Eletrônica Digital I (EDL I)

- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
- de Santa Catarina - Campus São José

- Prof. Glauco Cardozo
- glauco.cardozo@ifsc.edu.br

Ementa

- Sistemas de numeração.
- Funções lógicas. Álgebra de Boole. Circuitos combinacionais. Circuitos Seqüenciais.
- Memórias semicondutoras. Bancos de memória.
- Conceito de microprocessador e microcontrolador. Microcontroladores da família 8051.
- Programação básica em assembly.

Referências Bibliográficas

- 1.Elementos de Eletrônica Digital. CAPUANO, F. G.; Idoeta I.V
- 2.Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações, Ronald J.Tocci e Neal S.Widmer
- 3.Organização Estruturada de Computadores,Tanenbaum, Andrew S
- 4.Aplicações Práticas do Microcontrolador 8051, SILVA, Jr.,V. P
- 5.Microcontroladores 8051, GIMENEZ, Salvador Pinillos.

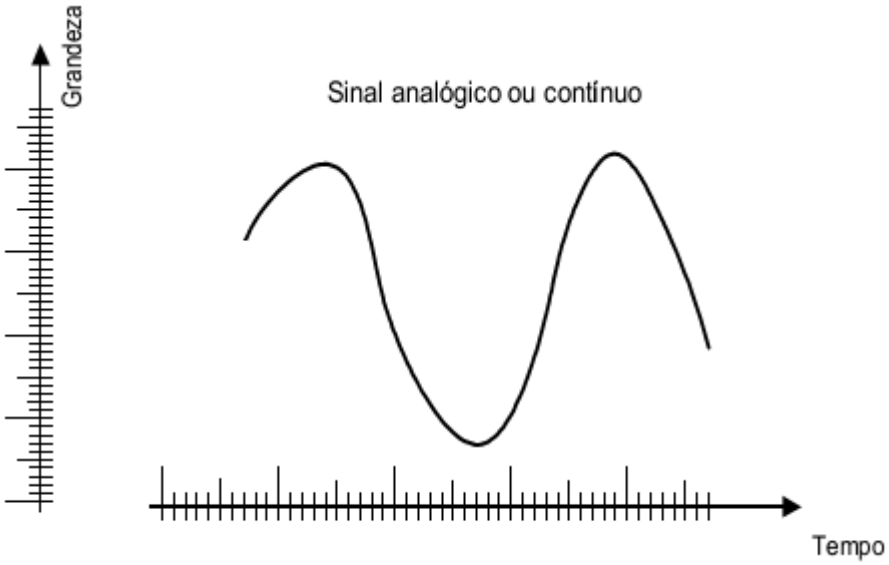
Eletrônica Digital

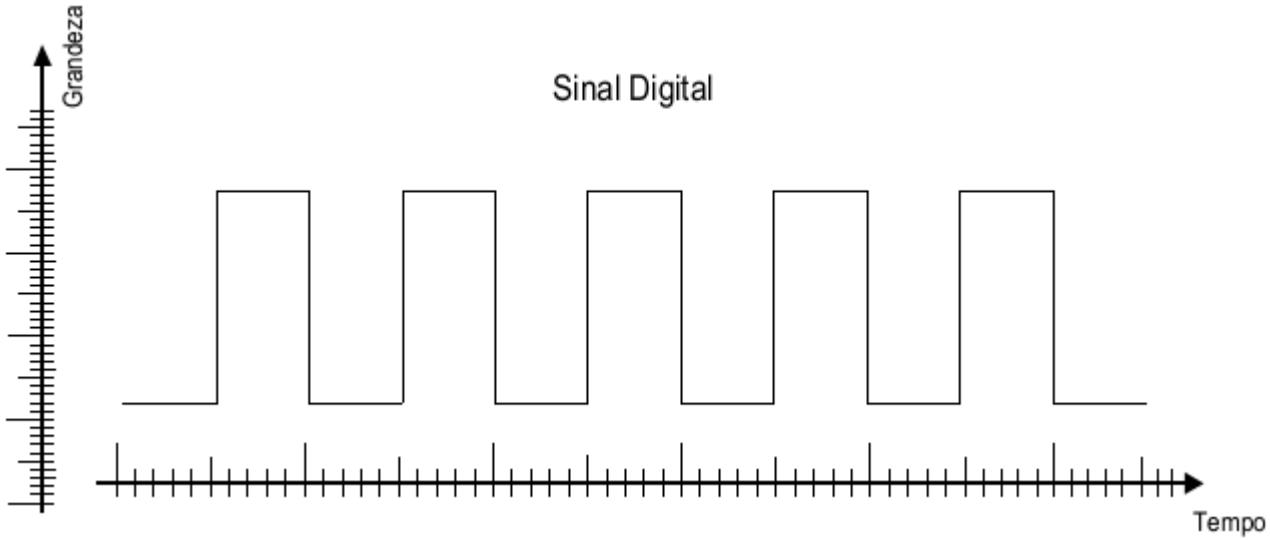
- Eletrônica digital é a parte da eletrônica que trabalha com sinais discretos. Em contrapartida existe a eletrônica analógica que trabalha com sinais analógicos ou também contínuos.

- Sinais Analógicos: São sinais contínuos no tempo. No sinal analógico a passagem de uma condição para outra se da de forma suave, sem descontinuidade. O mundo físico real é essencialmente analógico, onde os sinais, que representam informações, aparecem de modo contínuo.

- Sinais Digitais: São sinais discretos no tempo, de tal forma que sempre existe uma descontinuidade entre uma condição e outra.

Eletrônica Digital





Sistema Numérico

- Sistemas numéricos são sistemas de notação usados para representar quantidades abstratas denominadas números.
- Um sistema numérico é definido pela base que utiliza.
- A base é o número de símbolos diferentes, ou algarismos, necessários para representar um número qualquer, dos infinitos possíveis no sistema.
- Por exemplo, o sistema decimal, utilizado hoje de forma universal, utiliza dez símbolos diferentes ou dígitos para representar um número e é, portanto, um sistema numérico na base 10.

Sistema Binário

Sistema de Numeração Binário

- Este sistema de numeração, como o próprio nome sugere, apresenta base 2. Os números 0 e 1 são os dígitos deste sistema.
- O sistema binário é de grande importância, pois apresenta correspondência direta com os estados de um sistema digital. Por exemplo: para o dígito 0 pode-se atribuir o valor de tensão 0V e para o dígito 1 pode-se atribuir o valor de tensão de 5V.

- Ex.: 1001101_2

Sistema Binário

Conversão de um número no sistema binário para o equivalente no sistema decimal.

- Regra geral: multiplica-se cada dígito pelo valor da base elevada a uma dada potência, definida pela posição do dígito, e finalmente realiza-se a soma.

- Ex.: 11001101_2

$= 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$

$= 128 + 64 + 0 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1$

$= 205_{10}$

Sistema Binário

Conversão de decimal para binário.

- Ex.: Conversão do número 23_{10} para binário

$$\begin{array}{r|l} 23 & 2 \\ \hline 1 & 11 \end{array} \longrightarrow 23 = 2 \times 11 + 1$$

$$\begin{array}{r|l} 11 & 2 \\ \hline 1 & 5 \end{array} \longrightarrow 23 = 2 \times (2 \times 5 + 1) + 1 = 5 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$\begin{array}{r|l} 5 & 2 \\ \hline 1 & 2 \end{array} \longrightarrow 23 = (2 \times 2 + 1) \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

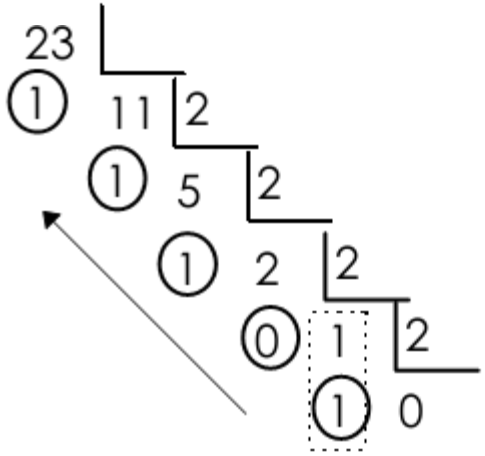
$$\begin{array}{r|l} 2 & 2 \\ \hline 0 & 1 \end{array} \longrightarrow 23 = (1 \times 2) \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$= 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

Sistema Binário

Conversão de decimal para binário.

- Ex.: Conversão do número 23_{10} para binário



$10111_2 = 23_{10}$

Sistema Binário

- Conversão de números fracionários

Regra de formação:

Decimal: $197{,}526_{10} = 1x10^{2} + 9x10^{1} + 7x10^{0} + 5x10^{-1} + 2x10^{-2} + 6x10^{-3}$

Binário: $101101{,}101 = 1x2^{5} + 0x2^{4} + 1x2^{3} + 1x2^{2} + 0x2^{1} + 1x2^{0} + 1x2^{-1} + 0x2^{-2} + 1x2^{-3}$

Sistema Binário

Conversão de binário para decimal

$1101{,}111_2$

$= 1x2^3 + 1x2^2 + 0x2^1 + 1x2^0 + 1x2^{-1} + 1x2^{-2} + 1x2^{-3}$

$= 8 + 4 + 0 + 1 + 0{,}5 + 0{,}25 + 0{,}125$

$= 13 + 0{,}875$

$= 13{,}875_{10}$

Sistema Binário

- Conversão de decimal para binário

$35{,}625_{10} = ?_2$

$$35{,}625_{10} = \underbrace{35_{10}}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{0{,}625_{10}}_{\text{parte fracionária}}$$

A conversão da parte inteira segue o procedimento já descrito:

$35_{10} = 100011_2$

Sistema Binário

Conversão de decimal para binário

- A conversão da parte fracionária segue a seguinte regra prática:
- Multiplica-se a parte fracionária pelo valor da base.
- O número resultante a esquerda da vírgula é o dígito (0 ou 1) procurado.
- Se o dígito à esquerda for 0 (zero) continuar a multiplicação pela base.
- Se o dígito à esquerda for 1 este é retirado e prossegue-se a multiplicação.
- O processo continua até obter-se 0 (zero) como resultado ou atingir-se a resolução estabelecida, no caso de dízima.
- A leitura dos dígitos, ao contrário do caso da parte inteira, é feita de cima para baixo

$0{,}625_{10}$
$\times 2$ ← base do sistema
$1{,}250$

$0{,}25_{10}$
$\times 2$
$0{,}50$
$\times 2$
$1{,}00$

$0{,}625_{10} = 0{,}101_2$

$35{,}625_{10} = 100011{,}101_2$

Sistema Octal

- A base de um sistema numérico é igual o número de dígitos que ela usa. Portanto, o sistema octal, que apresenta base 8, tem 8 dígitos a saber: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (base N = 8 $\rightarrow$ dígitos 0 $\rightarrow$ N-1 = 7).

- Sua utilidade nos sistemas digitais vem do fato de que, associando-se os algarismos de um número binário (bits) em grupos de três, obtém-se uma correspondência direta com os dígitos do sistema octal. Observaremos nitidamente este mais adiante.

Sistema Octal

- Conversão de Octal em Decimal

$1247{,}235_8 = ?_{10}$

$1 \times 8^3 + 2 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1} + 3 \times 8^{-2} + 5 \times 8^{-3}$

$512 + 128 + 32 + 7 + 1/8 + 3/64 + 5/512$

$1247{,}235_8 = 679{,}1816406_{10}$

Sistema Octal

- Conversão de Decimal para Octal

$$381{,}796_{10} = 381_{10} + 0{,}796_{10}$$

Parte inteira:

$$\begin{array}{r|l} 381 & 8 \\ \hline 5 & 47 \;|\; 8 \\ \hline 7 & 5 \;|\; 8 \\ \hline 5 & 0 \end{array}$$

$$381_{10} = 575_8$$

Parte fracionária:

$$\begin{array}{r} 0{,}796_{10} \\ \times\ 8 \\ \hline 6{,}368 \\ \\ 0{,}368_{10} \\ \times\ 8 \\ \hline 2{,}944 \\ \times\ 8 \\ \hline 7{,}952 \\ \times\ 8 \\ \hline 4{,}416 \end{array}$$

$0{,}796_{10} \approx 0{,}6274_8$ (aproximado)

Sistema Octal

- Conversão de Octal em Binário

  Para converter um número expresso em uma determinada base é normal convertermos o primeiro para um número na base 10 e, em seguida, fazer a conversão para a base desejada. Entretanto, como já foi dito, no caso do octal para o binário (e vice-versa) podemos fazer a conversão diretamente, sem passar pelo sistema decimal, já que, 8 é terceira potência de 2 e, portanto, são múltiplos e tem correspondência direta um com o outro.

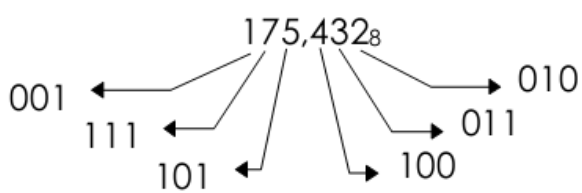
Sistema Octal

- Conversão de Octal em Binário

Regra: Cada dígito octal, a partir da vírgula, é representado pelo equivalente a <u>três</u> dígitos binários. A tabela de equivalência é mostrada a seguir.

Octal	*Binário*
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

$$175{,}4328_{10} = 001\ 111\ 101{,}100\ 011\ 010_2$$



Sistema Octal

- Conversão de Binário em Octal
- Agrega-se os dígitos binários, a partir da vírgula, em grupos de <u>três</u> e converte-se para o equivalente em octal. Caso os dígitos extremos, da direita ou esquerda, não formarem um grupo completo de <u>três</u>, adiciona-se zeros até que isto ocorra.

$$1011{,}11101_2 = \underset{1}{\underline{001}}\ \underset{3}{\underline{011}}\ ,\ \underset{7}{\underline{111}}\ \underset{2}{\underline{010}}\ {}_{8}\ {}_{2}$$

Sistema Hexadecimal

- Este sistema apresenta base igual a 16. Portanto 16 dígitos distintos. São usados os dígitos:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

Como no sistema de numeração octal, o hexadecimal apresenta equivalência direta entre seus dígitos e grupos de **quatro** dígitos binários. A tabela a seguir mostra esta equivalência.

Decimal	Binário	Hexadecimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Sistema Hexadecimal

- Conversão de Hexadecimal para Decimal

A regra é a mesma da conversão de qualquer sistema de numeração para o decimal.

$AFC0,7D_{16} = ?_{10}$

$A \times 16^3 + F \times 16^2 + C \times 16^1 + 0 \times 16^0 + 7 \times 16^{-1} + D \times 16^{-2}$

$10 \times 16^3 + 15 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 0 \times 16^0 + 7 \times 16^{-1} + 13 \times 16^{-2}$

$44992,48828_{10}$

Sistema Hexadecimal

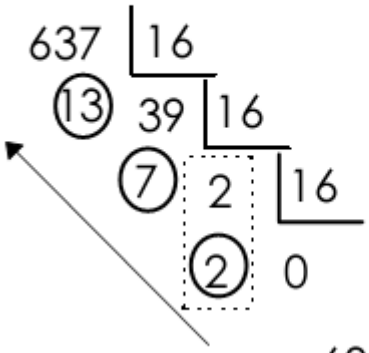
- Conversão de Decimal para Hexadecimal

A regra é a mesma da conversão do decimal para qualquer sistema de numeração.

$637{,}33_{10} = ?_{16}$

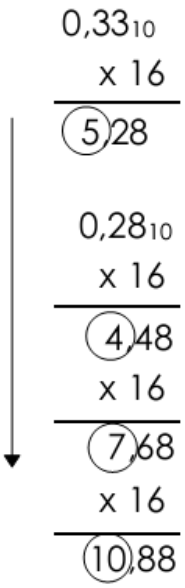
$637{,}33_{10} = 637_{10} + 0{,}33_{10}$

Parte inteira



$637_{10} = 27D_{16}$

Parte Fracionária



$0{,}33_{10} \approx 0{,}547A_{16}$ (aproximado)

Sistema Hexadecimal

- Conversão de Hexadecimal em Binário

  Da mesma forma que no sistema octal, não é necessário converter o número para o sistema decimal e depois para binário. Basta representar cada dígito hexadecimal, a partir da vírgula, em grupos de <u>quatro</u> dígitos binários equivalentes. A base 16 é a <u>quarta</u> potência da base 2. A tabela de equivalência é a que foi apresentada acima.

$FACA,CACA_{16} = ?_2$

$F \quad A \quad C \quad A \quad , \quad C \quad A \quad C \quad A_{16}$

$1111 \quad 1010 \quad 1100 \quad 1010 \quad , 1100 \quad 1010 \quad 1100 \quad 1010_2$

$FACA,CACA_{16} = 1111101011001010,1100101011001010_2$

Sistema Hexadecimal

- Conversão de Binário para Hexadecimal

  Como no caso da conversão de binário para octal, agrega-se os dígitos binários, a partir da vírgula, em grupos de <u>quatro</u> e converte-se para o equivalente em hexadecimal. Caso os dígitos extremos, da direita ou esquerda, não formarem um grupo completo de <u>quatro</u>, adiciona-se zeros até que isto ocorra.

$100101010{,}00111_2 = ?_{16}$

$0001\ \ 0010\ \ 1010\ ,\ 0011\ \ 1000_2$

$1\ \ \ \ 2\ \ \ \ A\ \ ,\ \ 3\ \ \ \ 8_{16}$

$100101010{,}00111_2 = 12A{,}38_{16}$