



# Eletrônica Digital I

## Capítulo I Sistemas de Numeração

Aula B – Operações Aritméticas no  
Sistema Binário

**Prof. MSc. Bruno de Oliveira Monteiro**  
**Engenheiro de Telecomunicações**

***Inatel***

Assista essa aula no Youtube.  
Acesse:

***Bruno de Oliveira Monteiro – Youtube***



*Obs: Utilize os vídeos para complementar os seus estudos. A participação em sala de aula é fundamental para o seu aprendizado.*

# Sistema Binário

Base 10

Base 2

Decimal	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

# Sistema de Numeração

- Adição no Sistema binário

$$\begin{array}{r}
 0 \\
 0 + \\
 \hline
 0
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 0 \\
 1 + \\
 \hline
 1
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1 \\
 0 + \\
 \hline
 1
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \overset{1 \text{ Transporta ou Carry}}{\downarrow} 1 \\
 1 \\
 1 + \\
 \hline
 10
 \end{array}$$

$$1_2 + 1_2 = 10_2$$

$$1_{10} + 1_{10} = 2_{10}$$

$$10_2 = 2_{10}$$

**Inatel**

# Sistema de Numeração

- Exemplos:

$$11_{(2)} + 10_{(2)} =$$

$$\begin{array}{r} \textcolor{red}{1} \\ \textcolor{green}{0}1\ 1 \\ \textcolor{green}{0}1\ 0 + \\ \hline \end{array}$$

$$\textcolor{red}{10\ 1}$$

$$110_{(2)} + 111_{(2)} =$$

$$\begin{array}{r} \textcolor{red}{1\ 1} \\ \textcolor{black}{\downarrow} \quad 1\ 1\ 0 \\ \quad 1\ 1\ 1 + \\ \hline \end{array}$$

$$\textcolor{red}{11\ 0\ 1}$$

*Para verificar se está certo, basta converter para decimal e realizar a operação!*



**Inatel**

# Sistema de Numeração

- Exercício:

- a)  $11001_{(2)} + 1011_{(2)} = 100100_{(2)}$
- b)  $101101_{(2)} + 11100011_{(2)} = 100010000_{(2)}$
- c)  $11111_{(2)} + 111111_{(2)} = 1011110_{(2)}$
- d)  $100111_{(2)} + 1110_{(2)} + 1011_{(2)} = 1000000_{(2)}$

# Sistema de Numeração

- Subtração no Sistema binário

0	Transporta ou	0	1	1
0 -	Carry	1 -	0 -	1 -
<hr/>		<hr/>	<hr/>	<hr/>
0		1	1	0

# Sistema de Numeração

- Exemplos:

$$111_{(2)} - 100_{(2)} =$$

$$\begin{array}{r} 111 \\ 100 - \\ \hline 011 \end{array}$$

$$1000_{(2)} - 111_{(2)} =$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ \phantom{1}^1\phantom{0}^1\phantom{0}^1 \\ \phantom{1}111 - \\ \hline 0001 \end{array}$$



# Sistema de Numeração

- Exercícios:

- a)  $10010_{(2)} - 10001_{(2)} =$   $1_{(2)}$
- b)  $11000_{(2)} - 111_{(2)} =$   $10001_{(2)}$
- c)  $1010_{(2)} - 1000_{(2)} =$   $10_{(2)}$
- d)  $10101011_{(2)} - 1000100_{(2)} =$   $1100111_{(2)}$

# Sistema de Numeração

- Multiplicação no Sistema binário

$$\begin{array}{r} 0 \\ 0 \times \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ 1 \times \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 0 \times \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 1 \times \\ \hline 1 \end{array}$$

# Sistema de Numeração

- Exemplos:

$$111_{(2)} \times 100_{(2)} =$$

$$\begin{array}{r}
 111 \\
 100 \times \\
 \hline
 000 \\
 + 000 \\
 111 \\
 \hline
 11100
 \end{array}$$

$$1000_{(2)} \times 111_{(2)} =$$


$$\begin{array}{r}
 11010 \\
 10 \times \\
 \hline
 + 00000 \\
 11010 \\
 \hline
 110100
 \end{array}$$

# Sistema de Numeração

- Representação de números binários em sistemas digitais:
  - Notação dos números binários Positivos e Negativos:

Não se utiliza “+” ou “-” em operações aritméticas em microcontroladores, porque tudo deve ser codificado em “0” ou “1”.

**Apresentaremos 2 formas de se representar números binários  
“Positivos” e “Negativos”**



São maneiras  
diferentes de  
representação!

**Sinal - Módulo**  
**Complemento de 2**

***Inatel***

# Sistema de Numeração

- **Sinal - Módulo**

Uma forma de representar, é acrescentar ao número um “bit de sinal” colocado à esquerda, na posição do mais significativo. Ex: se o número for positivo, o bit de sinal será “0”, se for negativo este será “1”. Este processo de representação é denominado **“Sinal – Módulo”**.

$$\text{Ex: } + 35_{(10)} = \mathbf{0} \ 0100011_{(2)}$$

└→ Sinal-Módulo (0→Positivo)

$$- 73_{(10)} = \mathbf{1} \ 1001001_{(2)}$$

└→ Sinal-Módulo (1→Negativo)

# Sistema de Numeração

- Exercício:

Represente cada número decimal abaixo para a notação solicitada, utilizando sistema de 8 bits:

Decimal	Sinal Módulo
-1	1 0000001
+7	0 0000111
-44	1 0101100
-127	1 1111111
-89	1 1011001

# Sistema de Numeração

- **Complemento de 2 (CPL-2)**

Outra maneira de representar números binários **negativos** é através da notação do Complemento de 2, mas para isso é necessário converter o número na notação do complemento de 1 (CPL-1) primeiro.



Os números positivos  
recebem a mesma  
representação do sistema  
binário no CPL-2!!!

**Inatel**

# Sistema de Numeração

- Complemento de 1 (CPL-1)

Para obter o complemento de 1 de um número binário, basta trocar cada número pelo seu inverso.

Número binário:	1	0	0	1	1	0	1	1
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
CPL-1:	0	1	1	0	0	1	0	0



# Sistema de Numeração

- Complemento de 2 (CPL-2)  
O complemento de 2 é utilizada para representar números binários negativos. Para obter, basta somar 1 ao CPL-1 do número binário inicial.

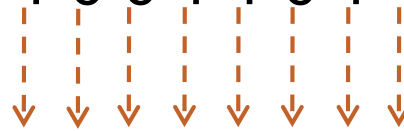
$$\text{CPL-2} = \text{CPL-1} + 1$$

Para se obter o número a partir de um número representado por CPL-2, basta realizar o CPL-2 novamente!!

# Sistema de Numeração

- Complemento de 2

Número binário: - 1 0 0 1 1 0 1 1



CPL-1: 0 1 1 0 0 1 0 0  
+ 1

---

CPL-2: 0 1 1 0 0 1 0 1

# Sistema de Numeração

- Exercício:

Represente cada número decimal abaixo para a notação solicitada, utilizando sistema de 8 bits:

Decimal	CPL-2
-1	11111111
+7	00000111
-44	11010100
-127	10000001
-89	10100111

# Sistema de Numeração

- Exercício:

Sabendo que o número abaixo está representando um número negativo no complemento de 2, que número é esse em decimal?

CPL-2 :      11101111

CPL-1:      00010000

+ 1

---

Número binário:    00010001    =    -17<sub>(10)</sub>

# Utilização do CPL-2 em Operações Aritméticas

- Podemos utilizar a notação do CPL-2 para efetuar operações que envolvam soma ou subtração, utilizando apenas o conceito da adição.

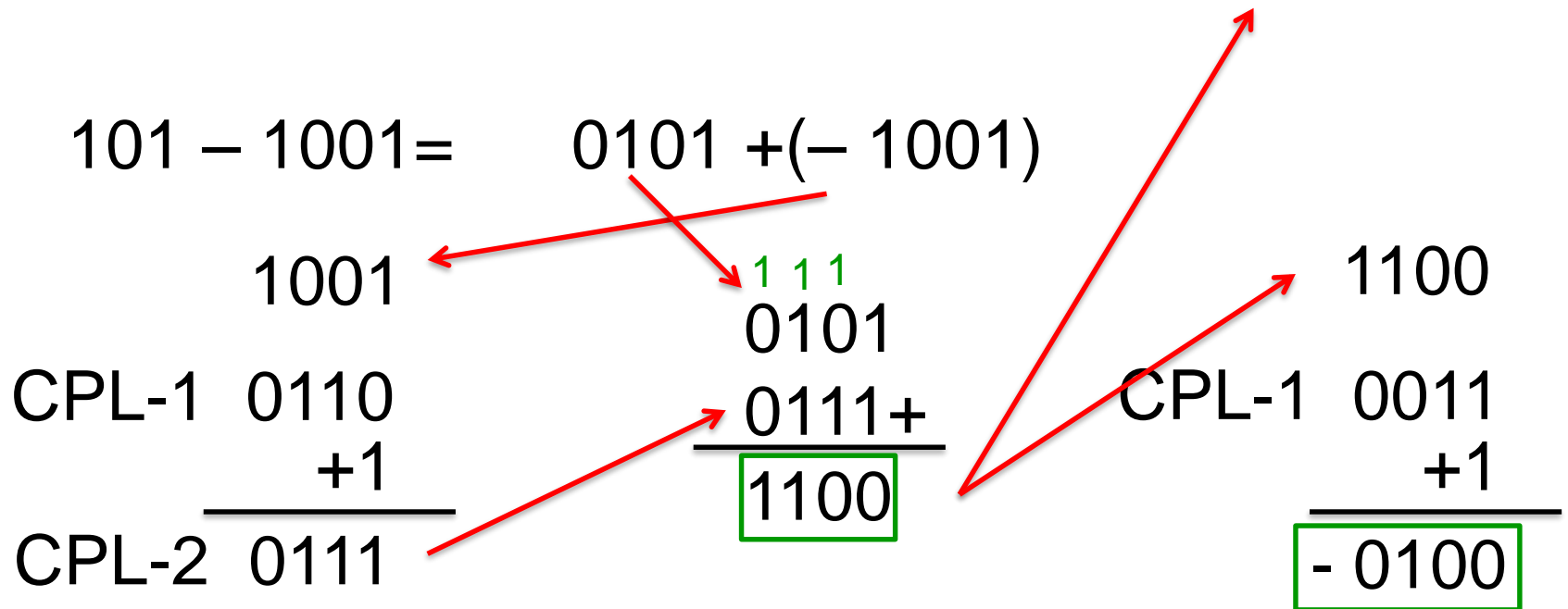
$$\begin{array}{r} 1001 \\ 0101+ \\ \hline 1110 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 1001 - 101 = & 1001 + (-0101) & \\ & 0101 & \\ \text{CPL-1 } 1010 & & \\ \quad +1 & & \\ \hline \text{CPL-2 } 1011 & & \end{array}$$

Diagram illustrating the conversion of subtraction to addition using CPL-2 notation. Red arrows show the mapping: the first operand (1001) maps to the first operand (1001) in the addition, and the second operand (101) maps to the second operand (-0101). The result of the addition (1011) is shown in a green box, with a red 'X' over the '1' in the second column, indicating a carry or correction.

# Utilização do CPL-2 em Operações Aritméticas

- Exemplo:  $101 - 1001$  A resposta será um número negativo representado em CPL-2



# Sistema de Numeração

- Realize a operação abaixo utilizando CPL2, com 8bits:

a)  $10001_{(2)} - 10010_{(2)} =$  -00000001(2)

b)  $111_{(2)} - 11000_{(2)} =$  -00010001(2)

c)  $1000_{(2)} - 1010_{(2)} =$  -00000010(2)

d)  $1000100_{(2)} - 10101011_{(2)} =$  -01100111(2)



# Bons Estudos

**Prof. MSc. Bruno de Oliveira Monteiro**  
**Engenheiro de Telecomunicações**

***Inatel***