

31.05.2023r.

Politechnika Wrocławska
Wydział Informatyki i Telekomunikacji

Architektura Komputerów 2

Projekt i implementacja procesora Z80

Autorzy:

Mikołaj Szymczuk 269188

Gracjan Janiszewski 249935

I. Cel projektu

Celem projektu - implementacja procesora zgodnego z architekturą Z80. W niniejszej pracy przedstawiona jest nasza autorska implementacja procesora Z80, z wykorzystaniem programu Logisim Evolution - Wersja 3.8.0. Przedstawiamy szczegółowo poszczególne elementy procesora oraz opisujemy działanie zaprojektowanej przez nas jednostki. Dodatkowo omawiamy wnioski i problemy, z jakimi zetknęła się nasza grupa projektowa podczas realizacji tego zadania.

II. Spis treści

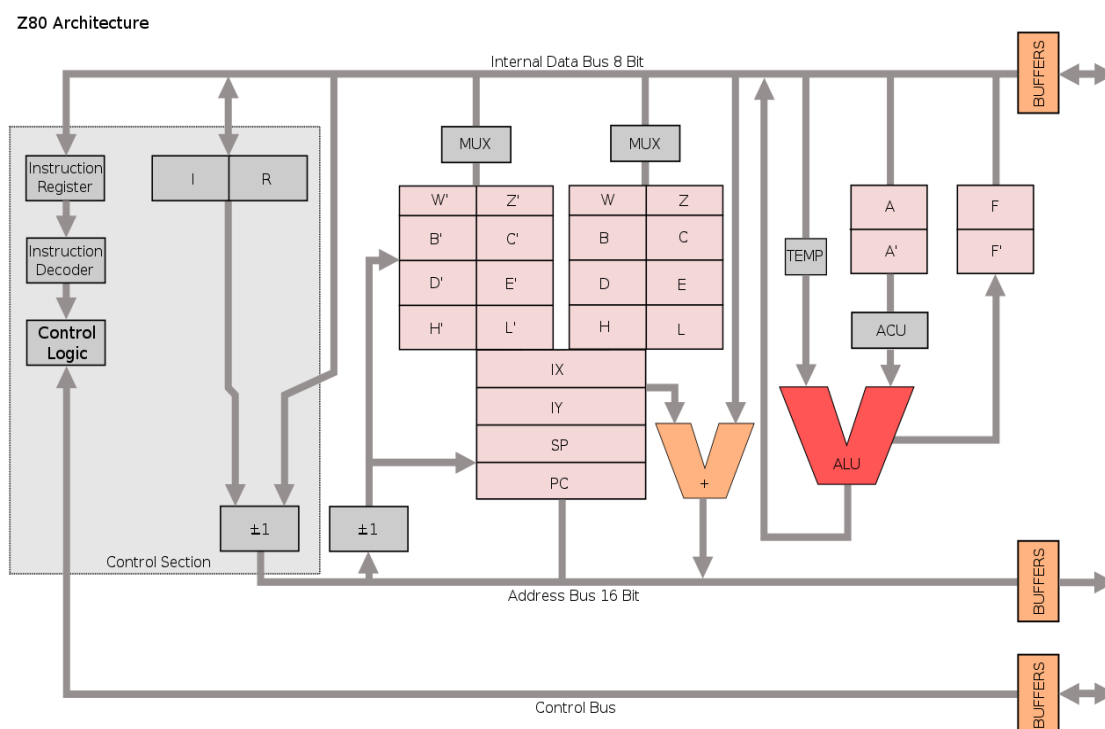
I.	Cel projektu	2
II.	Spis treści	2
III.	Wprowadzenie	3
IV.	Architektura.....	3
i.	Rejestry.....	4
ii.	Jednostka arytmetyczno logiczna (ALU)	5
iii.	Jednostka sterująca (CU)	6
iv.	Pamięć ROM	7
v.	Pamięć RAM	7
vi.	Licznik Rozkazów (PC)	8
vii.	Układ zawierający wszystkie moduły	8
viii.	Przykładowy program.....	9
V.	Organizacja pracy	9
VI.	Problemy	9
VII.	Wnioski	10
VIII.	Bibliografia	10

III. Wprowadzenie

Rezultatem naszej pracy jest zaimplementowany w programie Logisim Evolution procesor. Zgodnie z tematem, architektura wzorowana jest na architekturze oryginalnego procesora Z80.

Sterowanie jednostką odbywa się za pomocą kodów instrukcji (ang. opcode) w procesorze Z80. Z uwagi na ograniczenia w naszej wiedzy, na tym etapie nauki oraz ograniczony czas, nasz zaimplementowany procesor posiada jedynie część funkcjonalności obecnych w procesorze Z80.

IV. Architektura

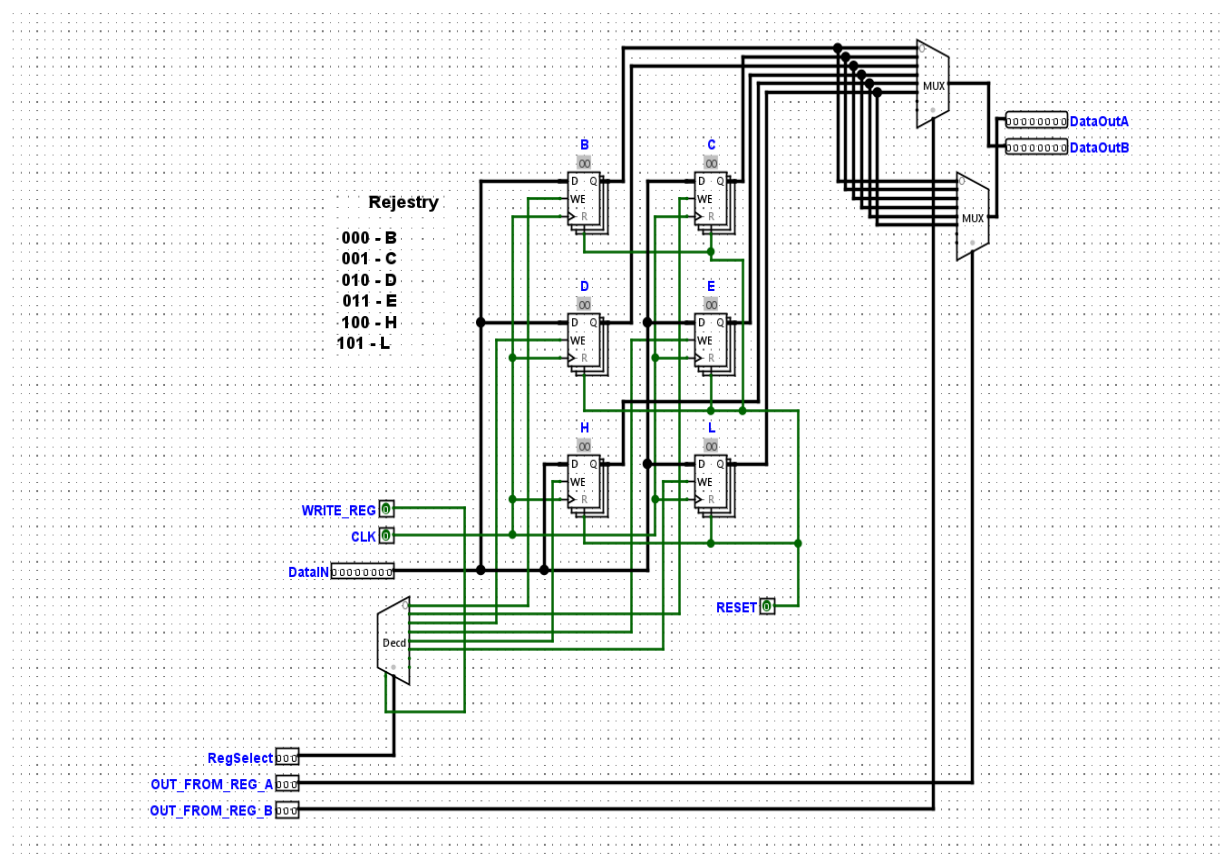


Rysunek 1 - Oryginalna architektura procesora Z80

W niniejszej sekcji przedstawione i opisane zostaną poszczególne elementy wchodzące w skład organizacji naszego układu. Są to: rejestry ogólnego przeznaczenia, jednostka sterująca (CU), jednostka arytmetyczno logiczna (ALU), pamięć ROM przechowująca instrukcje, pamięć RAM przechowująca dane oraz licznik programu.

i. Rejestry

W skład zaimplementowanych przez nas rejestrów wchodzi sześć 8-bitowych rejestrów ogólnego przeznaczenia. Do tego jednostka wyposażona została w 8-bitowy akumulator. Procesor wyposażony jest również w licznik programu. Oryginalny procesor Z80 wyposażony jest w dwa zestawy rejestrów ogólnego przeznaczenia. Również w oryginale, dwa rejestry mogą być połączone w parę i stworzyć rejestr 16-bitowy, jednak w naszej pracy zdecydowaliśmy się na umieszczenie tylko jednego z nich i skupiliśmy się na rejestrach 8-bitowych. Rysunek poniżej przedstawia rejestry ogólnego przeznaczenia w wykonanym projekcie. Nazwy rejestrów są zgodne z nazwami stosowanymi w oryginalnej wersji implementowanego procesora.

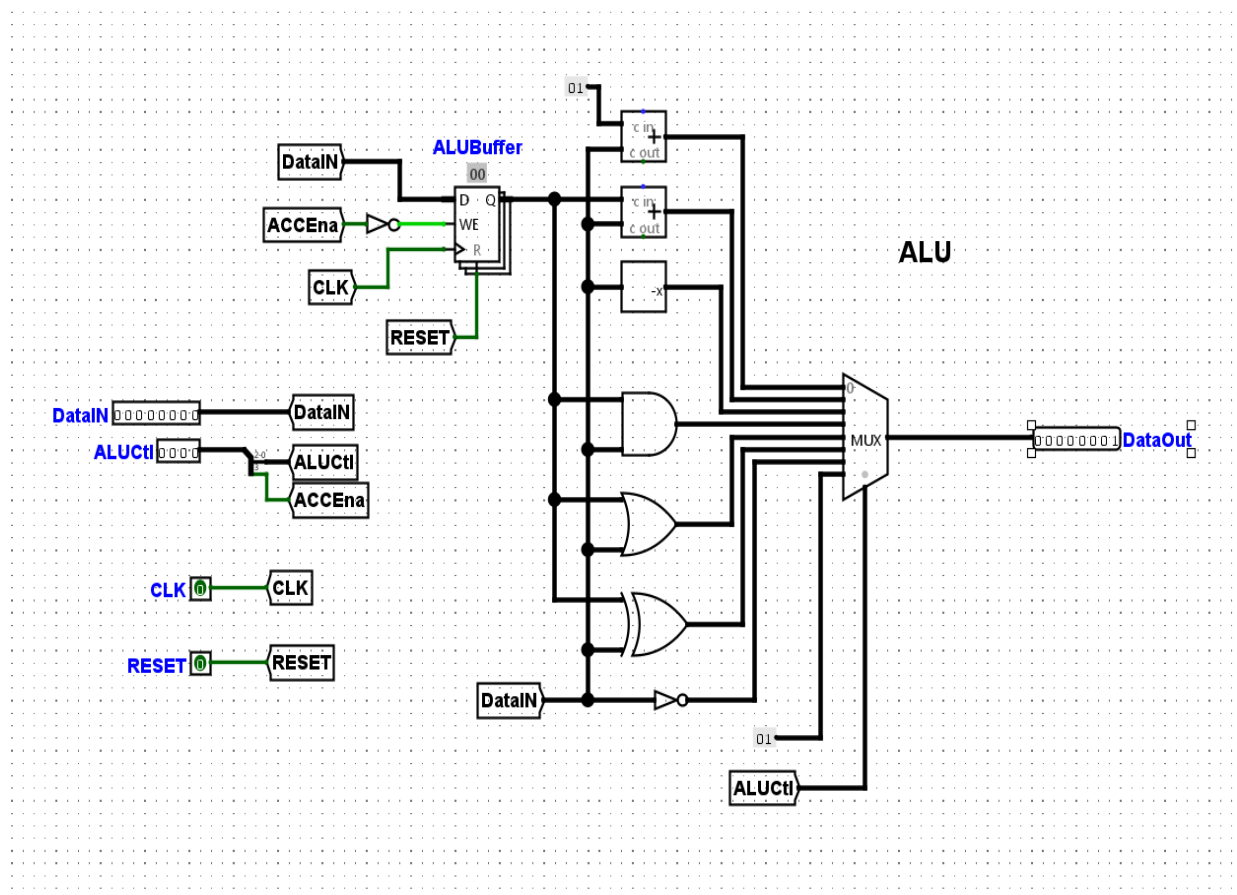


Rysunek 2 - Rejestry

ii. Jednostka arytmetyczno logiczna(ALU)

W ALU wykonywane są 8-bitowe operacje arytmetyczne i logiczne. Nasze ALU posiada zaimplementowane następujące operacje:

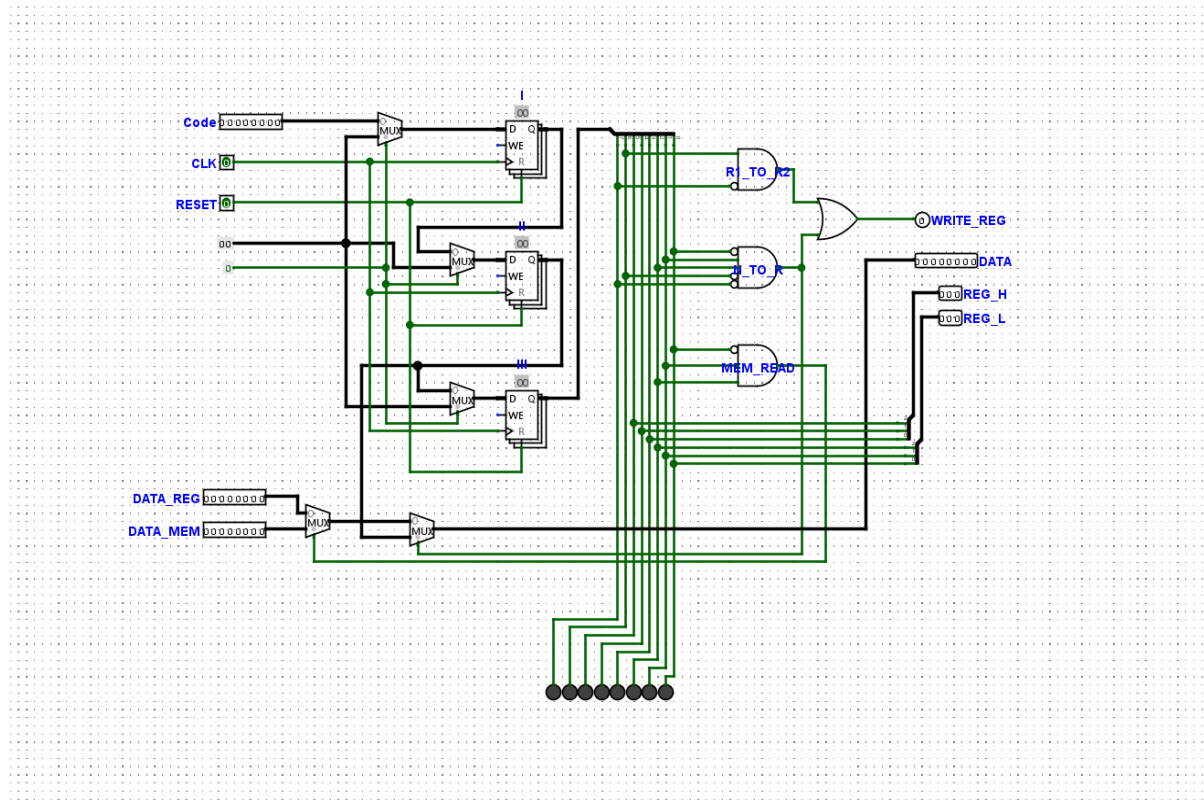
- Dodawanie
- Odejmowanie
- Logiczny AND
- Logiczny OR
- Logiczny XOR
- Inkrementacja
- Dekrementacja



Rysunek 3 - Jednostka arytmetyczno logiczna (ALU)

iii. Jednostka sterująca (CU)

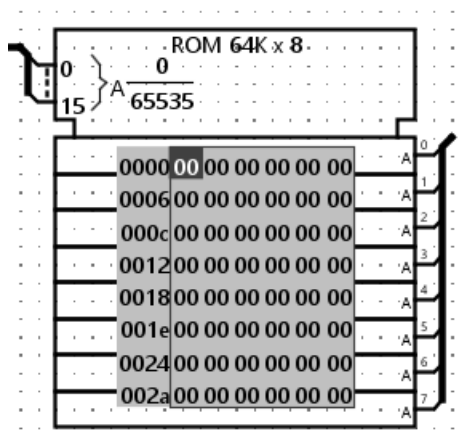
Jednostka sterująca odpowiedzialna jest za dekodowanie kodów instrukcji i sterowanie procesorem. Po wczytaniu wartości, jednostka rozpoznaje kod i wykonuje odpowiednią operację.



Rysunek 4 - Jednostka Kontrolna (CU)

iv. Pamięć ROM

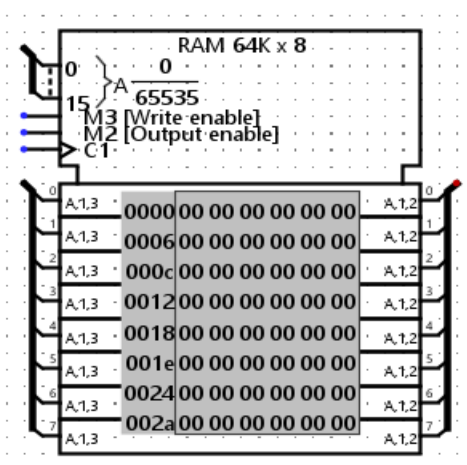
W pamięci ROM przechowywane są zapisane w reprezentacji szesnastkowej kody instrukcji. Z racji na występowanie w programie Logisim Evolution gotowego bloku reprezentującego pamięć ROM, zdecydowaliśmy się na wykorzystanie go w naszym procesorze.



Rysunek 5 - Pamięć ROM

v. Pamięć RAM

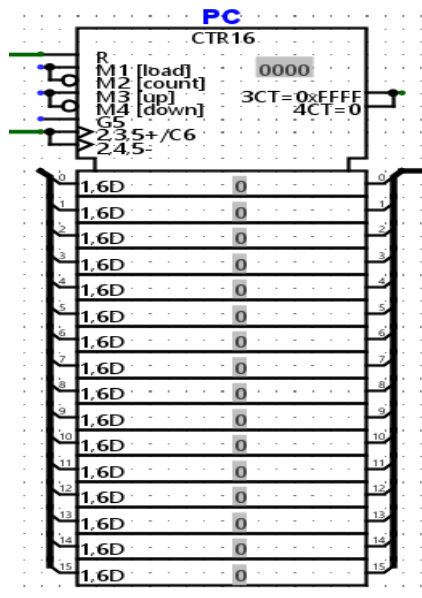
W pamięci RAM przechowywane są dane, które mogą być odczytywane i wykorzystywane przez procesor. Można również zapisywać w niej wyniki operacji arytmetycznych, czy zawartości poszczególnych rejestrów. Podobnie jak w przypadku pamięci ROM, do reprezentowania pamięci RAM posłużył gotowy blok dostępny w programie Logisim Evolution.



Rysunek 6 - Pamięć RAM

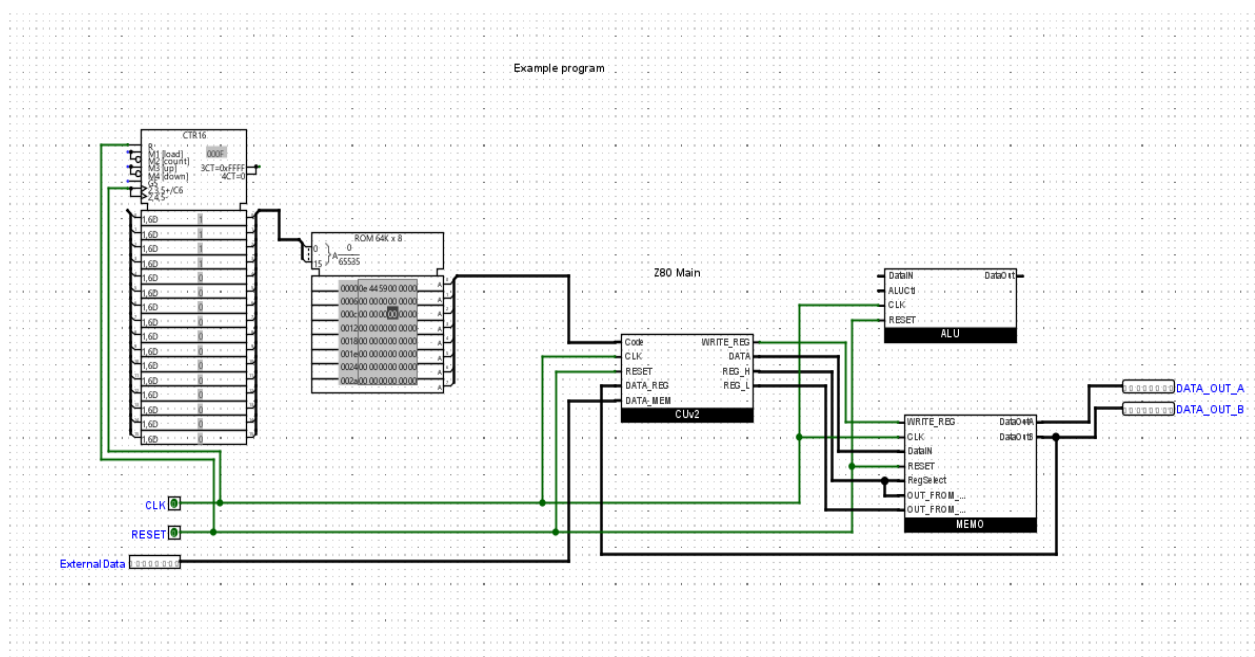
vi. Licznik rozkazów(PC)

Licznik rozkazów przechowuje 16-bitowy adres aktualnie wykonywanej instrukcji. PC jest automatycznie inkrementowany za każdym razem, gdy jego zawartość zostanie przesłana na magistralę adresową. Do implementacji PC również posłużył gotowy blok dostępny w programie Logisim Evolution.



Rysunek 7 - Licznik rozkazów(PC)

vii. Układ zawierający wszystkie moduły



Rysunek 8 - Cały układ

viii. Przykładowy program

0e 44 59

W tym programie mamy dwie instrukcje dla procesora i zadaną wartość. Pierwsza (0E) – Wskazuje na rejestr C i zapisze do niego wartość drugiej komórki (44). Instrukcja (59) Skopiuje zawartość rejestru C, do rejestru E.

V. Organizacja pracy

Początkowo nasza grupa pracowała razem, opracowując najważniejsze informacje potrzebne do zbudowania procesora, czytając dokumentację odnośnie Z80, wszystkie pomysły na dane implementacje zapisywaliśmy na bieżąco i przeprowadzaliśmy ich analizę. Pierwszy działający prototyp, stworzyliśmy wspólnie po kilku spotkaniach. Zależało nam, aby posiadał wszystkie moduły i móc nazwać prototyp „procesorem”. W przypadku napotkania przez któregoś z członków zespołu trudności, problem był rozwiązywany wspólnie. W wersji finalnej, za dopracowaniem co do zgodności i prawidłowego działania odpowiadał Mikołaj Szymczuk, za dokumentację oraz opisy poszczególnych sekcji odpowiadał Gracjan Janiszewski.

VI. Problemy

Głównym problemem, z którym musieliśmy się zmierzyć na początku opracowania projektu, była nieznajomość pracy procesora w szczegółach, z jakich modułów jest dokładnie zbudowany. Zagłębiając się w dokumentację, z tygodnia na tydzień wszystko stawało się bardziej przejrzyste. Jednym z cięższych rzeczy, było połączenie wszystkiego tak, aby procesor sam wiedział co ma wykonać i mógł wykonywać zadane instrukcje według ustalonej kolejności

VII. Wnioski

Celem naszego projektu była własna implementacja procesora Z80. Układ miał mieć architekturę zbliżoną do architektury Z80 oraz wykonywać takie same instrukcje, które miały być kodowane tymi samymi kodami. Stworzony przez nas układ nie jest dokładnym odwzorowaniem procesora Z80, natomiast jego główne elementy są zgodne z oryginałem. W trakcie prac nad projektem dość szczegółowo zapoznaliśmy się ze sposobem działania procesorów i wykonywania przez ich instrukcji. Projekt ten był doskonałym uzupełnieniem wykładu z przedmiotu Architektura Komputerów 2, gdyż wiedzę zdobytą na tym wykładzie mogliśmy wykorzystać w praktyce. Wykonany przez nas procesor jest w stanie wykonywać proste programy, które zawierają w sobie instrukcje manipulacji danymi, arytmetyczne oraz logiczne.

VIII. Bibliografia

- <http://www.z80.info>
- https://eduinf.waw.pl/inf/retro/004_z80_inst/index.php
- http://www.z80.info/zip/programming_the_z80_3rd_edition.pdf