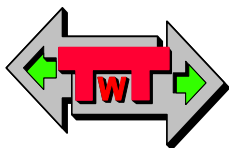
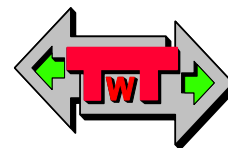


ZESPÓŁ LABORATORIÓW TELEMATYKI TRANSPORTU
ZAKŁAD TELEKOMUNIKACJI W TRANSPORCIE



WYDZIAŁ TRANSPORTU
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ



LABORATORIUM ELEKTRONIKI

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 27

Komputerowa symulacja bramek w technice TTL i CMOS

DO UŻYTKU WEWNĘTRZNEGO

WARSZAWA 2021

A. Cel ćwiczenia

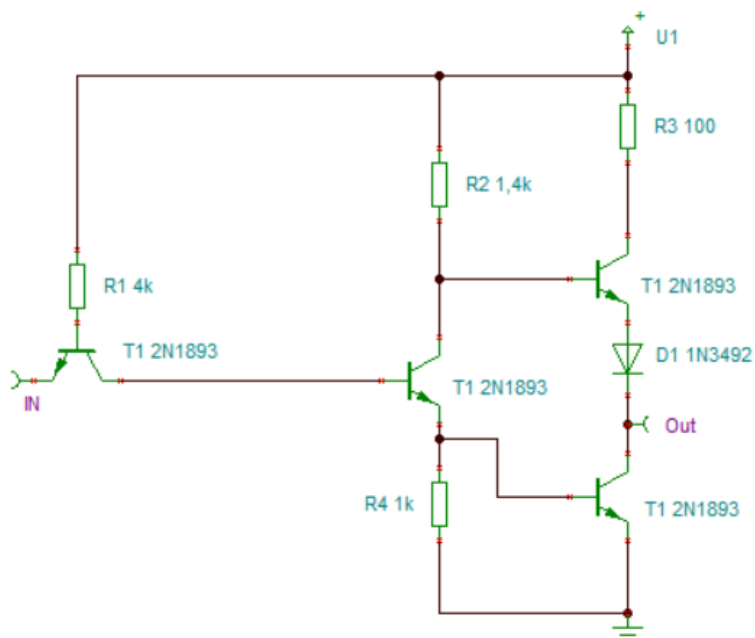
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z możliwościami komputerowej symulacji bramek logicznych (zrealizowanych w technice TTL i CMOS). Do tego celu zostanie użyty program Tina, który umożliwia symulację zarówno układów analogowych jak i cyfrowych.

B. Przebieg ćwiczenia

1) Budowa bramki NAND zrealizowanej w technice TTL

Na początek należy zbudować bramkę NAND z elementów wg schematu poniżej.

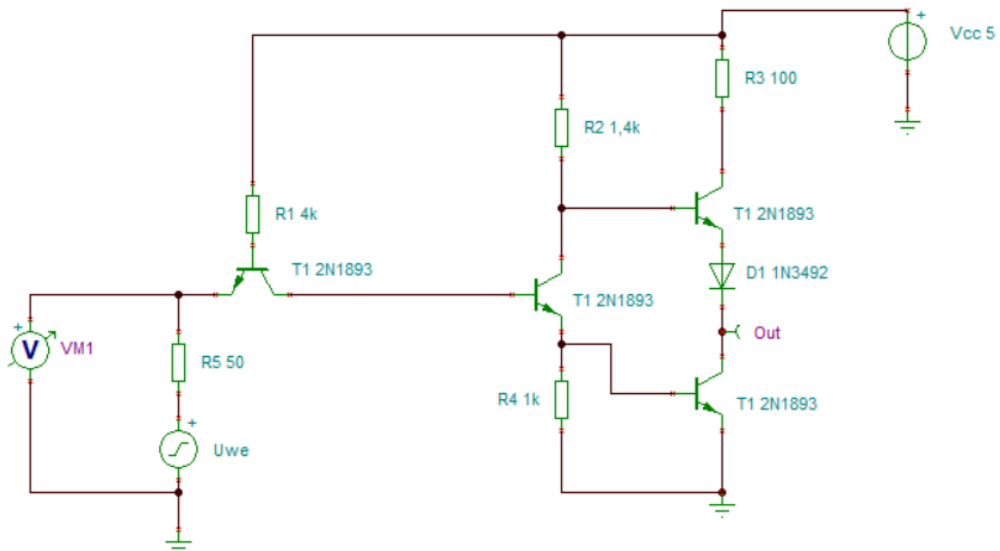
W tym celu należy posłużyć się programem TINA.



Rys. 1. Schemat ideowy bramki NAND zrealizowanej w technice TTL

2) Charakterystyka przejściowa bramki NAND zrealizowanej w technice TTL

W celu wyznaczenia charakterystyki przejściowej należy wymusić na wejściu układu odpowiednie napięcia i zmierzyć jakie będą napięcia na wyjściu. Wartości zapisać w tabeli 1.



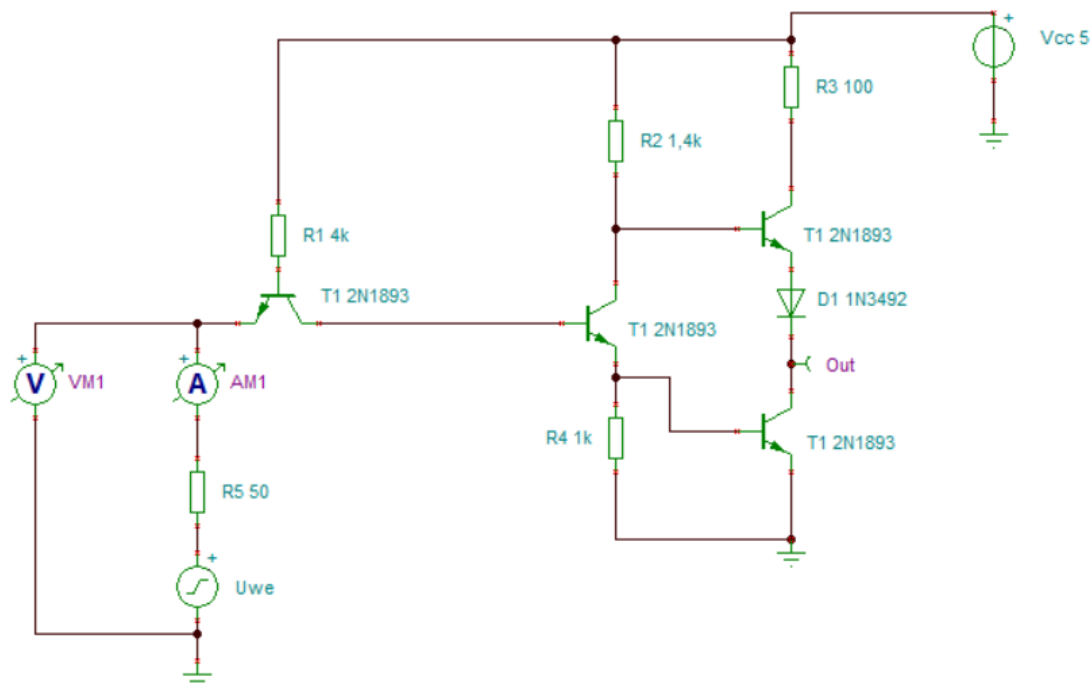
Rys. 2. Schemat połączeń do pomiaru charakterystyki przejściowej

Tab. 1. Pomiar charakterystyki przejściowej

U_{we} [V]															
U_{wy} [V]															

3) Charakterystyka wejściowa bramki NAND zrealizowanej w technice TTL

W celu wyznaczenia charakterystyki wejściowej należy tak zmodyfikować układ aby była możliwość pomiaru prądu i napięcia wejściowego. Wartości zapisać w tabeli 2.



Rys. 3. Schemat połączeń do pomiaru charakterystyki wejściowej

Tab. 2. Pomiar charakterystyki wejściowej

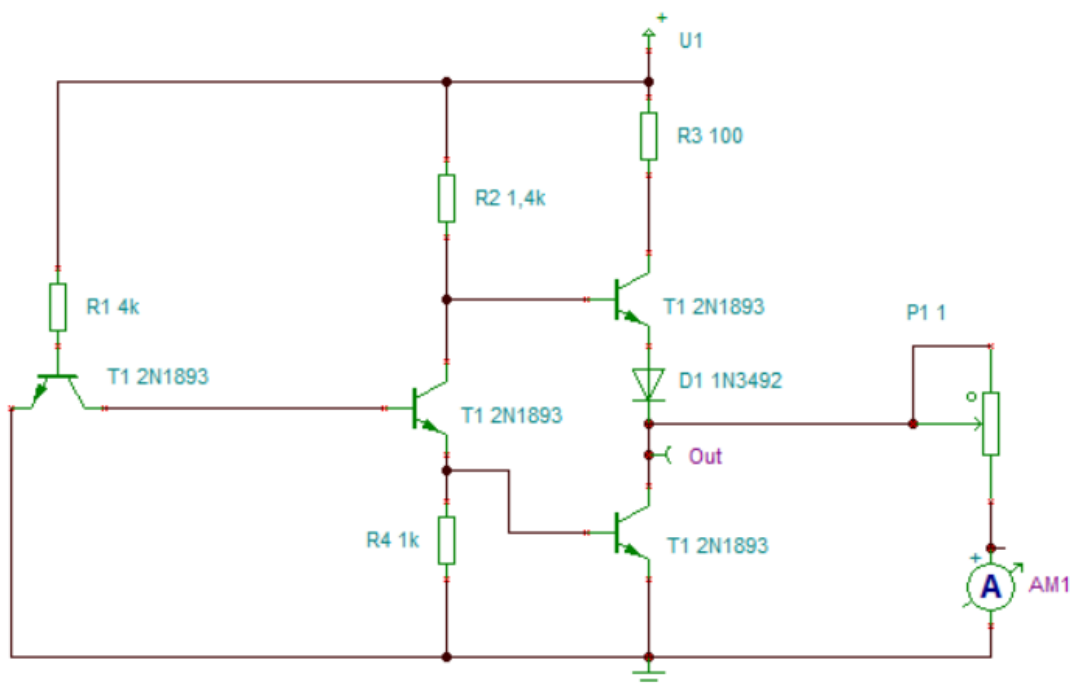
U_{we} [V]														
I_{we} [mA]														

4) Charakterystyki wyjściowe bramki NAND zrealizowanej w technice TTL

W celu wyznaczenia charakterystyki wejściowej należy tak zmodyfikować układ aby była możliwość pomiaru prądu i napięcia wyjściowego w stanach:

- **W stanie wysokim**

Podłączamy masę na wejściu a amperomierz, w szeregu z obciążeniem między wyjściem a masą i zmieniamy wielkość obciążenia. Wartości zapisać w tabeli 3.



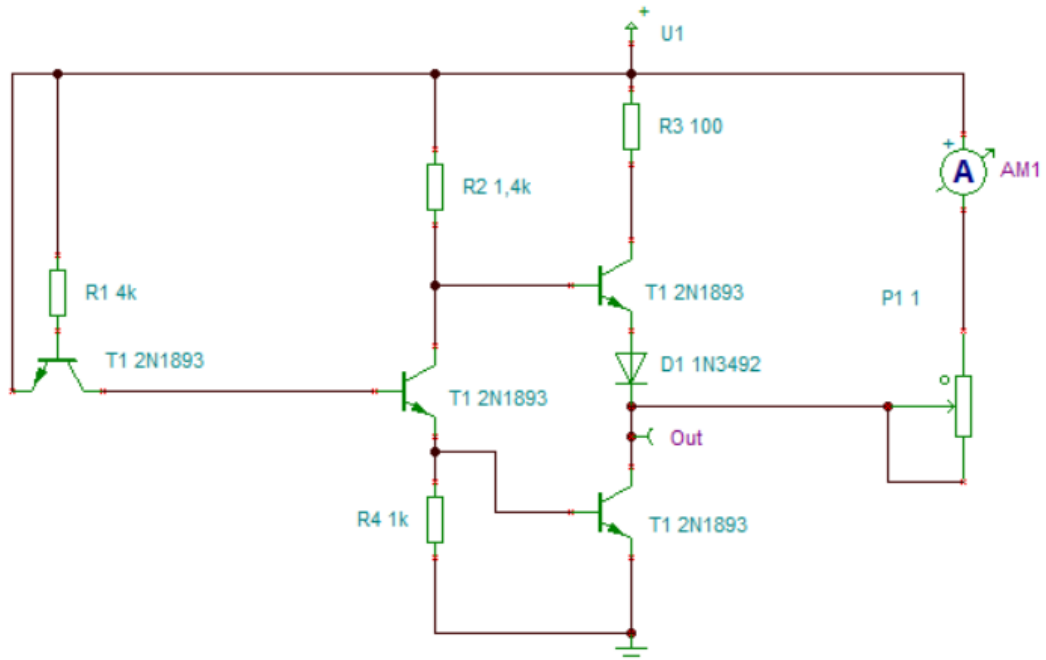
Rys. 4. Schemat połączeń do pomiaru charakterystyki wyjściowej w stanie wysokim

Tab. 3. Pomiar charakterystyki wyjściowej w stanie wysokim

U_{wy} [V]															
I_{wy} [mA]															

- **W stanie niskim**

Podłączamy U_{cc} na wejściu a amperomierz, w szeregu z obciążeniem, między wyjściem a U_{cc} i zmieniamy wartość obciążenia. Wartości zapisać w tabeli 4.



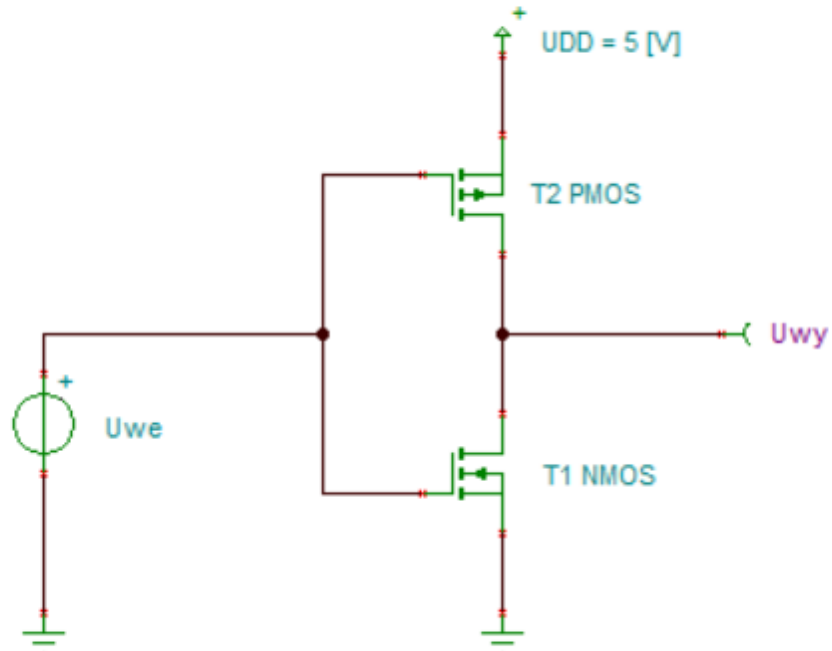
Rys. 5. Schemat połączeń do pomiaru charakterystyki wyjściowej w stanie niskim

Tab. 4. Pomiar charakterystyki wyjściowej w stanie niskim

U_{wy} [V]																			
I_{wy} [mA]																			

5) Charakterystyka przejściowa bramki NOT zrealizowanej w technice CMOS

Na początek należy zbudować bramkę NOT z elementów schematu przedstawionego na rys. 6. W tym celu należy posłużyć się programem TINA.



Rys. 6. Schemat ideowy bramki NOT zrealizowanej w technice CMOS w konfiguracji do pomiaru charakterystyki przejściowej

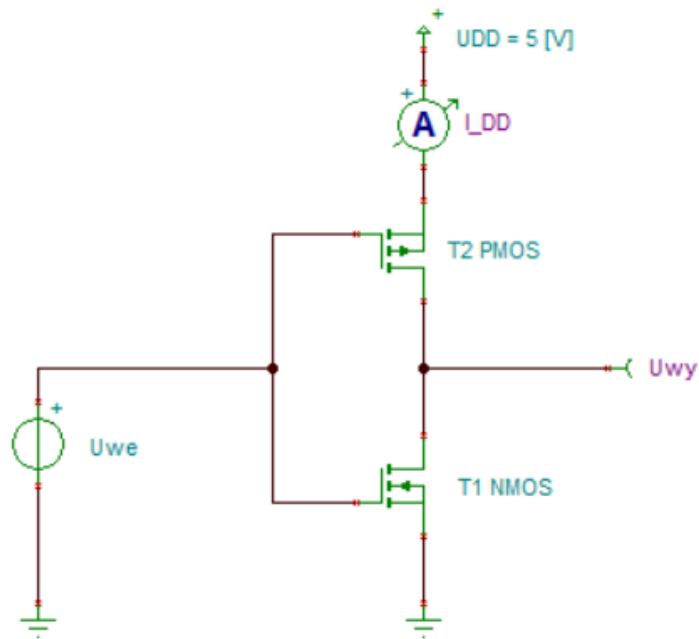
W celu wyznaczenia charakterystyki przejściowej należy wymusić na wejściu układu odpowiednie napięcia i zmierzyć jakie będą napięcia na wyjściu. Wartości zapisać w tabeli 5.

Tab. 5. Pomiar charakterystyki przejściowej

U_{we} [V]														
U_{wy} [V]														

6) Charakterystyka poboru prądu bramki NOT zrealizowanej w technice CMOS

W celu wyznaczenia charakterystyki poboru prądu bramki NOT należy tak zmodyfikować układ, aby była możliwość pomiaru prądu pobieranego przez bramkę.



Rys. 7. Schemat ideowy bramki NOT zrealizowanej w technice CMOS w konfiguracji do pomiaru charakterystyki poboru prądu

W celu wyznaczenia charakterystyki poboru prądu należy wymusić na wejściu układu odpowiednie napięcia i zmierzyć jakie będzie pobór prądu przez bramkę. Wartości zapisać w tabeli 6.

Tab. 6. Pomiar charakterystyki poboru prądu

U_{we} [V]															
I_{DD} [mA]															

C. Zagadnienia do opracowania

Należy przygotować się z zakresu wiedzy obejmującej takie zagadnienia jak: cyfrowe bramki w technice TTL i CMOS a w szczególności, należy przygotować odpowiedzi na poniższe pytania i polecenia:

- 1) Wymień znane Ci techniki realizacji bramek. Wymień ich wady i zalety.
- 2) Co to jest obciążalność bramki?
- 3) Podaj podstawowe parametry elementów logicznych w technice TTL (*Transistor Transistor Logic*).
- 4) Narysuj schemat budowy bramki NAND zrealizowanej w technice TTL (*Transistor Transistor Logic*). W jakich stanach są poszczególne tranzystory przy wysokim i niskim poziomie na wyjściu bramki?
- 5) Narysuj i opisz charakterystykę przejściową bramki NAND TTL.
- 6) Narysuj i opisz charakterystykę poboru prądu bramki NAND TTL.
- 7) Narysuj i opisz charakterystykę przejściową linearyzowanej bramki NAND TTL.
- 8) Narysuj i opisz charakterystykę przejściową bramki NAND Schmitt'a TTL.
- 9) Narysuj i opisz charakterystykę przejściową bramki NOT CMOS.
- 10) Narysuj i opisz charakterystykę poboru prądu bramki NOT CMOS.
- 11) Narysuj symbol bramki AND, OR, NAND, NOR, EX-OR, EX-NOR i podaj tabele prawdy.
- 12) Wymień zalety i wady wykorzystania wspomaganie komputerowego (na przykładzie programu Tina) jako narzędzia do symulacji układów cyfrowych.

D. Literatura

1. Dobrowolski A., Jachna Z., Majda E., Wierzbowski M.: „Elektronika - ależ to bardzo proste!”. Wydawnictwo BTC, 2013.
2. Horowitz P., Hill W.: „Sztuka elektroniki. Tom I i II”. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2013.
3. Kaźmierkowski M., Matysik J.: „Wprowadzenie do elektroniki i energoelektroniki”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
4. Pieńkos J., Turczyński J.: „Układy scalone TTL w systemach cyfrowych”. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 1986.
5. Rosiński A., Dudek E., Krzykowska K., Kasprzyk Z., Stawowy M., Szmigiel A.: Podstawy elektroniki. Laboratorium, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-991-0, 155 s.
6. Rosiński A., Dudek E., Krzykowska K., Kasprzyk Z., Stawowy M., Szmigiel A.: Elektronika. Laboratorium, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-992-7, 181 s.
7. Tietze U., Schenk C.: „Układy półprzewodnikowe”. Wydawnictwa Naukowo Techniczne, 2009.
8. Wawrzyński W.: „Podstawy współczesnej elektroniki”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003.
9. Instrukcja obsługi do programu Tina wraz z programem w wersji demo na stronie <http://www.tina.com>