



PODSTAWY TEORII UKŁADÓW CYFROWYCH

TECHNOLOGIA TTL i CMOS

Opracował: Andrzej Nowak

Bibliografia: **Urządzenia techniki komputerowej**, K. Wojtuszkiewicz
<http://pl.wikipedia.org/>

Układy scalone, z których wykonywane są bramki, przerzutniki i pozostałe układy funkcyjne wykonane są z **elementów półprzewodnikowych**, których podstawowym "składnikiem" jest **tranzystor**.

Tranzystor jest elementem, który: **sterowany jest małym prądem – bipolarny**, lub **napięciem (MOS)** a **przełącza duże prądy**.

Potrzebna jest więc zawsze energia potrzebna do sterowania układów.

Grubość tranzystora określa również technologię wykonania układów scalonych i wyrażana jest w **mikrometrach** (dzisiejszy standard to 0,25 μm).

Im mniejsza grubość tym potrzebne mniejsze napięcie zasilania.

Pobór prądu rozpatrywać należy w stanach:

- **statycznym** - niewielki,
- **dynamicznym** - proporcjonalnym do częstotliwości przełączania.

Obie te wielkości - prąd i napięcie decydują o mocy pobieranej przez układ. Technologia wykonania tranzystorów definiuje najbardziej popularne technologie układów scalonych:

- **TTL (Transistor - Transistor - Logic)**,
- **MOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)**.



TTL

TTL standard - podstawowym elementem technologii jest **tranzystor bipolarny**.

Napięcie zasilania układów wynosi **5V**.

Poziomy napięć i prądów wejścia i wyjścia zdefiniowane są przez standard, a charakterystyczne parametry dla tej technologii to:

- **duży pobór prądu**
- **mała prędkość**
- **duża obciążalność wyjścia** (możliwość sterowania **10** bramek TTL).

Odbiegające od standardu rodzaje wejść / wyjść bramek to:

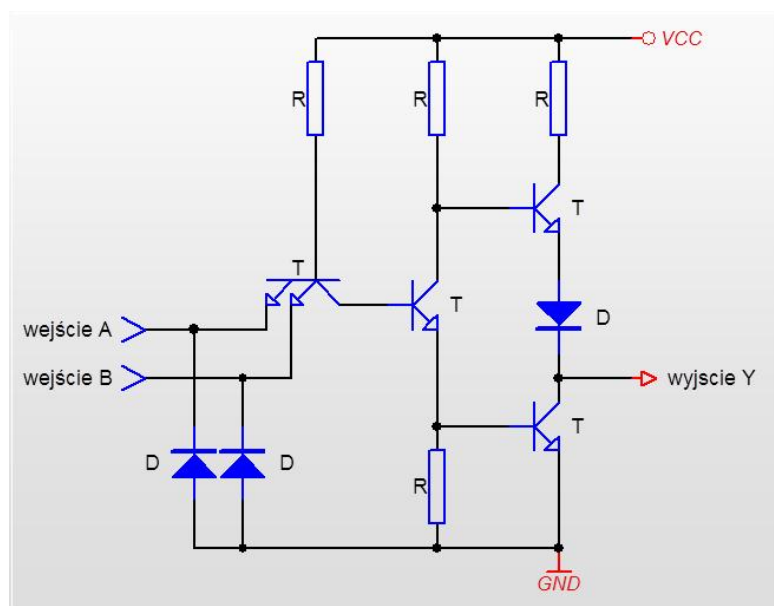
wejście z układem Schmitt'a - osłabiające zakłócenia regenerujące sygnał prostokątny poprzez tzw. **histerezę**,

wyjście Open Collector OC - stosowane do sterowania układów na wyższych napięciach (15V) lub OP (30V),

wyjście buforowane (Darlington) do sterowania układów wysokoprądowych (wzmocnienie bramki),

wyjście trójstanowe (HiZ) - wyjście bramki w stanie **wysokiej impedancji** - praktyczne odłączenie wyjścia od układu.

Bramka **NAND** (podstawowa dla tej technologii) wygląda następująco:



Oznaczenia elementów na rysunku:
R - rezystor,
D - dioda,
T - tranzystor bipolarny
Vcc - napięcie zasilania (5V),
GND - potencjał masy (0V)

Odmiany technologii TTL

Odmiany tej technologii, które charakteryzują się następującymi parametrami poboru prądu (**I_{cc}**) oraz prędkości (**F_{max}**):

| Technologia | I_{cc} | F_{max} |
|--------------------|-----------------------|------------------------|
| TTL-L | mały | mała |
| TTL-S | bardzo duży | duża |
| TTL-H | duży | bardzo duża |
| TTL-LS | mały | duża |
| TTL-F | duży | extra duża |



CMOS

CMOS standard - podstawowym elementem technologii jest **komplementarna para tranzystorów unipolarnych MOS**.

Oznacza to, że jeden typ tranzystora przełączany jest napięciem odpowiadającym 0 logicznemu na bramce drugi przy napięciu 1 logicznej.

Napięcie zasilania układów wynosi 3V - 15V.

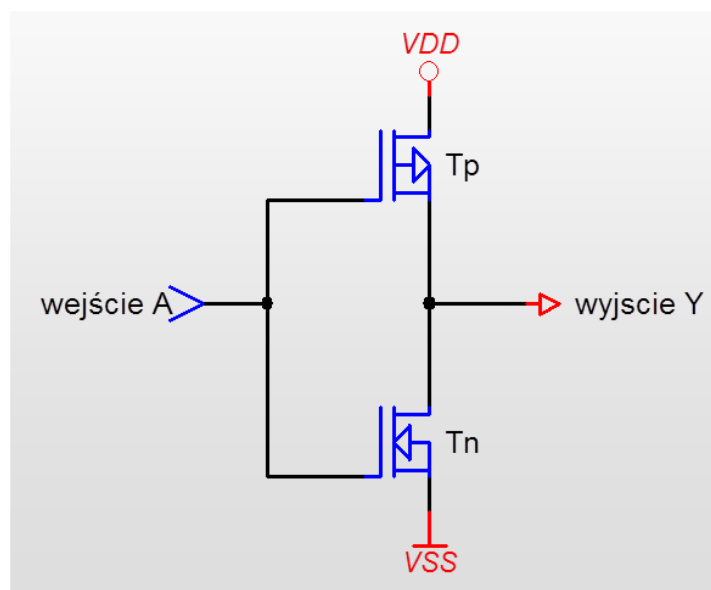
Poziomy napięć i prądów wejścia i wyjścia zdefiniowane są przez standard, a charakterystyczne parametry dla tej technologii to:

- ultra mały pobór prądu,
- stosunkowo duża prędkość,
- stosunkowo duża obciążalność wyjścia dla bramek CMOS (ograniczona jedynie pojemnością wejść, a przez to prędkością przełączania, możliwość sterowania **1** bramki TTL-LS).

Odbiegające od standardu rodzaje wejść / wyjść bramek to:

- wejście z układem **Schmitt'a**,
- wyjście **Open Drain OD** - stosowane do sterowania układów wysokoprądowych (wzmocnienie bramki),
- wyjście **trójstanowe (HiZ)**.

Bramka **NOT** (podstawowa dla tej technologii) wygląda następująco:



Oznaczenia elementów na rysunku:

Tp - tranzystor MOS z kanałem typu P,

Tn - tranzystor MOS z kanałem typu N,

Vdd - napięcie zasilania (+3V do +15V),

Vss - potencjał masy (0V) lub napięcie -3V do -15V

Tp i **Tn** stanowią parę komplementarną (stąd CMOS)

Odmiany technologii CMOS

Odmiany tej technologii, które charakteryzują się następującymi parametrami poboru prądu (**I_{cc}**) oraz prędkości (**F_{max}**):

| Technologia | sterowanie | I _{cc} | F _{max} |
|-----------------|----------------------------|-----------------|------------------|
| HC-CMOS | 1 bramka TTL-LS prądowo | bardzo mały | duża |
| HCT-CMOS | 1 bramka TTL-LS napięciowo | bardzo mały | duża |
| ACT-CMOS | 1 bramka TTL-LS napięciowo | bardzo mały | bardzo duża |
| LV-CMOS | Tylko CMOS | ultra mały | duża |