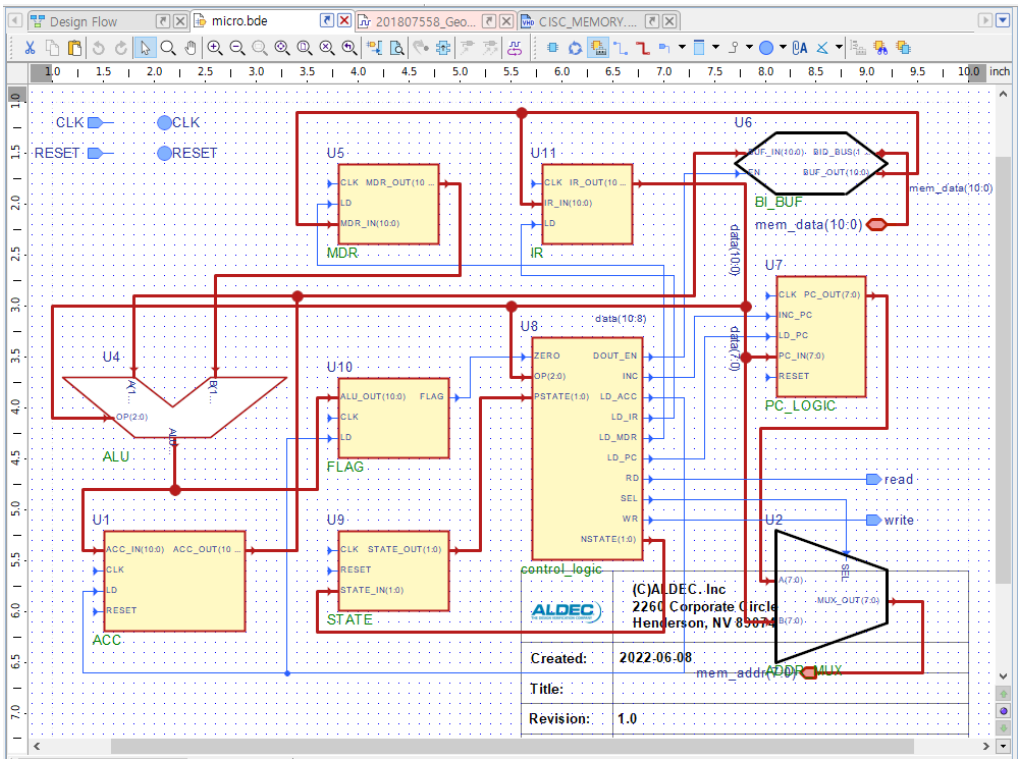
마이크로 프로세서
내가 설계한 CPU 프로그램 설명서

〈목차〉

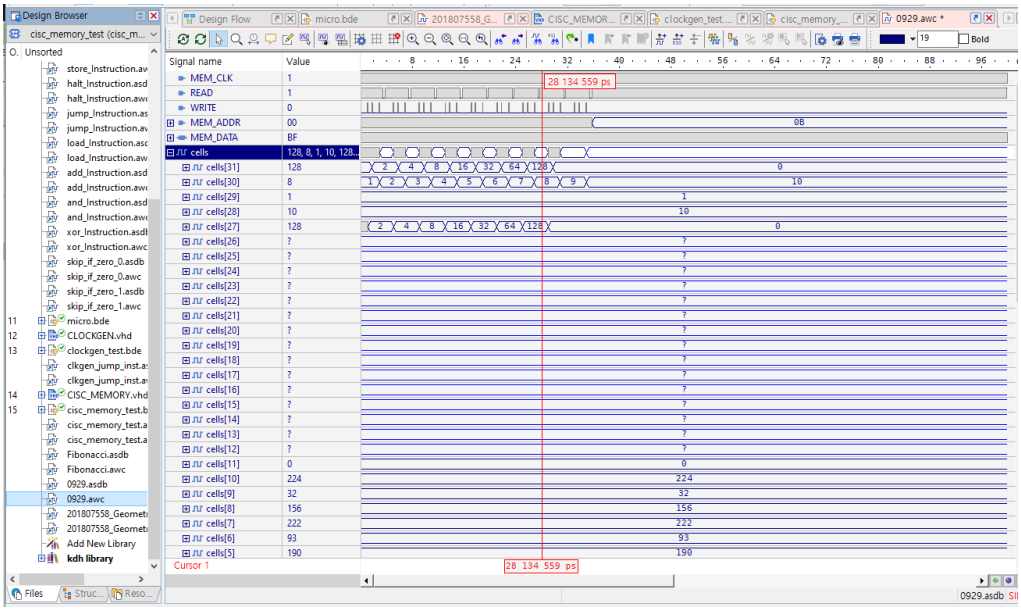
설계일자 : 2022.10.13
수업명 : 마이크로 프로세서
학번 : 201807558
이름 : 김도훈

1. 프로그램을 설계한 과정

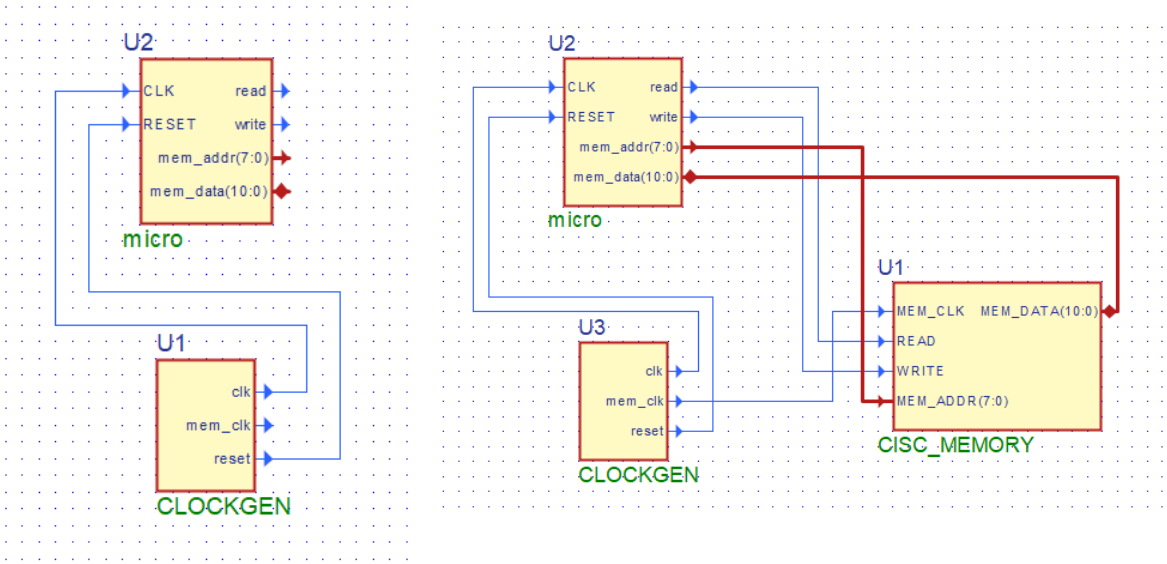


최종적으로 제가 설계한 CPU의 bde 입니다.
저는 이 CPU로 등비수열을 구현하고자 하였습니다.

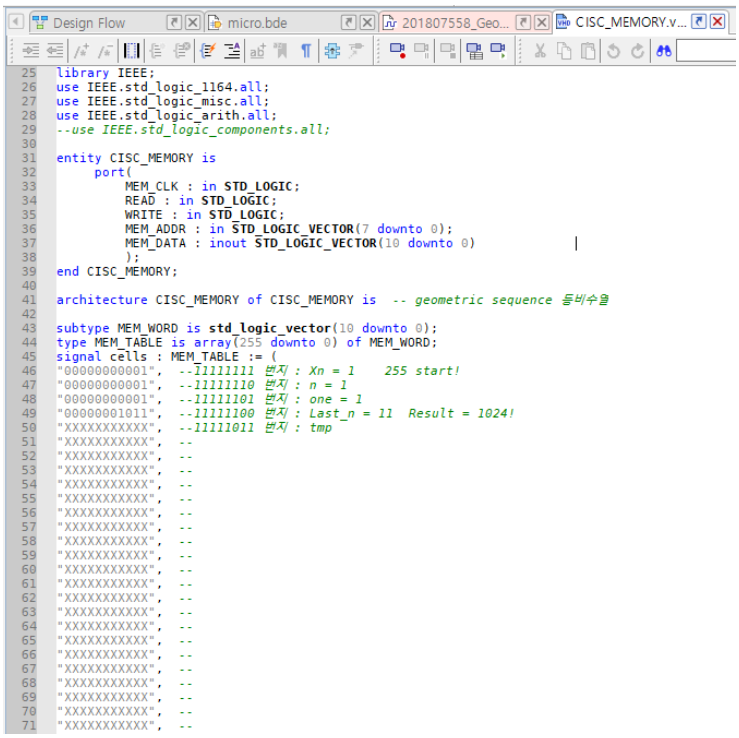
그래서 제가 맨 처음 설계한 CPU는 8비트의 메모리였고
초기 구현한 등비수열 프로그램은 아래의 결과값을 보여주었습니다.



결과값이 십진수 128에서 끝나고 이를 이진수로 변환하면 10000000 이며
8비트의 메모리로 구현한 프로그램으로는 더 큰 다음 값을 얻을 수 없기때문에
11비트까지 메모리 크기를 증가하기로 결정하였습니다.
설명서 맨 첫번째 사진처럼 처음 설계된 8비트 전체 CPU를 전부 수정하였고



위와 같이 CLOCKGEN 과 CISC_MEMORY 의 bde 를 전부 수정한 후
CISC_MEMORY.vhd 까지 아래와 같이 수정하고서 11비트 메모리의
번지수 255 down 0 에 맞게 번지를 추가해주었습니다.



2. CPU의 프로그램 설명 – 등비수열

먼저 “등비수열” 이란 3,6,12,24,48,…처럼 연속한 두 항의 비가 일정한 수열을 “**등비수열**” 이라고 하며 여기에서 연속한 두 항의 비를 “공비” 라고 합니다.
일반적으로 등비수열의 첫째 항을 a, 공비를 r로 표기하는데 이에 따라
등비수열은 아래의 식과 같은 일반항을 가집니다.

$$a_n = ar^{n-1}$$

일반항을 쉽게 이해하기위한 등비수열의 예를 하나 보여드리겠습니다.

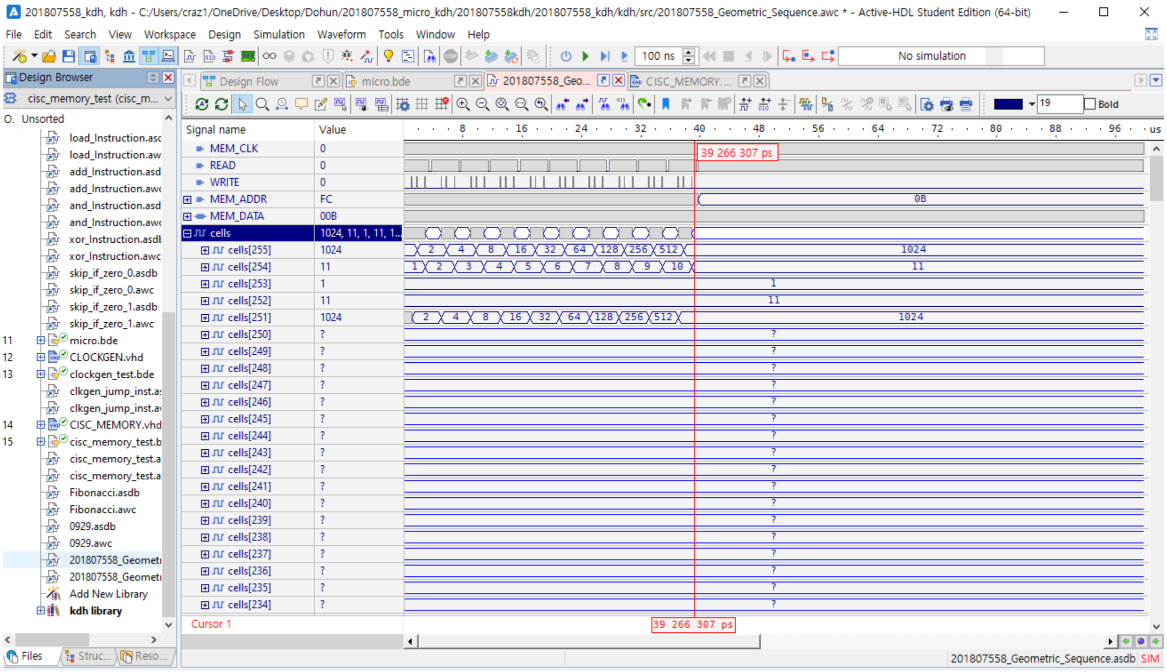
예)

수열 $3,6,12,24,\ldots$의 일반항은
첫째항이 3, 공비가 $6 \div 3 = 2$이므로,
$a_n = 3 \times 2^{n-1}$

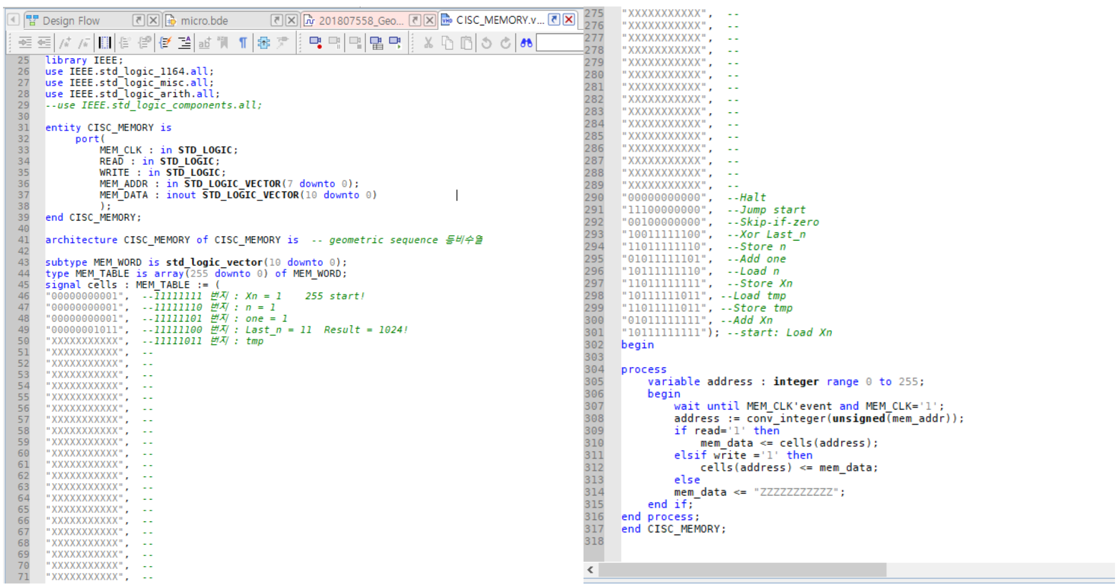
등비수열이란 위와 같이 첫째항과 공비에 따라서 값이 달라지는 수열입니다.

그럼 이제 다음 장에서 본격적으로 프로그램을 설명하겠습니다.

2. CPU의 프로그램 설명 – 설명시작



위 사진이 최종적으로 만들어낸 프로그램 결과입니다.
11비트까지 증가시켜서 첫째항이 1일때 공비가 2인 등비수열이고
이 등비수열의 조건인 첫째항, 공비로 11비트 내에서 나타낼 수 있는 숫자인
1024 까지 계산값이 나오는 프로그램입니다.



프로그램의 vhd 코드 내용입니다.
번지수는 11비트의 메모리 이므로 앞의 op-code 3자리를 제외하면
8자리여서 2의 8승 값이어야 하기 때문에
그러므로 총 번지수는 0번지부터 255번지까지 총 256 입니다.

==========

왼쪽 사진부터 보면 제일 상위 “11111111” 번지를 Xn 이라 할 때
1값인 “00000000001” 를 넣었고 바로 다음 번지에 카운트로 사용할 n 값을
1부터 시작하기위해 똑같이 1로 넣어주고
그 다음 “11111101” 번지의 one 값은 카운트 n 을 1씩 증가 시켜주기 위해
똑같이 1을 넣어주었습니다.
그 다음 “11111100” 번지의 Last_n 값으로 카운트 n 이 그 값 까지만 증가하고
프로그램을 종료 할 수 있도록 값을 11(1011)로 지정하였습니다.
그리고 “11111011” 번지의 tmp 는 “XXXXXXXXXXX” 으로 두는데
그 이유는 맨 아래의 MachineLanguage 가 연산되면서
그 값들을 tmp에 저장하기 위해서 입니다.

==========

이제 오른쪽 사진으로 넘어가서 제가 설계한 MachineLanguage 를 해석하면
[** Load(101), Store(110), Add(010), Xor(100)]
[** Skip-if-zero(001), Halt(000), Jump(111)]

1. Load Xn 으로 “11111111” 번지의 1값을 불러옵니다.
2. Add Xn 으로 내가 맨위 “11111111” 번지에서 정한 값을 똑같이 더해주고
   (위 사진의 프로그램에서는 그 값은 “1” 입니다.)
3. Store tmp 로 그 연산한 값 (“2”) 을 tmp에 저장해줍니다.
4. Load tmp 로 다시 값을 불러옵니다.
5. Store Xn 으로 그 값(“2”)으로 Xn 에도 저장하여 바꿔줍니다.
6. Load n 으로 카운트로 사용 될 n 값을 불러옵니다.
7. Add one 으로 카운트 n 을 1 증가시킵니다.
8. Store n 으로 증가된 카운트 n 값을 저장합니다.
9. Xor Last_n 으로 위에서 지정한 Last_n => 11(“1011”) 값과 증가된 n 값을
   Xor 연산을합니다.
10. Skip-if-zero 는 9번에서 Xor 값 zero flag의 값이 ‘1’ 일 경우 PC의 값을
    1 만큼 증가시켜서 다음 명령을 건너뛰게합니다.
    이 프로그램이 계속 실행되다가 n값이 Last_n과 같아진 상태로
    9번에서 Xor 연산을 하게되면 10번의 Skip-if-zero 가 다음 명령을
    건너 뛰게하여 Halt 명령을 만나 프로그램이 종료되도록 합니다.
11. Jump Start 는 카운트를 1부터 증가시키면서 Xor 연산을하고
    10번 Skip-if-zero 가 실행되지 않았을때 다시 Load Xn의 번지 값인
    “00000000” 으로 점프시켜줘서 프로그램을 지정한 값까지
    계속 돌아가게 하는 명령어입니다.
12. Halt 는 10번에서 설명한 내용과 같이 프로그램을 종료시킵니다.

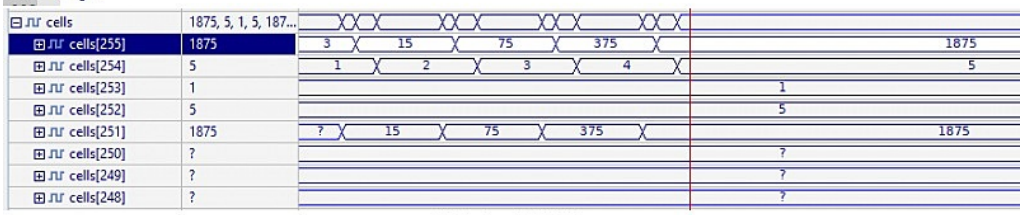
==========

2. CPU의 프로그램 설명 – 프로그램 응용 부록

프로그램은 바로 위의 내용이었던 목차 “설명시작” 두번째 장의 내용대로 동작합니다.
그리고 이 등비수열 프로그램은 위 결과가 끝이 아니고 첫째항과 등비를 수정할수 있는데 프로그램 사용자가 원하는대로 값을 조금만 바꾸면 첫째항과 등비가 양수인 조건 하에 등비수열을 계산하는 프로그램을 입맛에 따라 바꿀 수 있습니다!
제가 더 만든 예시를 보여드리면서 프로그램 설명서 마무리 하겠습니다.

첫째항=3, 공비=5 일 때

```
41  architecture CISC_MEMORY of CISC_MEMORY is  -- geometric sequence 등비수열
42
43  subtype MEM_WORD is std_logic_vector(10 downto 0);
44  type MEM_TABLE is array(255 downto 0) of MEM_WORD;
45  signal cells : MEM_TABLE := (
46  "00000000011",  --11111111 번지 : Xn = 3      start!
47  "00000000001",  --11111110 번지 : n = 1
48  "00000000001",  --11111101 번지 : one = 1
49  "00000000101",  --11111100 번지 : Last_n = 5  Result =
50  "XXXXXXXXXXX",  --11111011 번지 : tmp
51  "XXXXXXXXXXX",  --
52  "XXXXXXXXXXX",  --
285 "XXXXXXXXXXX",  --
286 "XXXXXXXXXXX",  --
287 "00000000000",  --Halt
288 "11100000000",  --Jump start
289 "00100000000",  --Skip-if-zero
290 "10011111100",  --Xor Last_n
291 "11011111110",  --Store n
292 "01011111101",  --Add one
293 "10111111110",  --Load n
294 "11011111111",  --Store Xn
295 "10111111011",  --Load tmp
296 "11011111011",  --Store tmp
297 "01011111111",  --Add Xn      Add 4회 공비 r = 5
298 "01011111111",  --Add Xn      Add 3회 공비 r = 4 (*공비감소 시킬 때= Add 삭제 후 비어있는 데이터값 추가)
299 "01011111111",  --Add Xn      Add 2회 공비 r = 3 (*공비증가 시킬 때= Add 추가 후 비어있는 번지 데이터값 지우기)
300 "01011111111",  --Add Xn      Add 1회 공비 r = 2 (default)
301 "10111111111"); --start: Load Xn
302 begin
```



첫째항=7, 공비=3 일 때

```
41  architecture CISC_MEMORY of CISC_MEMORY is  -- geometric sequence 등비수열
42
43  subtype MEM_WORD is std_logic_vector(10 downto 0);
44  type MEM_TABLE is array(255 downto 0) of MEM_WORD;
45  signal cells : MEM_TABLE := (
46  "00000000111",  --11111111 번지 : Xn = 7      start!
47  "00000000001",  --11111110 번지 : n = 1
48  "00000000001",  --11111101 번지 : one = 1
49  "00000001001",  --11111100 번지 : Last_n = 9  Result =
50  "XXXXXXXXXXX",  --11111011 번지 : tmp
51  "XXXXXXXXXXX",  --
287 "00000000000",  --Halt
288 "11100000000",  --Jump start
289 "00100000000",  --Skip-if-zero
290 "10011111100",  --Xor Last_n
291 "11011111110",  --Store n
292 "01011111101",  --Add one
293 "10111111110",  --Load n
294 "11011111111",  --Store Xn
295 "10111111011",  --Load tmp
296 "11011111011",  --Store tmp
297 "01011111111",  --Add Xn      Add 2회 공비 r = 3 (공비증가 시킬 때= Add 추가 후 비어있는 번지 데이터값 지우기)
298 "01011111111",  --Add Xn      Add 1회 공비 r = 2 (default)
299 "10111111111"); --start: Load Xn
300 begin
```