sygnał wygranej gracza

g) my_score, enemy_score

nazwa sygnału	opis
my_score [5:0]	liczba punktów gracza
enemy_score [5:0]	liczba punktów przeciwnika

h) bullets_left

nazwa sygnału	opis
bullets_left[6:0]	liczba naboi pozostałych możliwych do przeładowania

i) bullets_in_magazine

nazwa sygnału	opis
bullets_in_magazine [2:0]	liczba naboi możliwych do wystrzelenia (max 3)

4.2. Rozprowadzenie sygnału zegara

Wszystkie moduły korzystają z jednego zegara o częstotliwości 65 MHz.

5. Implementacja

5.1. Lista zignorowanych ostrzeżeń Vivado.

Identyfikator ostrzeżenia	Liczba wystąpień	Uzasadnienie
Synth **8-7080** Parallel synthesis criteria is not met	1	Pojawia się zawsze, nie ma wpływu na bitstream

5.2. Wykorzystanie zasobów

Tabela z wykorzystaniem zasobów z Vivado

Resource	Utilization	Available	Utilization %
LUT	5703	20800	27.42
LUTRAM	108	9600	1.13
FF	3766	41600	9.05
BRAM	41	50	82.00
DSP	2	90	2.22
IO	21	106	19.81
BUFG	2	32	6.25
MMCM	1	5	20.00

5.3. Marginesy czasowe

Marginesy czasowe (WNS) dla setup i hold.

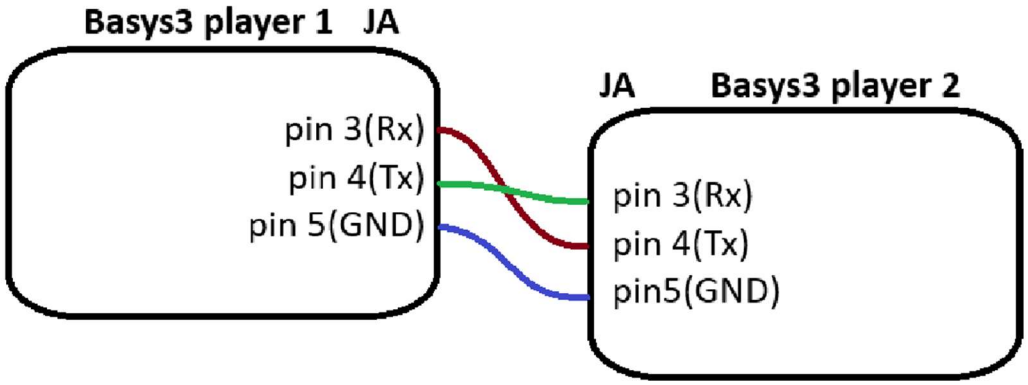
Design Timing Summary

Setup		Hold		Pulse Width	
Worst Negative Slack (WNS):	1,865 ns	Worst Hold Slack (WHS):	0,035 ns	Worst Pulse Width Slack (WPWS):	3,000 ns
Total Negative Slack (TNS):	0,000 ns	Total Hold Slack (THS):	0,000 ns	Total Pulse Width Negative Slack (TPWS):	0,000 ns
Number of Failing Endpoints:	0	Number of Failing Endpoints:	0	Number of Failing Endpoints:	0
Total Number of Endpoints:	5707	Total Number of Endpoints:	5707	Total Number of Endpoints:	3962

All user specified timing constraints are met.

6. Konfiguracja sprzętu

Schemat połączenia ze sobą płytek Basys3 w trybie multiplayer.



7. Film.