Specyfikacja jednostki exe_unit
Karol Bogumił 310 430

Parametrami jednostki są **M** oraz **N** określające liczbę bitów wejść i wyjścia oraz sygnału sterującego.

M wskazuje liczbę bitów argumentów wejściowych (sygnały **i_argA** oraz **i_argB**) oraz wyjścia, (sygnał **o_result**).

N określa liczbę bitów sygnału wejściowego i_oper, sterującego multiplekserem. Aby jednostka realizowała wszystkie operacje, **M musi się równać niemniej niż 9 (wymóg funkcji wyznaczania kodu CRC-4), a N musi się równać 4,** ponieważ 12 operacji można rozpisać na 4 bitach.

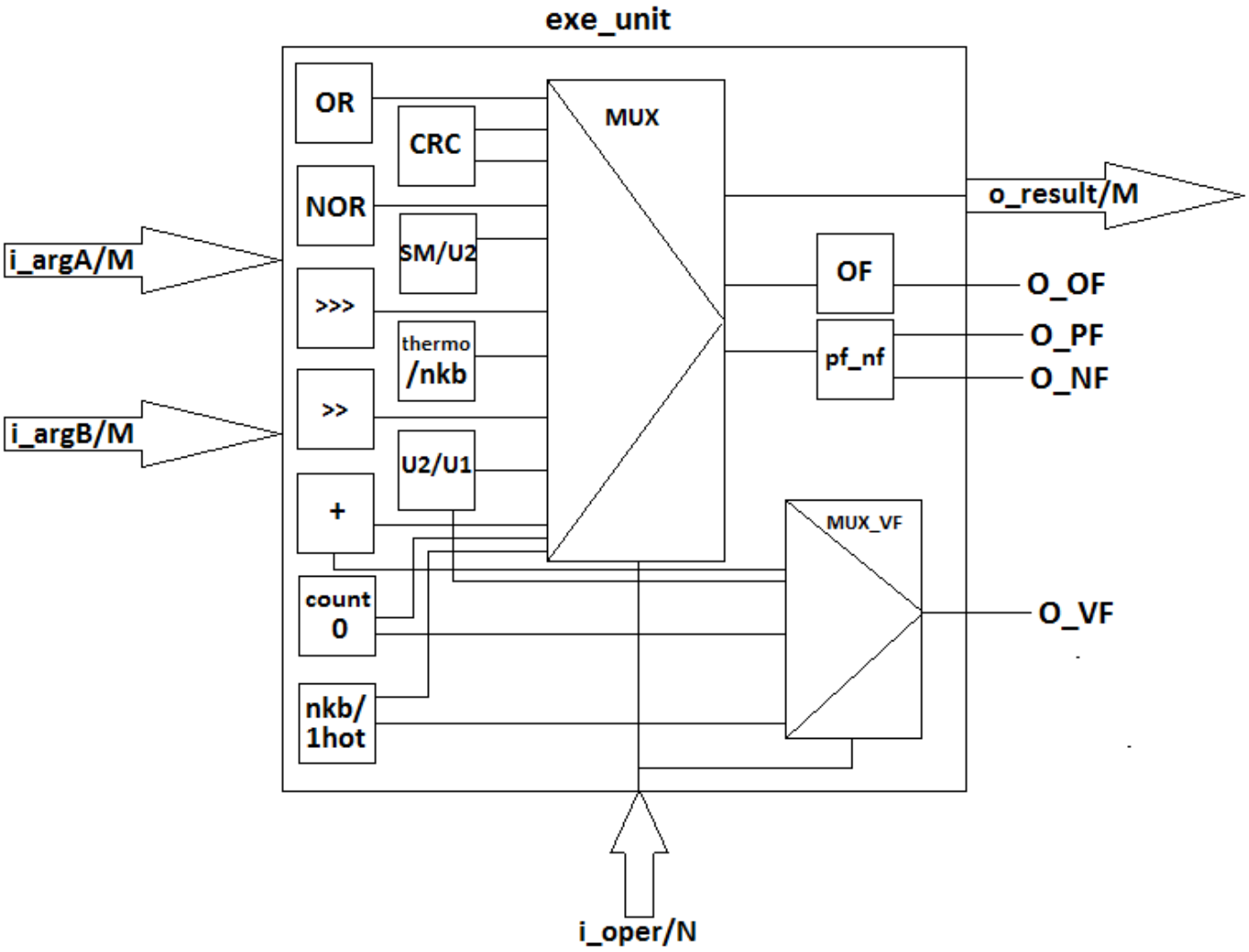
Jednostka realizuje następujące operacje (dla pewnego sygnału i_oper):

- **dodawanie** (dla i_oper= 0000)
- **or** (i_oper=0001)
- **nor** (i_oper=0010)
- **arytmetyczne przesunięcie argumentów w prawo** (i_oper=0011)
- **logiczne przesunięcie argumentów w prawo** (i_oper=0100)
- **konwersja danej wejściowej z kodu U2 na kod U1** (i_oper=0101)
- **konwersja danej wejściowej z kodu ZNAK-MODUŁ na kod U2** (i_oper=0110)
- **wyznaczenie kodu CRC-3** (i_oper=0111)
- **wyznaczenie kodu CRC-4** (i_oper=1000)
- **zliczanie sumarycznej liczby zer w obu argumentach wejściowych** (i_oper=1001)
- **dekoder termometrowy** (thermometer to nkb) (i_oper=1010)
- **koder n na 1** (nkb to one-hot) (i_oper=1011)

Dodatkowo, zawiera zestaw wyjść jednobitowych, wskazujących na pewne cechy argumentu wyjściowego:

- VF- znacznik przepełnienia
- PF- znacznik uzupełnienia do parzystej liczby jedynek (wystawia 1, gdy liczba jedynek jest nieparzysta)
- NF - znacznik uzupełnienia do nieparzystej liczby jedynek (wystawia 1, gdy liczba jedynek jest parzysta)
- OF – znacznik informujący, że wszystkie bity wyjścia mają wartość 1

Schemat blokowy:



Szerszy opis bardziej złożonych realizowanych operacji:

1. Dodawanie (instancja modułu fullader.sv)- zainsatncjonowany moduł dodawania sumuje wartości argumentów wejściowych i_argA oraz i_argB, uwzględniając konieczność przeniesienia w wyniku. Jeśli zachodzi potrzeba przeniesienia, znacznik VF informujący o tym, że wynik nie mieści się w określonej ilości bitów, przyjmuje wartość 1.

2. Konwersja z U2 na U1 (instancja modułu u2tou1.sv)- moduł zmienia argument i_argA napisany za pomocą kodu U2 na argument wyjścia napisany w U1. Z uwagi na różnice w zakresie możliwych do zapisania liczb dla określonej ilości bitów, należało uwzględnić możliwość przepełnienia. Występuje ono, gdy pierwszy bit argumentu wejściowego ma wartość 1 a wszystkie kolejne 0.

3. Konwersja ZNAK-MODUŁ- U2 (instancja modułu znak_modul.sv)- moduł zmienia argument i_argA zapisany w kodzie Z-M na kod U2, ponieważ zakres reprezentowanych liczb na określonej ilości bitów jest niezmienny, nie trzeba uwzględniać przepełnienia.

4. Wyznaczanie kodu CRC-3 (instancja modułu crc.sv)- kod CRC-3 jest wyznaczany dla argumentu i_argA, a potrzebne do tego sygnały pobiera z konkretnych miejsc wektora argumentu i_argB. Wielomian znajduje się na 4 najmniej znaczących bitach i_argB, a sygnał składający się z 3 zer do wyznaczenia kodu znajduje się na 3 kolejnych bitach (do działania tego modułu konieczne jest ustawienie liczby bitów wejść na przynajmniej 7- wtedy cały i_argB będzie stanowił składniki potrzebne do wyznaczenia kodu).

5. (analogicznie do CRC-3, instancja modułu crc.sv)- Wyznaczanie kodu CRC-4- kod CRC-4 jest wyznaczany dla argumentu i_argA, a potrzebne do tego sygnały pobiera z konkretnych miejsc wektora argumentu i_argB. Wielomian znajduje się na 5 najmniej znaczących bitach i_argB, a sygnał składający się z 4 zer do wyznaczenia kodu znajduje się na 4 kolejnych bitach (do działania tego modułu konieczne jest ustawienie liczby bitów wejść na przynajmniej 9- wtedy cały i_argB będzie stanowił składniki potrzebne do wyznaczenia kodu).

6. Zliczanie sumarycznej liczby zer w obu argumentach wejściowych (i_argA oraz i_argB)- (instancja modułu count_0.sv) moduł ten zlicza wszystkie zera występujące w obu wejściach. W przypadku, gdy liczba bitów wejść jest mniejsza od 3 a argumenty będą składały się wyłącznie z zer, może dojść do przepełnienia.

7. dekoder termometrowy- (instancja modułu thermo2bin.sv)- moduł tłumaczący sygnał wejścia i_argA zapisany w kodzie termometrowym na kod nkb

8. koder n na 1 (nkb to one-hot)- (instancja modułu binary2onehot.sv) zostaje wykonane konwertowanie argumentu i_argA zapisanego w naturalnym kodzie binarnym na kod gorącej jedynki. Jeśli wartość wpisana jako i_argA jest większa od liczby dostępnych bitów pomniejszonej o 1, następuje wtedy przepełnienie.

Implementacja znaczników:

znacznik przepełnienia: VF (wyjście o_vf)- ponieważ przepełnienie ma szansę wystąpić tylko dla niektórych operacji i osiągane jest na różnych warunkach, zaimplementowano kolejny multiplekser, sterowany sygnałem i_oper. Wartości sygnałów sterujących w multiplekserze dla przepełnień odpowiadają tym w multiplekserze głównym. (Dla przykładu sygnał i_oper=9 obsługuje moduł zliczania 0 oraz jednocześnie umożliwia wyświetlenie sygnału przepełnienia dla tej operacji)

Przykład: dla zliczania liczby 0 w obu argumentach wejściowych i dwóch bitów wyjścia (M=2), w przypadku gdy oba wejścia będą wynosiły 00, suma zer wyniesie 4, co nie zmieści się na dwóch bitach, wtedy VF wyniesie wartość 1.

Znacznik dopełnienia do parzystej liczby jedynek: za operację zliczania i dzielenia modulo odpowiedzialny jest osobny, zainstancjonowany moduł pf_nf. Wykonywane jest zliczanie jedynek argumentu wyjściowego o_result a następnie dzielenie modulo przez 2. Jeśli wynik tego dzielenia jest równy 0, oznacza to że liczba jedynek jest parzysta, a zatem **znacznik NF(sygnał o_nf)** jest równy 1, aby uzupełnić do nieparzystej liczby jedynek, **znacznik PF(sygnał o_pf)** jest wtedy równy 0. W sytuacji przeciwnej, tj. gdy wynik dzielenia modulo nie równa się 0, co oznacza nieparzystą liczbę jedynek, znacznik PF uzupełniający do parzystej liczby przybiera wartość 1, a NF wartość 0.

Przykład: dla sygnału wyjściowego 101101011, PF wyniesie wartość 0, ponieważ liczba jedynek jest już parzysta, a NF wyniesie wartość 1, aby dopełnić liczbę jedynek do nieparzystej liczby.

Znacznik OF (sygnał o_of) informujący, że wszystkie bity wyjścia o_result mają wartość 1 polega na pojedynczej instrukcji warunkowej if (sprawdzenie czy o_result == 1111...111)

Przykład: dla sygnału wyjściowego 111111111 OF wyniesie wartość 1, a dla sygnału 101111111 wyniesie wartość 0, ponieważ nie wszystkie bity w wektorze są 1.

Przykład instancjonowania dla modułu przetwarzania U2 na U1:

nadanie parametrów i zestawu wejść i wyjść w pliku .sv modułu:

```
module u2tou1 (i_input, o_output, o_overflow);
parameter BITS=3;
input logic [BITS-1:0]  i_input;
output logic [BITS-1:0] o_output;
output logic o_overflow;
```

instancja modułu w pliku .sv exe_unit:

```
logic [M-1:0] s_u2tou1;  // stworzenie sygnału pomocniczego do obsługi wyjścia modułu
logic s_u2tou1_ovf; //stworzenie sygnału do obsługi możliwego przepełnienia
u2tou1 #(.BITS(M))  //przeportowanie parametrów- BITS modułu ma przybrać wartość M
u2tou1(
   .i_input(i_argA),     // podpięcie sygnalów
   .o_output(s_u2tou1),
   .o_overflow(s_u2tou1_ovf)
   );
```

podpięcie wyjścia modułu do multipleksera:

```
N'd5: o_result= s_u2tou1; //dla sygnału i_oper=5 wyjście przyjmie wartość sygnału pomocniczego
                          s_u2tou1
```

podpięcie sygnału wyjścia przepełnienia o_overflow do multipleksera znacznika VF:

```
N'd5: o_vf=s_u2tou1_ovf;
```

Lista plików .sv z instancjonowanymi modułami:

fullader.sv - moduł dodawania

sm_to_u2.sv – moduł konwersji ze ZNAK-MODUŁ na U2

count_0.sv – moduł zliczania zer w obu argumentach

crc.sv – moduł odpowiedzialny za wyznaczanie kodów crc-3 oraz crc-4

thermo2bin.sv – moduł dekodowania kodu termometrowego na binarny

u2tou1.sv – moduł konwersji z U2 na U1

binary2onehot.sv – moduł kodowania kodu nkb na kod gorącej jedynki (one- hot)

Plik .sv do obsługi znacznika:

pf_nf.sv – znacznik dopełnienia do parzystej liczby jedynek lub nieparzystej liczby jedynek