Organização de Computadores I

Complemento de 2 e Ponto Flutuante

Revisão

- Binário n bits → 2^n
- Complemento de 2
  - Único Zero
  - Bit de Sinal (0 positivo 1 negativo)
  - Aritmética direta somar
  - Simetria em relação ao zero
  - Compl2(x) = -x
    - Inverter sinal
  - Compl2 (compl2 (x)) = x
  - Compl2(x): inverter x e somar 1

Positivos

Representação 4 bits
-8 ao +7

Sinal	Num	Decimal
0	000	0
0	001	1
0	010	2
....		
0	111	7

Positivos e negativos

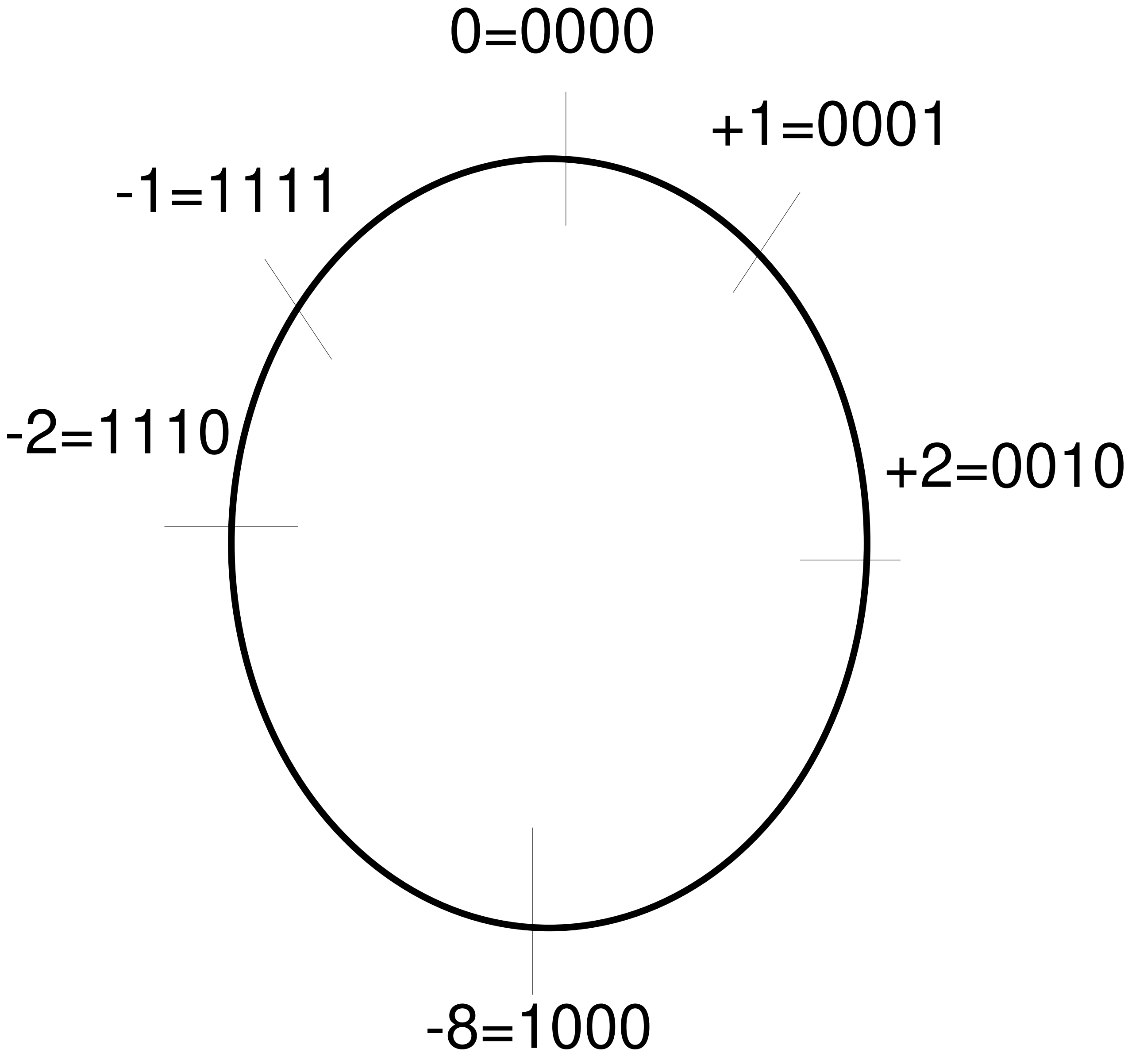
Representação 4 bits
-8 ao +7

Sinal	Num	Decimal
0	000	0
0	001	1
0	010	2
....		
0	111	7
1	000	-8
1	001	-7
....		
1	111	-1

Positivos e negativos

Representação 4 bits
-8 ao +7

Sinal	Num	Decimal
0	000	0
0	001	1
0	010	2
....		
0	111	7
1	000	-8
1	001	-7
....		
1	111	-1



Exemplo 5 + (-3)

5 = 0 101
3 = 0 011

Exemplo 5 + (-3)

5 = 0 101
3 = 0 011 → 1 100 (inverter)
1 (somar 1)
----
1 101 = -3

Exemplo 5 + (-3)

5 = 0 101

3 = 0 011 → 1 100

1

----

1 101 = -3

0 101 5

1 101 -3

Exemplo 5 + (-3)

5 = 0 101
3 = 0 011 → 1 100
1
----
1 101 = -3

0 101 5
1 101 -3
----
0 010 2

Exemplo -5 + (-2)

5 = 0 101 → 1 010

2 = 0 010 1

----

1 011 = -5

Exemplo -5 + (-2)

5 = 0 101 → 1 010 1 011 = -5

3 = 0 011 1

----

1 011 = -5

Exemplo -5 + (-2)

5 = 0 101

2 = 0 010 $\rightarrow$ 1 101

```
     1
---------
 1 110 = -2
```

```
 1  011 = -5
  1  110 = -2
----------
```

Exemplo -5 + (-2)

5 = 0 101
2 = 0 010

```
 1  011 = -5
 1  110 = -2
---------
 1  001 = ?
```

Exemplo -5 + (-2)

5 = 0 101
2 = 0 010

```
 1  011 = -5
 1  110 = -2
---------
 1  001 → 0110
             1
          ------
        7=0 111
```

Exemplo -5 + (-2)

5 = 0 101
2 = 0 010

```
      1  011 = -5
      1  110 = -2
    ---------
-7= 1  001 → 0110
                1
            ------
           7=0 111
```

Exemplo 5+4

5 = 0 101
4 = 0 100

Exemplo 5+4

```
5 = 0 101
4 = 0 100
    ---------
    1 001
```

Exemplo 5+4

5 = 0 101
4 = 0 100
----
1 001

Overflow pois com 4 bits temos de -8 a +7

Bit de sinal Negativo !!

Exemplo 5+4

```
5 = 0 101
4 = 0 100
    ---------
    1 001
```

Como verificar que não é -7 = 1001 → 0110

```
   0110
      1
-------
  0 111
```

Exemplo 5+4

5 = 0 101
4 = 0 100
----
1 001

Se somamos dois números positivos
O resultado deve ser positivo
Caso contrário ERRO de overflow

Outros casos de Overflow

- Pos + Pos = Pos senão overflow
- Pos + Neg = Pos ou Neg
  - Pode gerar erro ?

Outros casos de Overflow

- Pos + Pos = Pos senão overflow
- Pos + Neg = Pos ou Neg
  - Pode gerar erro ?
  - Maior +7, menor -8
  - S = 7 + (-8) = -1
  - S = 0 + (-8) = -8
  - S = 7 + (-1) = 6

Outros casos de Overflow

- Pos + Pos = Pos senão overflow
- Pos + Neg = Pos ou Neg – OK
- Neg + Neg = Neg senão underflow
- Como detectar
  - Olhar bit de sinal dos operandos e resultado

Casos como tabela

Op 1	Op 2	res	erro
0			
0			
0			
0			
1			
1			
1			
1			

Casos como tabela

Op 1	Op 2	res	erro
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Casos como tabela

Op 1	Op 2	res	erro
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Casos como tabela

Op 1	Op 2	res	erro
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

Usando 5 bits ? 5+4= ....

```
5 = 0  0101
4 = 0  0100
    ----------
    0  1001  = 9
```

Como 5 bits temos -16 a +15

Considerações Finais

- Representação finita – overflow ou underflow
- Somar n bits pode gera n+1 bits
- Simetria do Complemento de dois
- Padrão usado nos computadores
- 111111111..1111 = -1
- 0000000...0001 = +1

Multiplicação

1 * 0 = 0	1 * 1 = 1
0 * 0 = 0	0 * 1 = 0
X * 0 = 0	X * 1 = X

Multiplicação

- Somas parciais
- Número de n bits pode gera números de 2n bits

Exemplo	5	=	0 1 0 1
	4	=	0 1 0 0

Multiplicação

- Somas parciais
- Número de n bits pode gera números de 2n bits

```
Exemplo     5      =        0  1  0  1
            4      =        0  1  0  0
                         ---------------
                            0   0  0  0
                         0  0  0   0
                     0   1  0  1
                 0   0   0  0
                ---------------
```

Multiplicação

- Somas parciais
- Número de n bits pode gera números de 2n bits

```
Exemplo     5     =        0  1  0  1
            4     =        0  1  0  0
                        ---------------
                          0   0  0  0
                       0  0  0   0
                   0   1  0  1
               0   0   0  0
               -------------------------
               0  0   1  0  1  0   0  =  16+4 = 20
```

Multiplicação

- Somas parciais
- Número de n bits pode gera números de 2n bits

```
Exemplo    7     =      1  1  1
           7     =       1  1  1
                      ---------------
                        1  1  1
                     1  1  1
                  1  1  1
              -------------------------
                              1
```

Multiplicação

- Somas parciais
- Número de n bits pode gera números de 2n bits

```
Exemplo   7    =       1  1  1
          7    =       1  1  1
                      ----------------
                       1  1  1
                    1  1  1
                 1  1  1
               ---------------------------
                          0  1
```

Multiplicação

- Somas parciais
- Número de n bits pode gera números de 2n bits

```
Exemplo     7      =       1   1  1
            7      =        1  1  1
                       1 ----------------
                         1   1  1
                       1
                       1 1   1
                   1   1 1
              ---------------------------
                         0   0  1
```

Multiplicação

- Somas parciais
- Número de n bits pode gera números de 2n bits

```
Exemplo   7      =       1   1  1
          7      =        1  1  1
               1       ---------------
               1       1   1  1
                   1  1   1
               1   1  1
        --------------------------
                   0   0   0  1
```

Multiplicação

- Somas parciais
- Número de n bits pode gera números de 2n bits

```
Exemplo   7     =      1  1  1
          7     =      1  1  1
               1     ------------
               1       1  1  1
                    1  1  1
                 1  1  1
          -----------------------
           1  1  0  0  0  1  = 32+16+1 = 49
```

Números reais ou Flutuante ?
1,0110101 em binário
Como converter ?
Como representar ?
Como somar ?