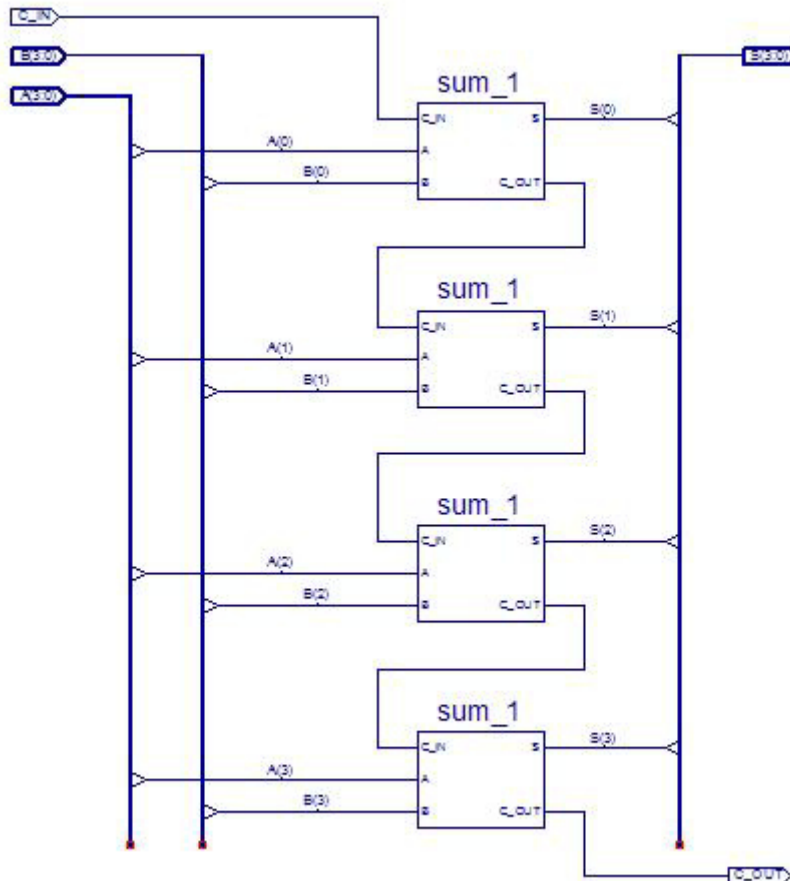


## Magistrale na schematach

Jeśli w projektowanym układzie występują sygnały składające się z kilku powiązanych ze sobą logicznie linii (na przykład liczby wielobitowe) wskazane jest używanie magistrali (*Bus*). Pozwala to nie tylko uzyskać bardziej przejrzysty schemat, ale również ułatwia symulację układu. Przykładem może być przedstawiony poniżej sumator 4-bitowy, zbudowany z czterech sumatorów jednobitowych *sum\_1*.



## Tworzenie magistrali

Magistralę można utworzyć przez nadanie połączeniu (*Wire*) nazwy w postaci  $A(3:0)$ , gdzie  $A$  jest nazwą magistrali a  $(3:0)$  zakresem sygnałów. Magistrala powstaje automatycznie przy tworzeniu nowego połączenia, prowadzącego do wejścia/wyjścia bloku lub portu (*Module Port*), będącego sygnałem wielobitowym. Na schemacie magistrala wyróżniona jest przez pogrubienie.

Połączenie portu



Port i magistrala



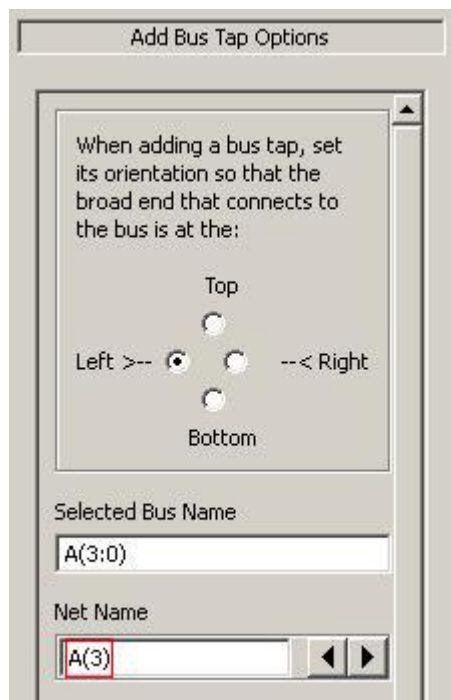
## Podłączanie pojedynczego sygnału do magistrali

---

1. Z paska narzędzi wybieramy symbol połączenia do magistrali (*Bus Tap*):

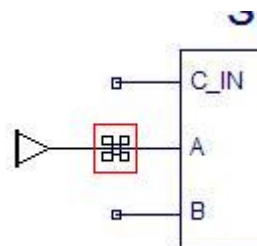


2. Klikamy na magistralę, do której ma być wykonane połączenie (na schemacie może być więcej niż jedna magistrala). W okienku opcji (pole *Selected Bus Name*) pojawia się nazwa wybranej magistrali. Trzeba ustalić odpowiednią orientację symbolu *Bus Tap*:

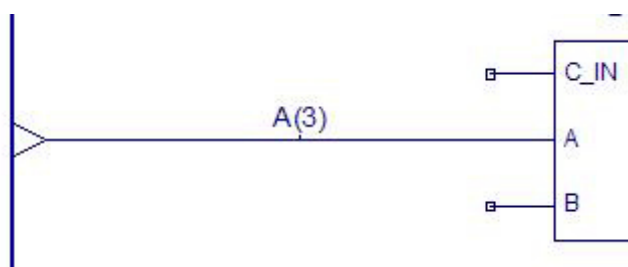


W polu *Net Name* wyświetlany jest aktualnie wybrany sygnał magistrali, można go zmienić używając strzałek lub wpisując odpowiedni indeks. Jeśli chcemy podłączyć kolejno wszystkie cztery sygnały, najwygodniej zacząć od sygnału *A(3)*, po jego podłączeniu indeks będzie automatycznie dekrementowany.

3. Przesuwamy symbol *Bus Tap* do miejsca podłączenia wybranego sygnału magistrali:



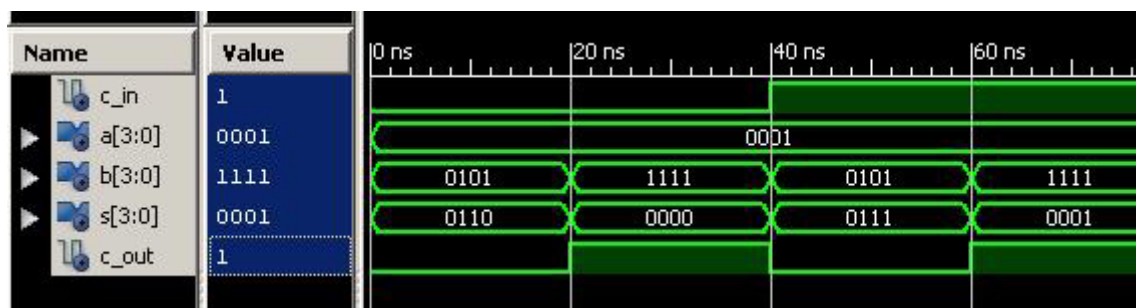
4. Po kliknięciu powstaje połączenie, które jest automatycznie oznaczane nazwą sygnału, w tym przypadku *A(3)*:



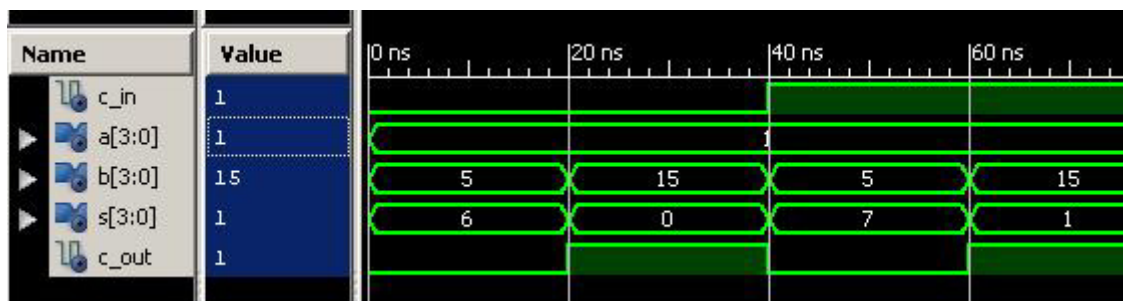
## Magistrala w symulacji

Dla rozpatrywanego przykładu sumatora 4-bitowego na wykresie symulacji magistrale składników  $A(3:0)$ ,  $B(3:0)$  i sumy  $S(3:0)$  opisane są wartościami liczbowymi, która mogą być wyświetlane w różnych formatach (zmiana w opcji *Radix*):

Format binarny



Format dziesiętny bez znaku (łatwiej sprawdzić poprawność sumowania)



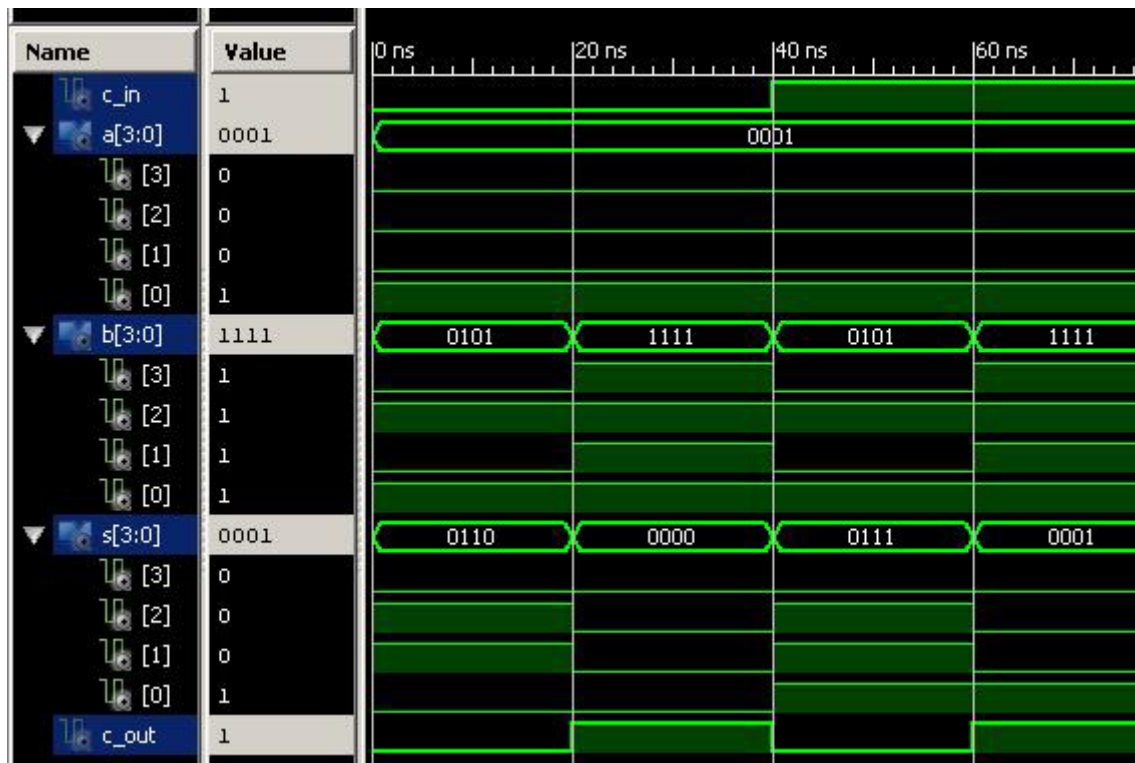
Format dziesiętny ze znakiem (jeśli w projekcie liczby mają taką interpretację)



W większości przypadków wystarcza obserwacja stanu całej magistrali jako wartości liczbowej. W razie potrzeby można jednak magistralę rozwinąć (kliknięcie w symbol strzałki,

z lewej strony nazwy sygnału) i dodatkowo obserwować niezależnie stan wszystkich sygnałów składowych.

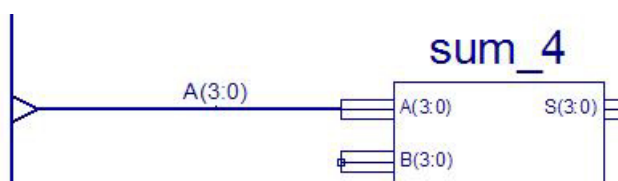
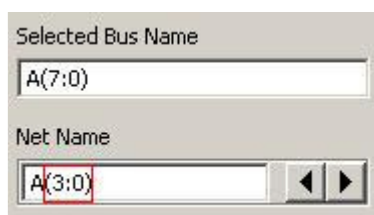
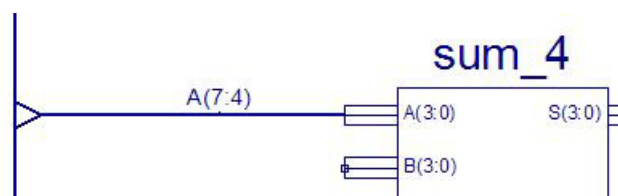
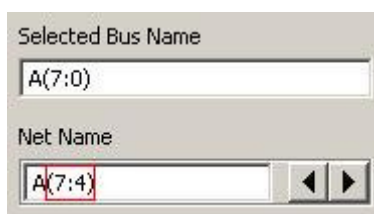
Magistrala rozwinięta do pojedynczych sygnałów



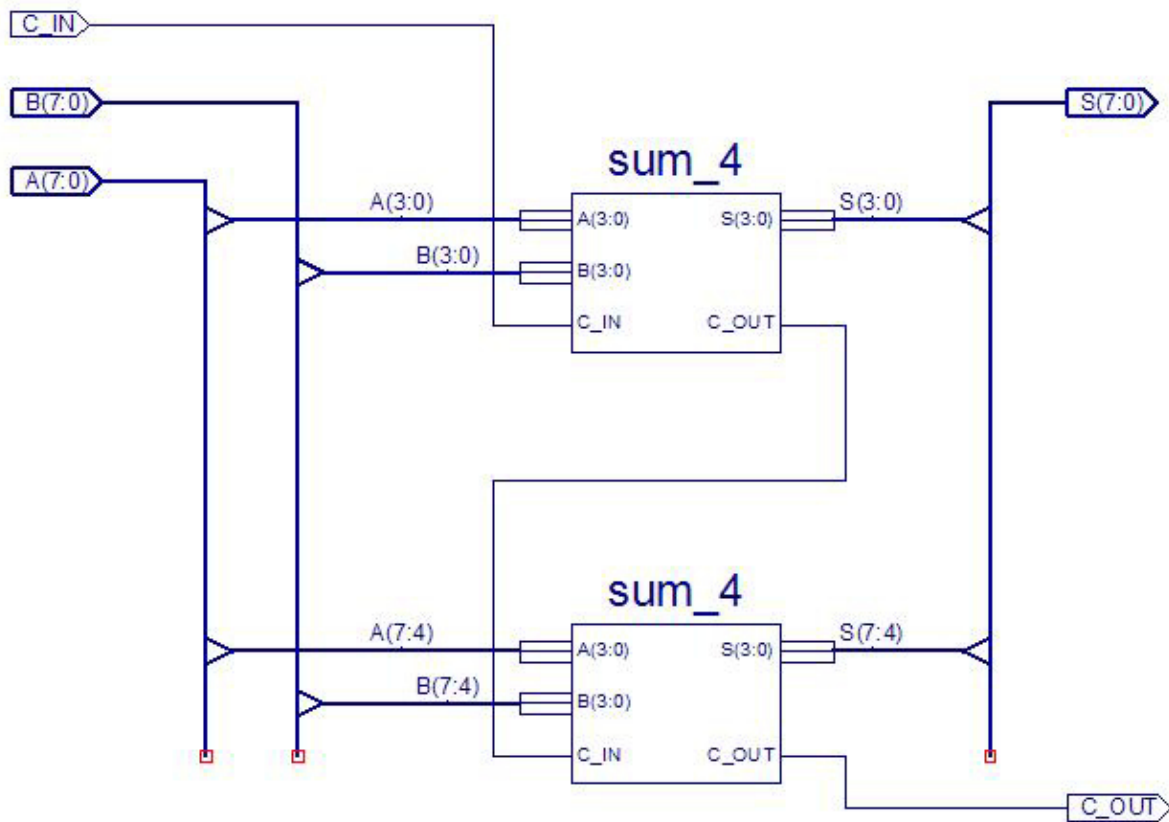
### Podłączanie grupy sygnałów do magistrali

Założmy, że dla sumatora 4-bitowego został utworzony symbol. Używając dwóch takich symboli można na kolejnym schemacie zbudować sumator 8-bitowy. W tym przypadku konieczne będzie rozprowadzenie magistral 8-bitowych do dwóch 4-bitowych grup sygnałów. Postępowanie jest podobne, jak przy podłączaniu do magistrali pojedynczej linii, różnica polega na tym, że przy wyborze sygnałów w polu *Net Name* wpisujemy odpowiedni zakres indeksów sygnałów.

Dla jednego z sumatorów 4-bitowych wybieramy zakres 7:4 (sumowanie 4 starszych bitów) a dla drugiego 3:0 (sumowanie 4 młodszych bitów):

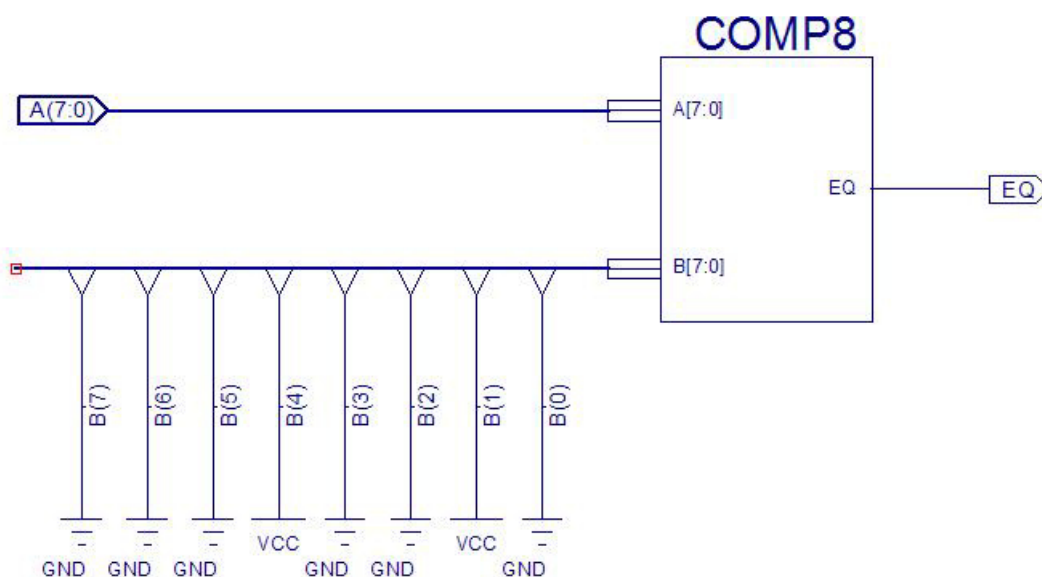


W podobny sposób podłączamy magistrale B(7:0) i S(7:0). Dodając odpowiednie połączenia dla przeniesień uzyskujemy pełny schemat sumatora 8-bitowego pokazany poniżej:



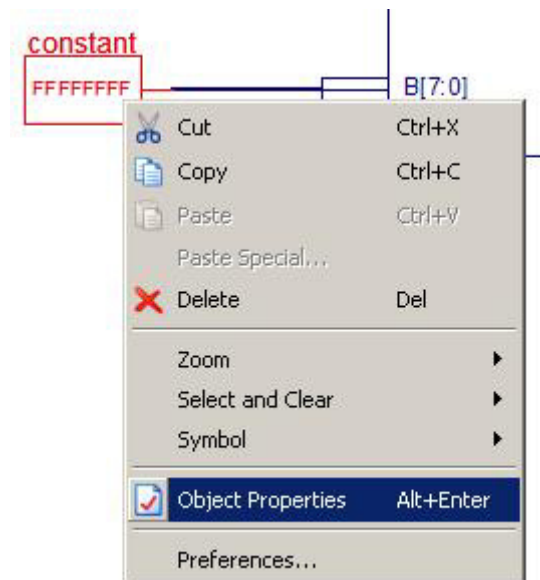
### Stałe wartości na magistrali

Jeśli trzeba zadać na magistrali stałą wartość (na przykład w układzie komparatora), to można do poszczególnych bitów podłączyć stałą logiczną 0 lub 1 (używając symboli *GND* i *VCC* z grupy *General*). Dla 8-bitowej wartości 12h schemat mógłby wyglądać następująco:



Widać, że przy takim połączeniu schemat nie wygląda zbyt przejrzysto. Jednak główną wadą takiego sposobu jest to, że przy ewentualnej zmianie wartości stałej konieczne są pracochłonne zmiany na schemacie.

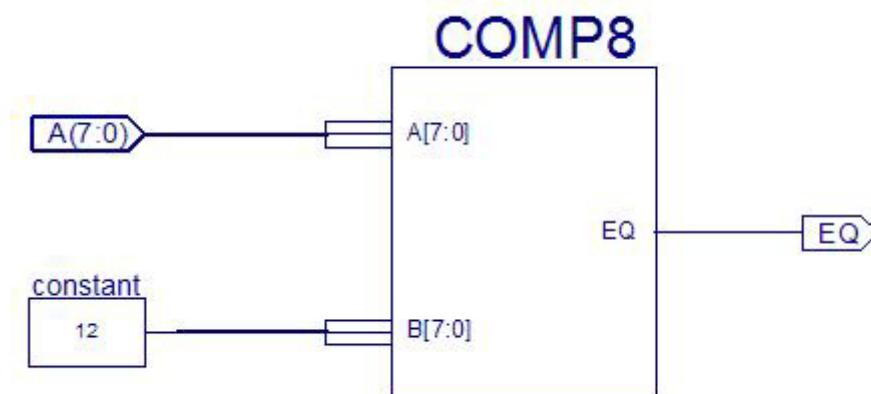
Do zadawania stałej na magistrali lepiej użyć symbolu *constant* (z grupy *General*). Po podłączeniu symbolu stałej trzeba ustalić jej wartość modyfikując właściwości obiektu (wartość stałej można później w razie potrzeby wielokrotnie modyfikować):



Wartość stałej w formacie heksadecymalnym (tutaj 12h) należy wpisać w polu *CValue*:

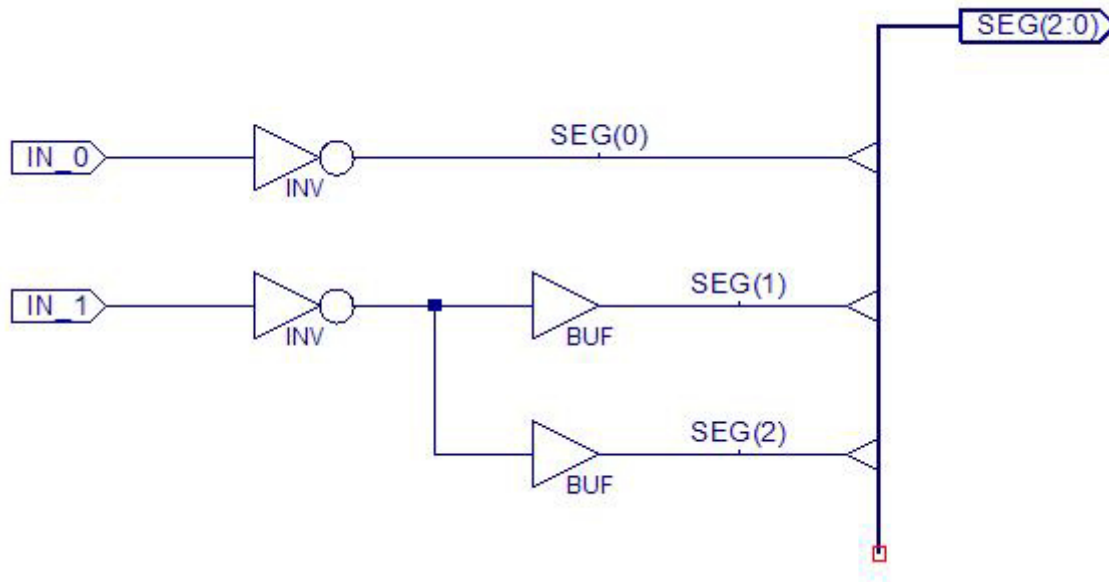
Name	Value	
InstName	XLXI_12	<input type="checkbox"/>
SymbolName	<i>constant</i>	<input checked="" type="checkbox"/>
CValue	12	<input checked="" type="checkbox"/>
LEVEL	CXILINX	<input type="checkbox"/>

Po edycji wartości stałej schemat wygląda następująco:



## Równoczesne sterowanie wieloma liniami magistrali

Linie magistrali są niezależnymi sygnałami, nie można ich więc zwierać. Może jednak wystąpić sytuacja, w której na przykład wyjście bramki powinno sterować równocześnie kilkoma bitami magistrali. W takim przypadku należy użyć buforów, które nie zmieniają wartości logicznej, ale separują linie magistrali. Pokazuje to poniższy przykład:

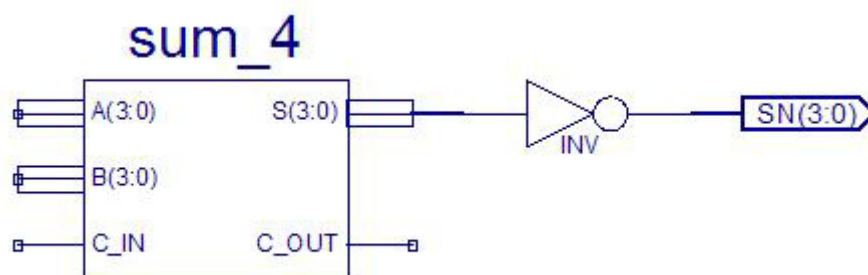


## Symbole iterowane na magistrali

W przypadku, gdy konieczne jest wstawienie na wszystkich liniach magistrali buforów lub negacji można użyć gotowych, zwielokrotnionych symboli (na przykład INV8). Są one jednak dostępne tylko dla niektórych rozmiarów magistrali. W ogólnym przypadku można zastosować specjalną metodę do iterowania symboli.

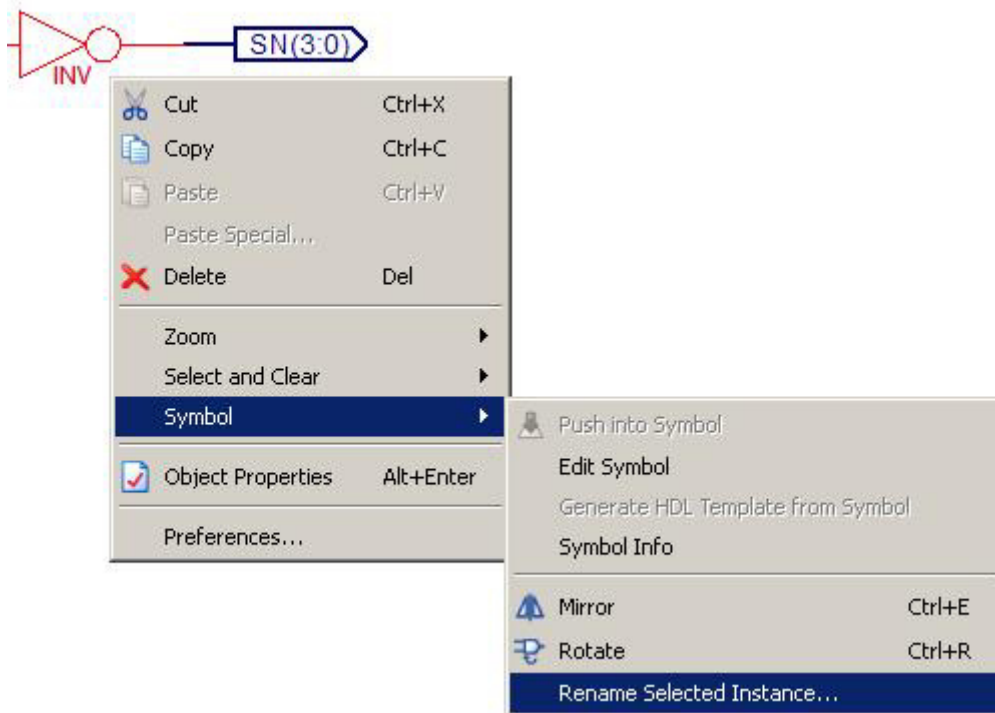
Założmy, że do portu wyjściowego chcemy podłączyć wyjście 4-bitowego sumatora po zanegowaniu wszystkich bitów sumy.

1. Wstawiamy zwykłą, pojedynczą negację (na tym etapie będzie ona jeszcze niedopasowana do rozmiaru magistrali):

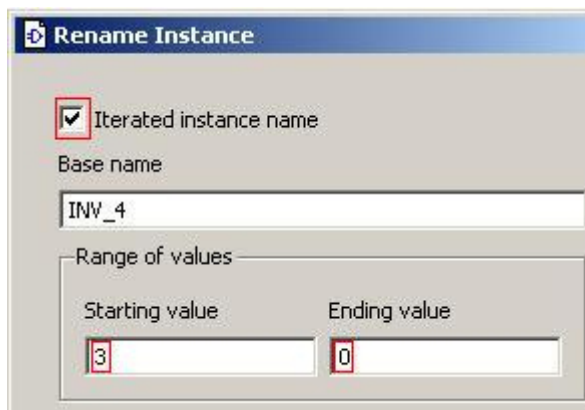




2. Po zaznaczeniu symbolu negacji w menu podręcznym wybieramy kolejno opcje: *Symbol* i *Rename Selected Instance*:



3. Zaznaczamy wybór symbolu iterowanego (*Iterated instance name*) i wpisujemy zakres indeksów zgodny z rozmiarem magistrali (nazwa bazowa INV\_4 jest opcjonalna):



4. Negacja została powielona na wszystkich liniach magistrali (pogrubienie symbolu na schemacie):

