

Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji



AGH

Projekt przerzutnika typu D

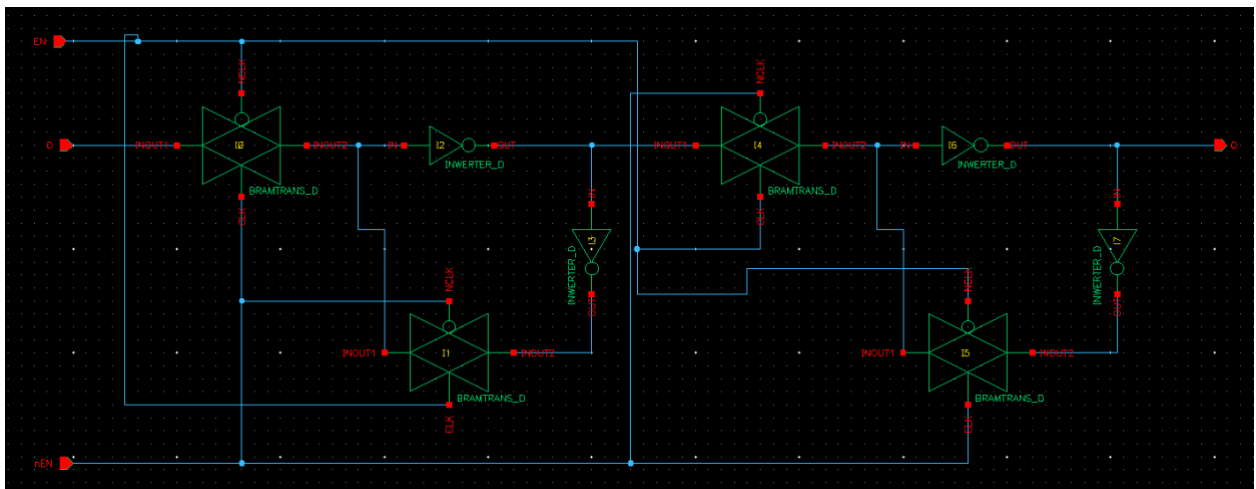
Filip Żurek
Elektronika i Telekomunikacja

Kraków, 31.12.2024 r.

1. Cel zadania

Zadanie laboratoryjne polegało na zaprojektowaniu poprawnie działającego przerzutnika typu D wykorzystując bramki transmisyjne. Głównym celem ćwiczenia było wykonanie optymalizacji topografii tak aby układ zajmował jak najmniejszą przestrzeń. Po zaprojektowaniu przerzutnika należało wykonać stosowne symulacje potwierdzające jego poprawne działanie.

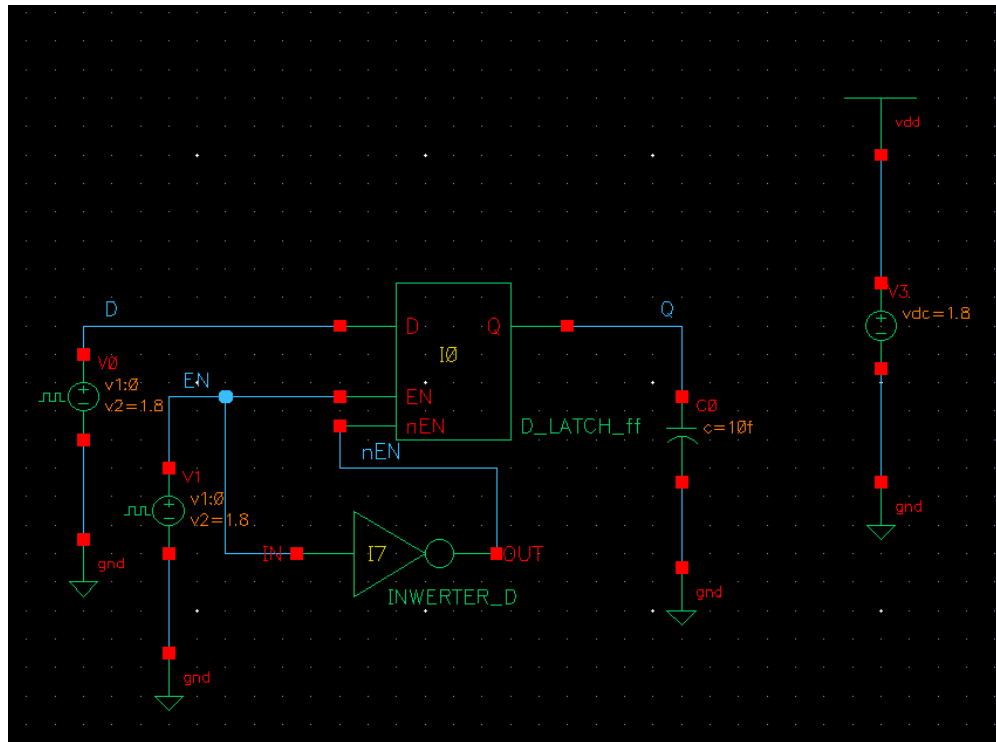
2. Schemat przerzutnika



Zdjęcie 1 Schemat przerzutnika D wykorzystującego bramki transmisyjne

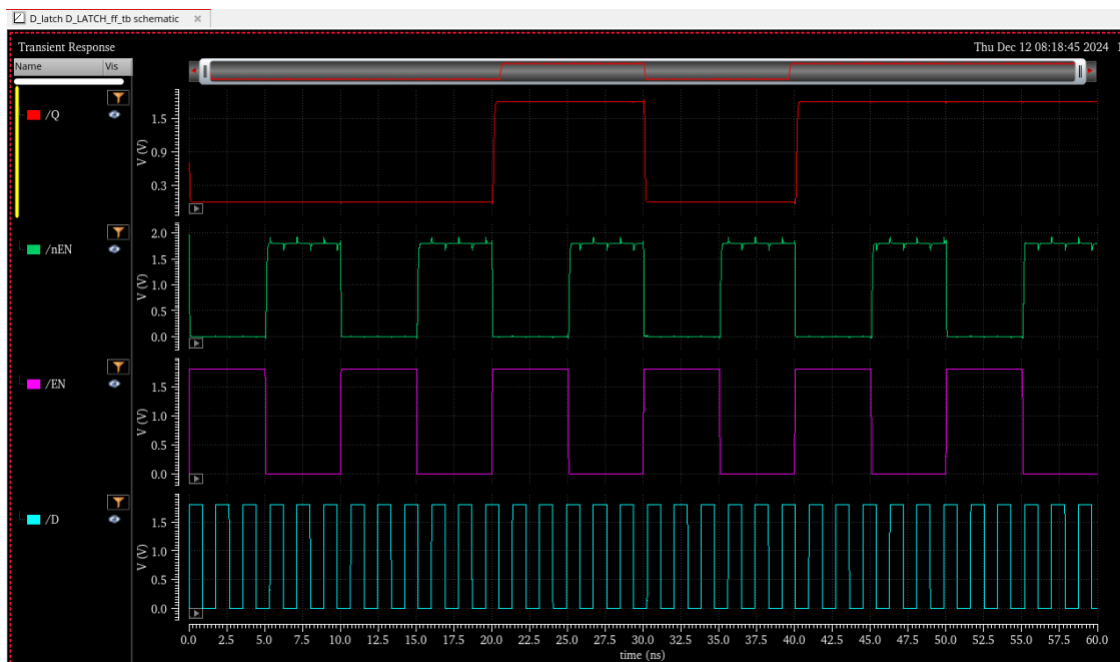
Pierwszym zadaniem było stworzenie modeli bramki transmisyjnej oraz inwertera co umożliwiło stworzenie gotowego schematu przerzutnika typu D w oparciu o te elementy.

3. Symulacja post layoutowa



Zdjęcie 2 Schemat przerzutnika D do pomiarów

Utworzono schemat pomiarowy przerzutnika, który zgodnie z wymaganiami został obciążony pojemnością 10 [fF].



Zdjęcie 3 Działanie przerzutnika typu D



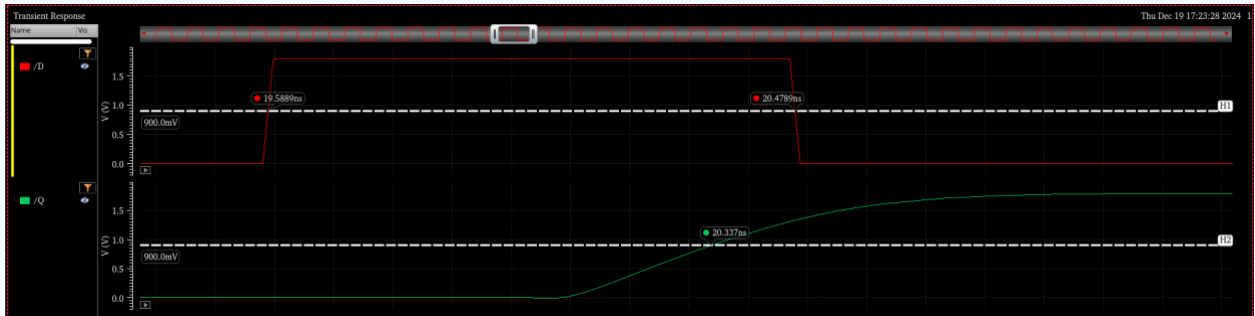
Zdjęcie 4 Działanie układu zmiana stanu 0 na 1



Zdjęcie 5 Działanie układu zmiana stanu 1 na 0

4. Analiza czasów przerzutnika

4.1. Czas propagacji

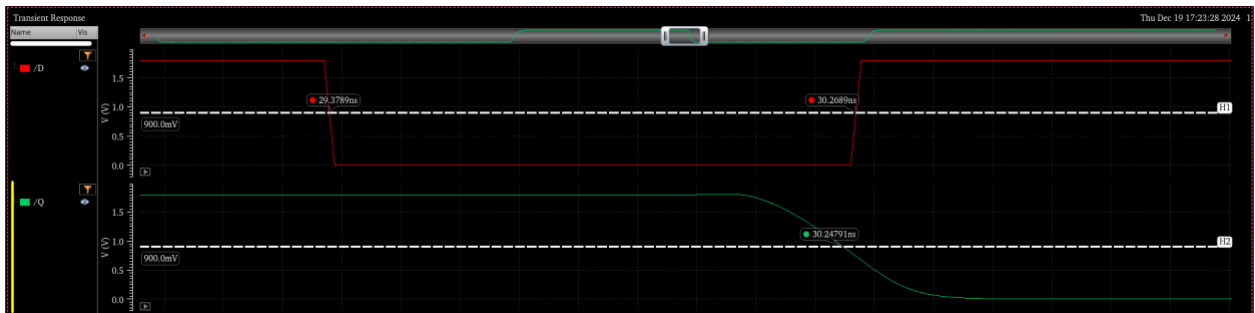


Zdjęcie 6 Czas propagacji pomiar -narastanie

Pomiary rozpoczęto od zmierzenia czasu propagacji przerzutnika, czyli opóźnienia pomiędzy sygnałem wejściowym a sygnałem wyjściowym dla połowy amplitudy. Z przedstawionego zdjęcia możemy odczytać ten czas jako różnicę stosownych czasów.

W pierwszym przypadku dla narastania:

$$t_p = 20.337 [ns] - 19.5889 [ns] = 0.7481 [ns] = 748.1 [ps]$$



Zdjęcie 7 Czas propagacji pomiar - opadanie

W przypadku opadania ten czas wynosił:

$$t_p = 30.24791 [ns] - 29.3789 [ns] = 0.86901 [ns] = 869.01 [ps]$$

Możemy zauważyć, że czas propagacji jest dłuższy dla zmiany stanu z 1 na 0 (opadanie).

4.2. Czas narastania

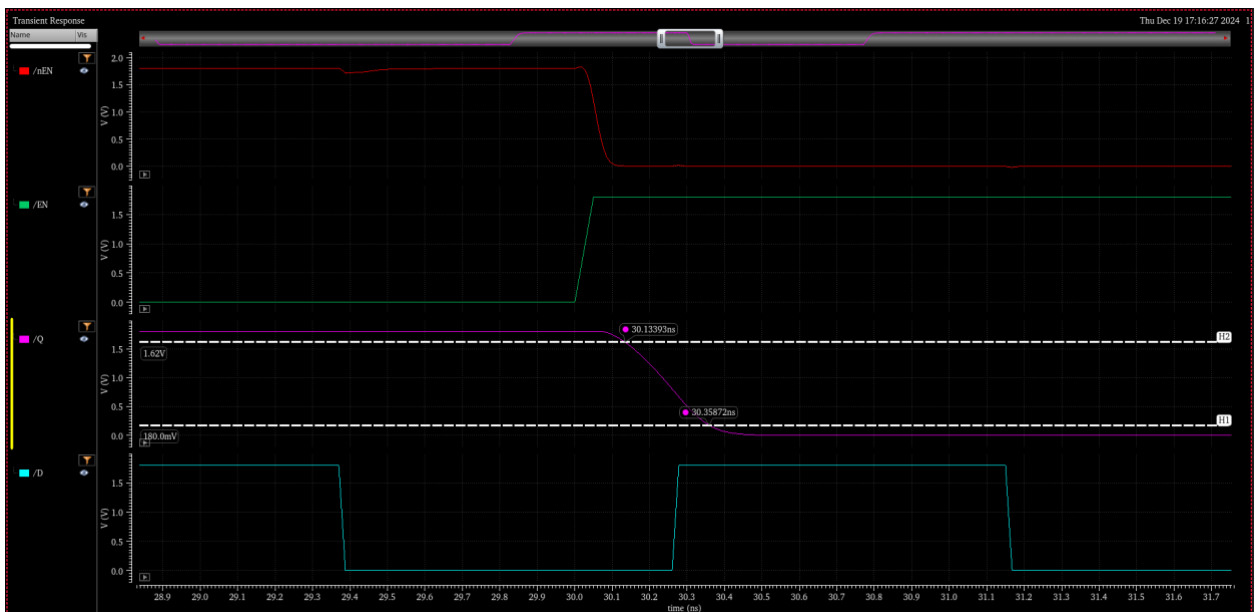


Zdjęcie 8 Czas narastania pomiar

Następnym z pomiarów do wykonania był czas narastania, czyli czasów wyjścia w wartościach odpowiednio 90% oraz 10% amplitudy.

$$t_r = 20.63347 [ns] - 20.14826 [ns] = 0.48521 [ns] = 485.21 [ps]$$

4.3. Czas opadania

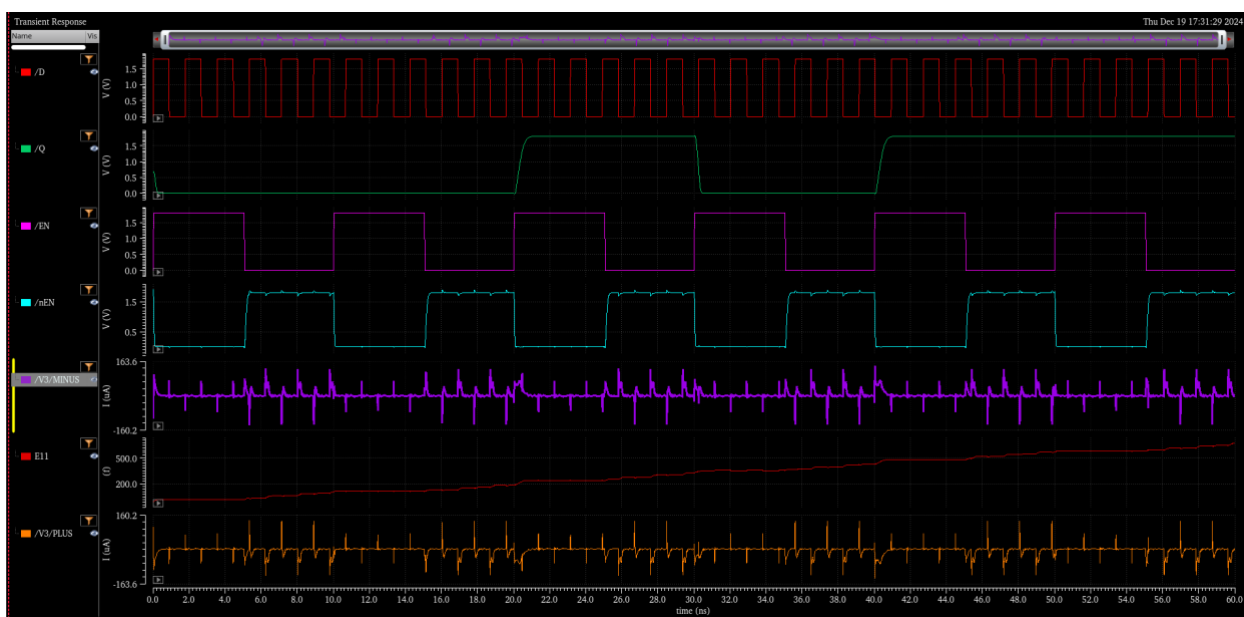


Zdjęcie 9 Pomiar czas opadania

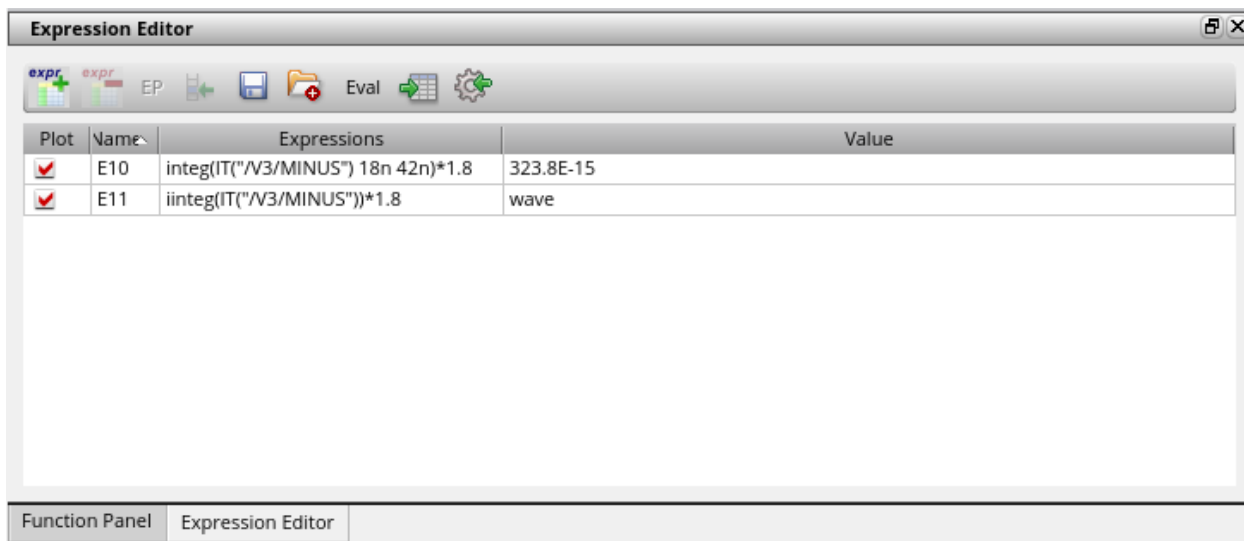
Pomiar czasu opadania jest analogicznym pomiarem do pomiaru czasu narastania z tą różnicą, że od wartości w 10% amplitudy odejmuje się wartość w 90% amplitudy.

$$t_f = 30.35872[ns] - 30.13393 [ns] = 0.22479 [ns] = 224.79 [ps]$$

5. Analiza mocy przerzutnika



Zdjęcie 10 Wykres energii w czasie

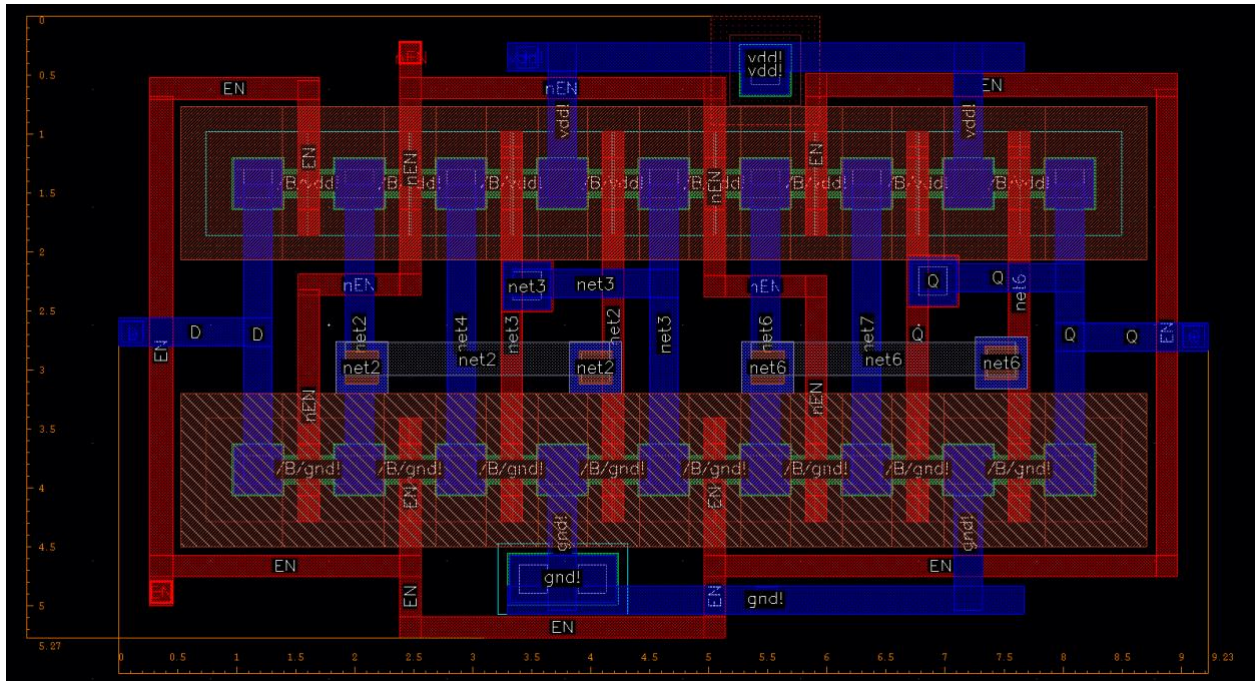


Zdjęcie 11 Obliczenie średniego poboru mocy

W celu obliczenia średniej mocy posłużono się wbudowanym w program kalkulatorem. Jak można odczytać na powyższym zrzucie ekranu, średni pobór mocy układu wynosi: 323.8[fW].

6. Wymiary układu przerzutnika typu D

Ważnym elementem zadania była optymalizacja układu tak aby zajmował on jak najmniejszą powierzchnię. Wszystkie elementy przerzutnika ułożono na jednym „pasku” warstwy typu P⁺ i N⁺ zachowując minimalne wymiary połączeń oraz odległości pomiędzy nimi.

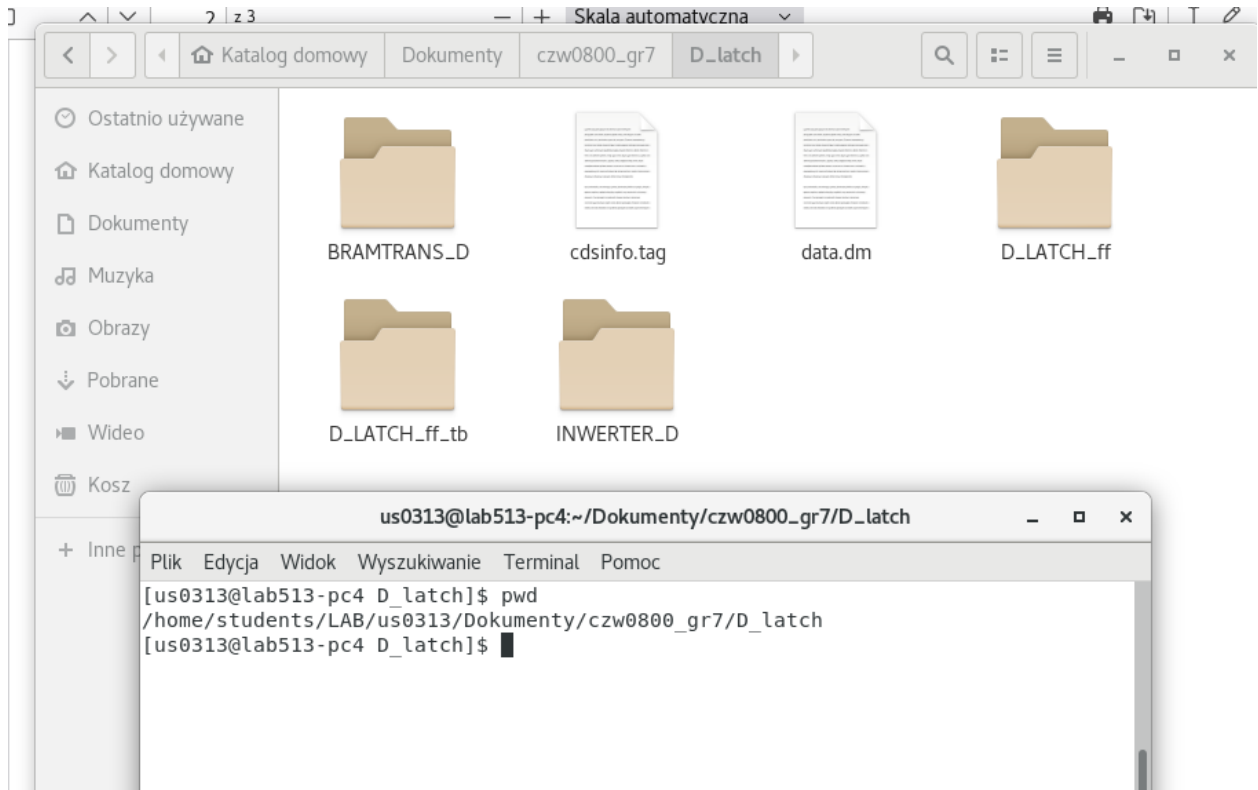


Zdjęcie 12 Wymiary układu z linijką

Wymiary układu możemy odczytać z powyższego zrzutu ekranu, wynoszą one 5.27 x 9.23 [μm]. Znając te wymiary możemy obliczyć jaką powierzchnię zajmuje stworzony układ.

$$S = 5.27 [\mu\text{m}] \cdot 9.23 [\mu\text{m}] = 48.6421 [\mu\text{m}^2]$$

7. Topografia i ścieżka dostępu



Zdjęcie 13 Ścieżka dostępu do projektu

Zgodnie z zaleceniami zawartymi w instrukcji. Projekt układu w celu weryfikacji znajduje się na koncie us0313 pod ścieżką: ~/Dokumenty/czw0800_gr7/D_latch.