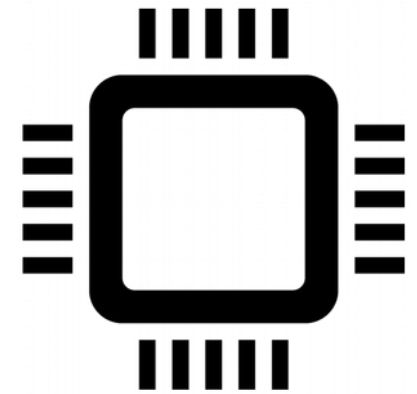


Programowanie struktur cyfrowych



Wprowadzenie

dr Aleksander Lamża

Uniwersytet J. Kochanowskiego w Kielcach
Uniwersytet Śląski w Katowicach

aleksander.lamza@us.edu.pl

- O mnie
- Warunki zaliczenia
- Literatura
- Czym się będziemy zajmować?

Kogo wpisać w indeksie?

dr Aleksander Lamża

Jak się ze mną skontaktować?

aleksander.lamza@us.edu.pl

Czy są gdzieś dostępne materiały z wykładów?

<https://github.com/oleklamza/fpga>

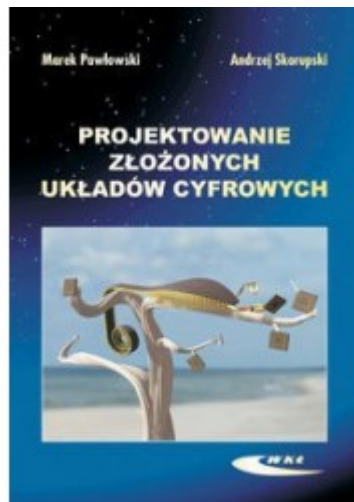
Zaliczenie w formie testu wyboru*

* wielokrotnego



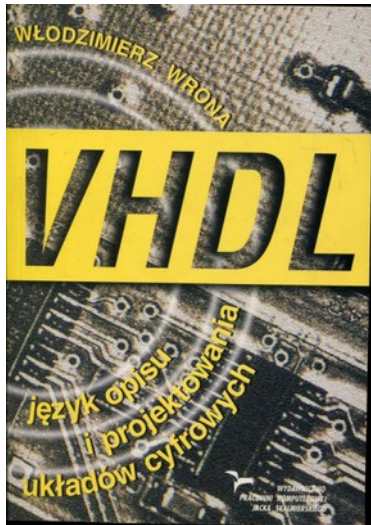
Wprowadzenie do języka Verilog

Z. Hajduk
BTC 2009



Projektowanie złożonych układów cyfrowych

M. Pawłowski, A. Skorupski
WKiŁ 2010



VHDL język opisu i projektowania układów cyfrowych

W. Wrona

Wyd. Pracowni Komputerowej J. Skalmierskiego 2000

Książka „FPGAs for Dummies”

https://www.altera.com/en_US/pdfs/literature/misc/FPGAs_For_Dummies_eBook.pdf

Kanał EEVblog na Youtube (odcinki poświęcone FPGA)

<https://www.youtube.com/user/EEVblog/search?query=fpga>

Tutorial FPGA na przykładzie VHDL

<http://roboblog.eu/category/kursy/fpga/>

Kilka dobrze opisanych przykładów w Verilog

<https://extronic.pl/content/category/6-fpga>

Czym się będziemy zajmować?

Dowiecie się, czym są cyfrowe struktury programowalne...

Sprawdzimy co to w ogóle jest, jak są zbudowane, jakie są ich typy, kiedy warto je stosować itp.



...i nauczycie się je programować.

Przedstawię podstawy jednego z języków HDL – VHDL.



Jak wyglądają układy programowalne?



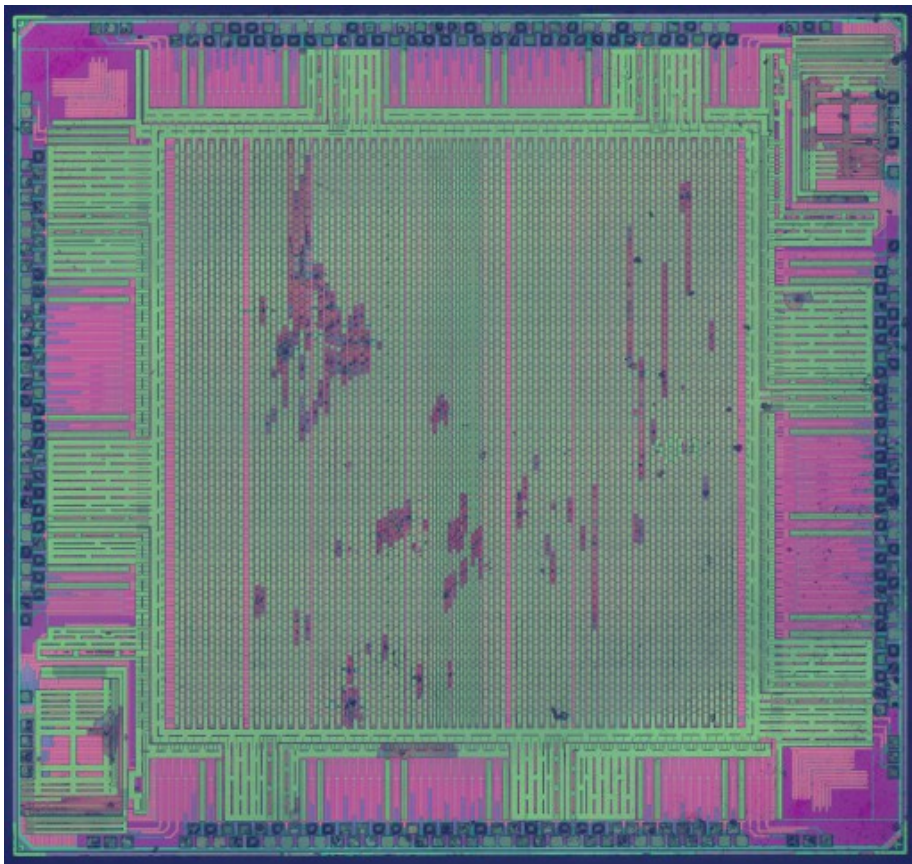
Wygląda jak typowy układ scalony o wielu odnóżach.
Niby nic szczególnego, ale...

...jak zawsze, **liczy się wewnątrz!**

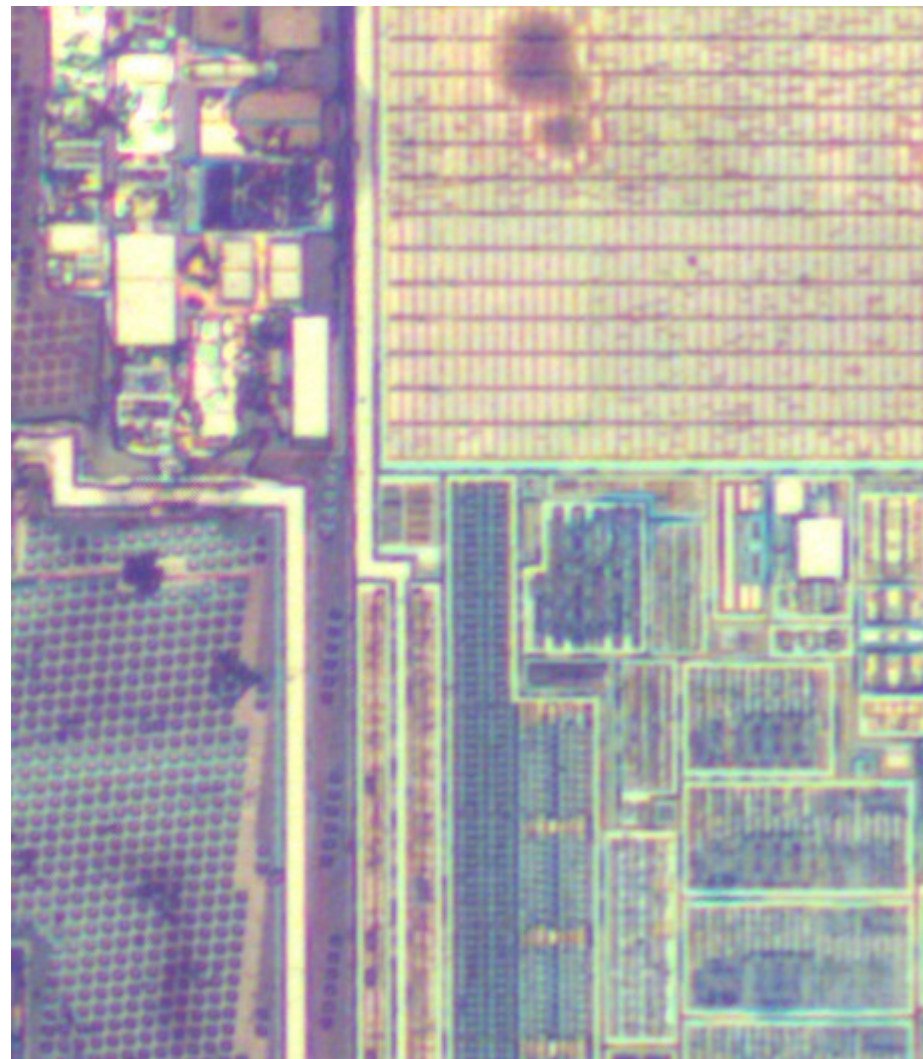
A co jest w środku?

Cyfrowe struktury programowalne

W środku:



A to wycinek →



Amatorom tego typu widoków polecam stronę <http://zeptobars.com/>.

Cyfrowe struktury programowalne

Rzut oka na wnętrze układu programowalnego raczej nie rozjaśnił tego, czym są te układy.

Spróbujmy z innej strony...

Jak sama nazwa wskazuje, układy programowalne to takie układy, które można **zaprogramować**.

Hm...

Mieliście już do czynienia z programowaniem.
Co programowaliście?

Komputer.

A co dokładniej?

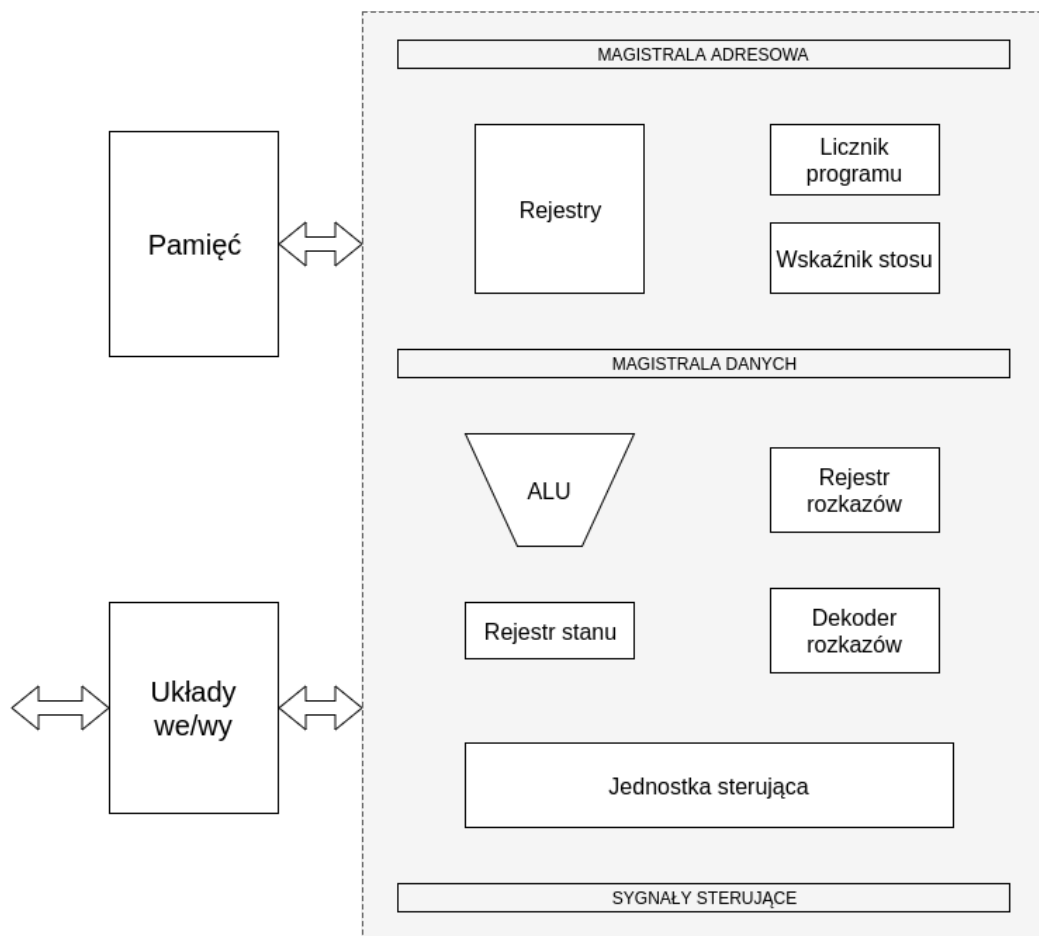
Procesor.

Czy procesor jest układem programowalnym?

Czy procesor jest układem programowalnym?

I tak, i nie.

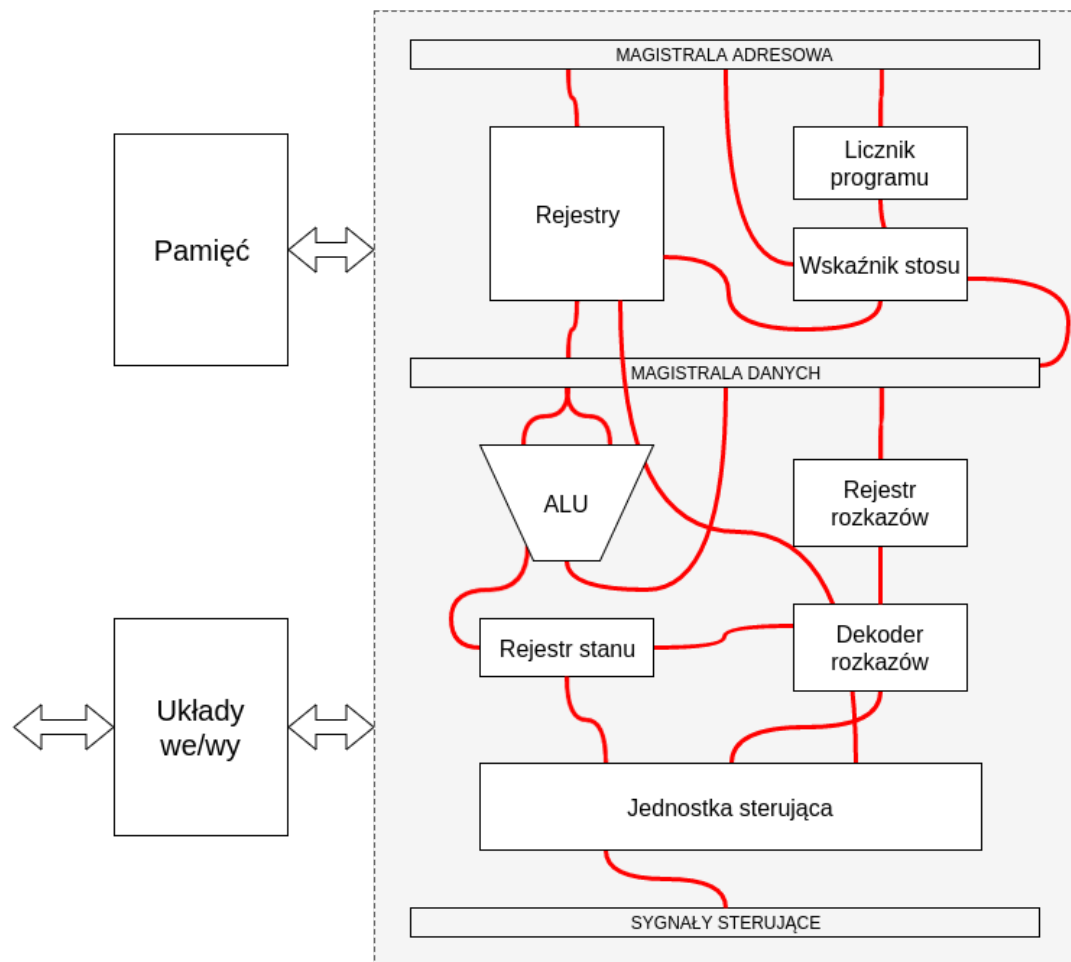
Zacznijmy od przyjrzenia się budowie typowego procesora:



Jak widać, jest zbudowany z wyspecjalizowanych bloków.

Czy procesor jest układem programowalnym?

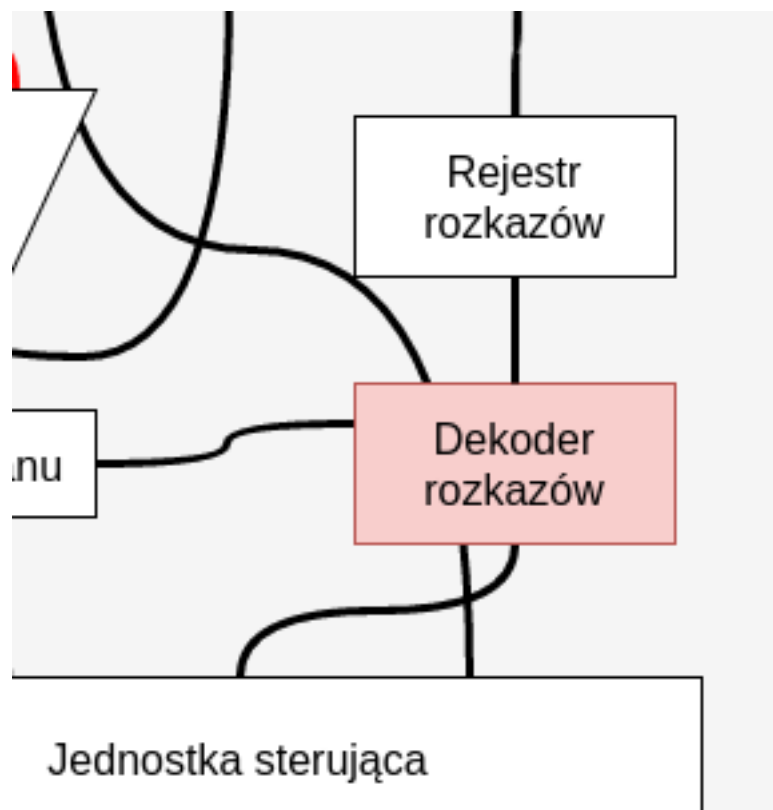
Aby procesor mógł działać, wszystkie jego bloki składowe muszą być ze sobą **odpowiednio połączone**:



Tak połączone bloki mogą przeprowadzać określone operacje.

Czy procesor jest układem programowalnym?

Kluczowym elementem procesora jest **dekoder rozkazów**.



Służy on do zdekodowania rozkazów i „uruchamiania” w odpowiedni sposób bloków procesora, tak by wykonały pożądaną operację.

Czy procesor jest układem programowalnym?

Zastanówmy się teraz nad pytaniem, które zadaliśmy wcześniej:

Czy procesor jest układem programowalnym?

Z całą pewnością dla procesora można napisać program, czyli ciąg rozkazów wykonywanych sekwencyjnie.

Jednak **struktura procesora** (czyli bloki składowe i ich połączenie) **pozostaje bez zmian**.

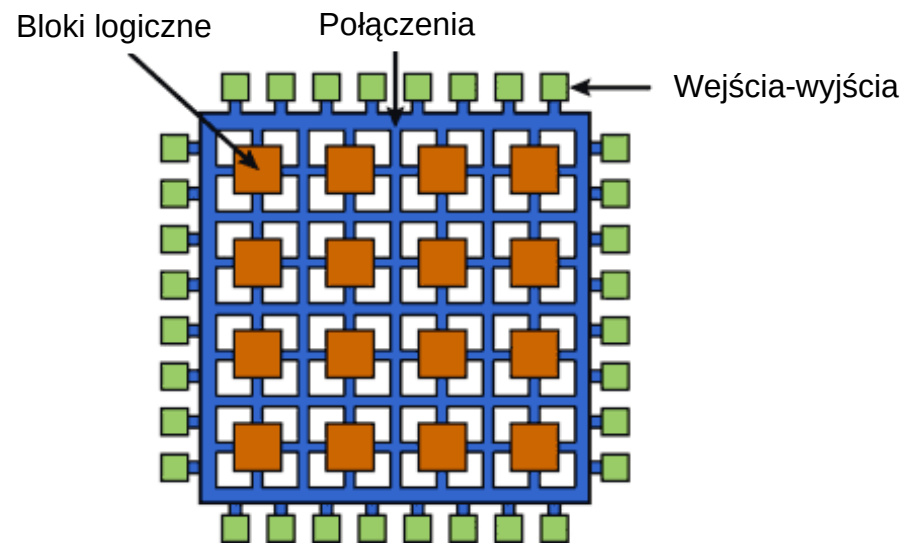
Co więcej, **lista rozkazów jest stała** i charakterystyczna dla danej rodziny procesorów.

Jeżeli przyjmiemy, że „układ programowalny” powinien dać się zaprogramować, a nie tylko wykonać program, odpowiedź na powyższe pytanie brzmi:

Nie, **procesor nie jest układem programowalnym**.

Budowa układów programowalnych

Co zatem „siedzi” w układach programowalnych?

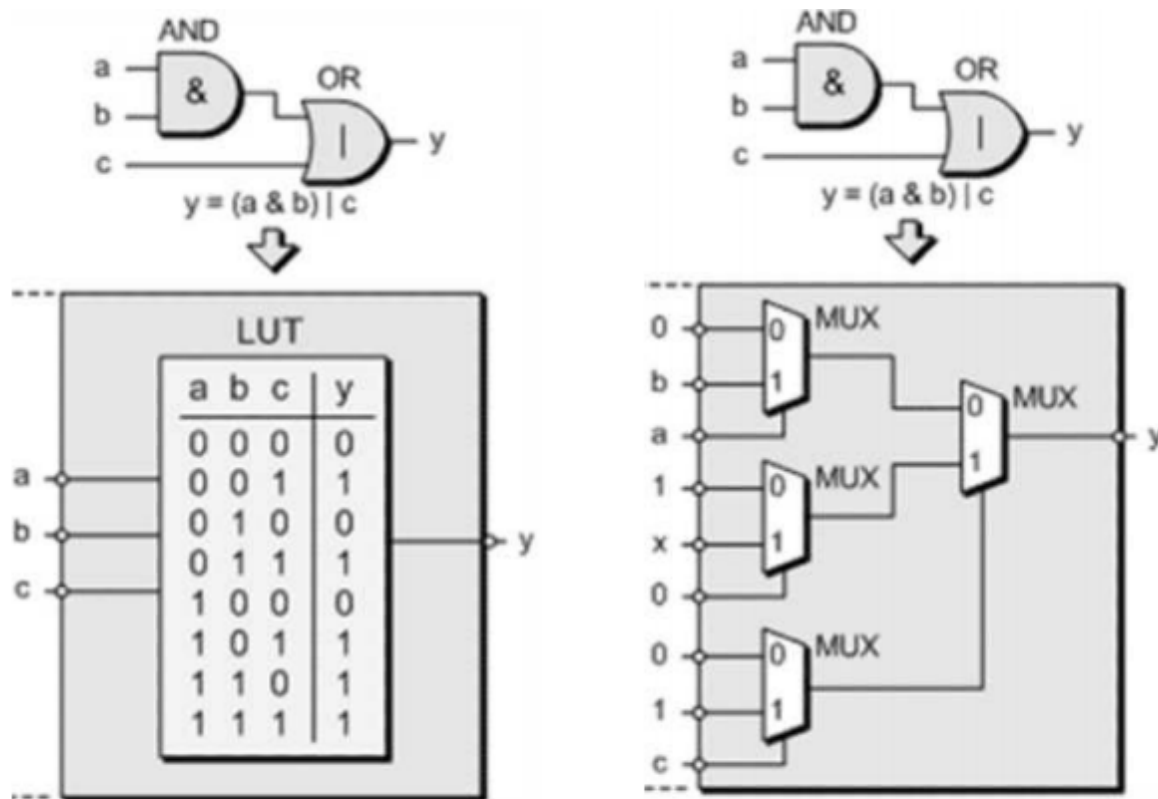


Układy programowalne zawierają macierz bloków logicznych, które można łączyć w (prawie) dowolny sposób ze sobą oraz wejściami i wyjściami.

Budowa układów programowalnych

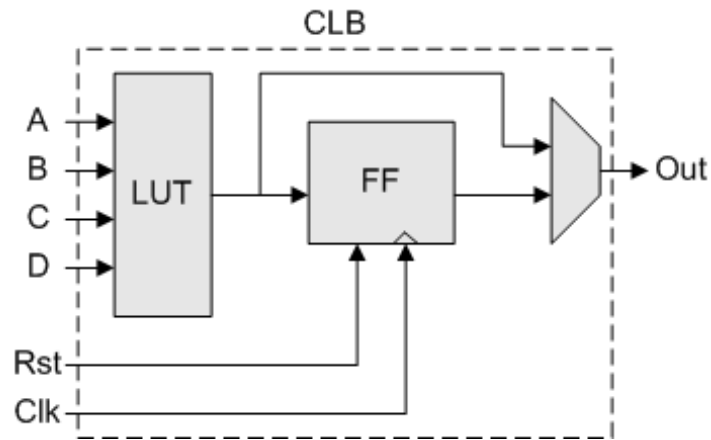
Zadaniem bloków logicznych jest realizowanie dowolnej funkcji wielu zmiennych. Bloki te powinny być w stanie pełnić rolę układów kombinacyjnych i sekwencyjnych.

Bloki logiczne są realizowane na dwa podstawowe sposoby:

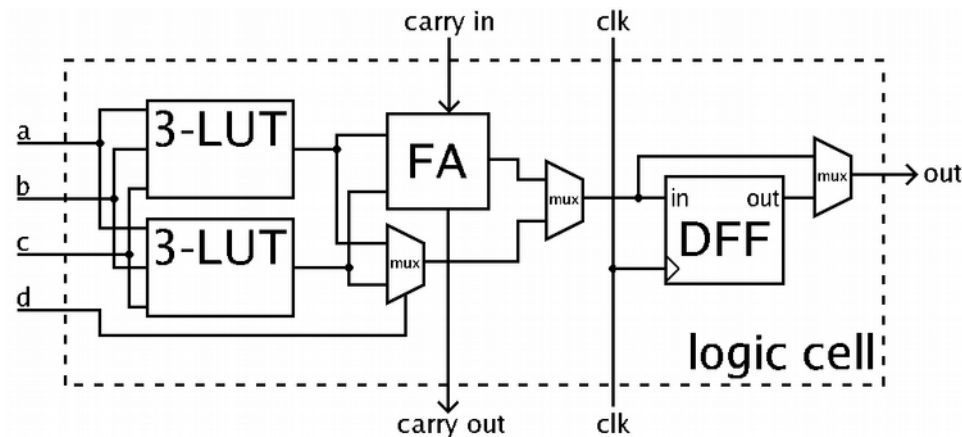


Budowa układów programowalnych

Większość bloków logicznych składa się co najmniej z jednej tablicy LUT i przerzutnika typu D:



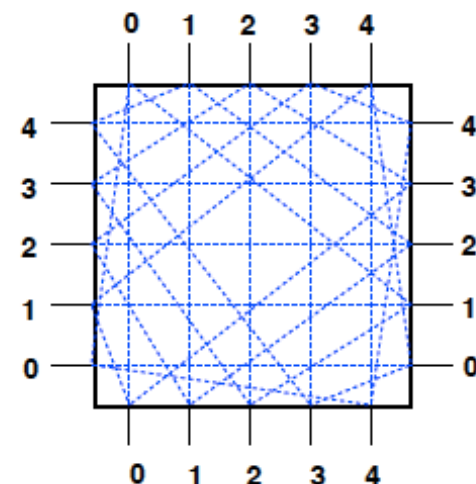
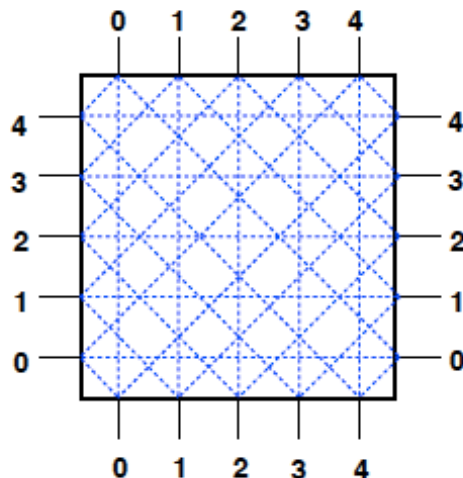
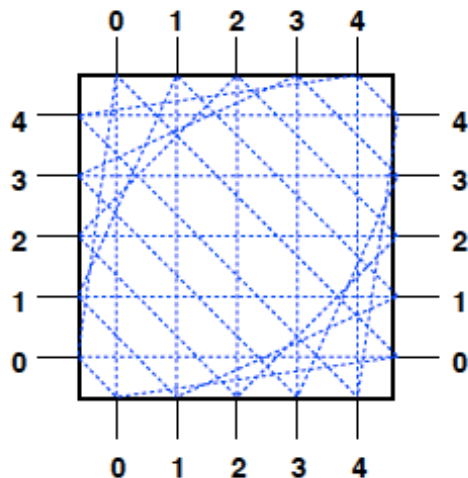
Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, by blok logiczny był bardziej złożony:



Budowa układów programowalnych

Kluczową sprawą w układach programowalnych są połączenia między blokami oraz wejściami i wyjściami.
To dzięki nim układy te można programować, a ściślej – **konfigurować**.

Przykładowa macierz połączeń:



Zadaniem projektanta jest przygotowanie konfiguracji połączeń między blokami logicznymi, tak by układ realizował pożądane funkcje.

Budowa układów programowalnych

Konfiguracja, czyli „program” połączeń, jest zapisywana w jakimś rodzaju pamięci.

W zależności od konkretnego producenta i modelu, może to być pamięć:

- **SRAM** (ulotna, ładowana w momencie uruchamiania),
- **EEPROM** (nieulotna, wielokrotnie programowalna),
- **FLASH** (nieulotna, podobna do EEPROM).

W niektórych układach stosowano (i nadal się stosuje) trwałe zapisywanie konfiguracji za pomocą przepalania (**fuse**) lub udrażniania (**antifuse**) połączeń.

Kilka pojęć i skrótów

SoC (System on a Chip) – układ scalony, który zawiera kompletny system elektroniczny. Układy tego typu mają zastosowanie głównie w systemach wbudowanych.

ASIC (Application Specific Integrated Circuit) – układ scalony zaprojektowany do konkretnego zastosowania. Zastępuje system układów ogólnego przeznaczenia.

PLD (Programmable Logic Device) – układ logiczny o programowalnej strukturze. Wyróżnia się układy:

- SPLD (Simple Programmable Logic Device) np. PAL, PLE, PLA, GAL,
- CPLD (Complex Programmable Logic Device),
- FPGA ↴

FPGA (Field-Programmable Gate Array) – układ scalony będący programowalnym układem logicznym. Umożliwia wielokrotną zmianę konfiguracji, nawet po zamontowaniu w urządzeniu docelowym.