

TÉCNICO EM TELECOMUNICAÇÕES



MÓDULO I
ELETRÔNICA DIGITAL



2025 - INEPROTEC

Diretor Pedagógico	EDILVO DE SOUSA SANTOS
Diagramação	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Capa	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Elaboração	INEPROTEC

Direitos Autorais: É proibida a reprodução parcial ou total desta publicação, por qualquer forma ou meio, sem a prévia autorização do INEPROTEC, com exceção do teor das questões de concursos públicos que, por serem atos oficiais, não são protegidas como Direitos Autorais, na forma do Artigo 8º, IV, da Lei 9.610/1998. Referida vedação se estende às características gráficas da obra e sua editoração. A punição para a violação dos Direitos Autorais é crime previsto no Artigo 184 do Código Penal e as sanções civis às violações dos Direitos Autorais estão previstas nos Artigos 101 a 110 da Lei 9.610/1998.

Atualizações: A presente obra pode apresentar atualizações futuras. Esforçamo-nos ao máximo para entregar ao leitor uma obra com a melhor qualidade possível e sem erros técnicos ou de conteúdo. No entanto, nem sempre isso ocorre, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou falhas de diagramação e revisão. Sendo assim, disponibilizamos em nosso site a seção mencionada (Atualizações), na qual relataremos, com a devida correção, os erros encontrados na obra e sua versão disponível. Solicitamos, outros sim, que o leitor faça a gentileza de colaborar com a perfeição da obra, comunicando eventual erro encontrado por meio de mensagem para contato@ineprotec.com.br.

VERSÃO 2.0 (01.2025)

Todos os direitos reservados à
Ineprotec - Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico Eireli
Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja
Recanto das Emas - CEP: 72.600-102 - Brasília/DF
E-mail: contato@ineprotec.com.br
www.ineprotec.com.br

Sumário

ABERTURA	05
SOBRE A INSTITUIÇÃO	05
• Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente	05
• Missão	05
• Visão	05
• Valores	05
SOBRE O CURSO	05
• Perfil profissional de conclusão e suas habilidades	06
• Quesitos fundamentais para atuação	06
• Campo de atuação	06
• Sugestões para Especialização Técnica	06
• Sugestões para Cursos de Graduação	06
SOBRE O MATERIAL	07
• Divisão do Conteúdo	07
• Boxes	08
BASE TEÓRICA	09
INTRODUÇÃO	09
SISTEMA BINÁRIO	09
• Sistemas digitais	10
PORTAS LÓGICAS	10
• Tipos de portas lógicas	11
✓ Porta lógica AND	11
✓ Porta lógica OR	12
✓ Porta lógica NOT	13
✓ Porta lógica XOR	13
✓ Porta lógica NOR	14
✓ Porta lógica XNOR	15
✓ Porta lógica NAND	15
ARITMÉTICA BINÁRIA	16

• Full Adder	18
TEOREMAS DA ÁLGEBRA BOOLEANA	20
• Álgebra de Boole	20
✓ Postulados mais comuns	20
✓ Postulados e teoremas da Álgebra de Boole	21
• Sistemas combinacionais	22
✓ Decodificadores e circuitos aritméticos	23
SISTEMAS SEQUENCIAIS	23
MULTÍMETRO DIGITAL	25
• O que é um multímetro digital?	25
• Como usar um multímetro digital?	26
✓ Medições	26
✓ Teste de continuidade	27
✓ Tensão	28
✓ Medindo corrente	28
✓ Medindo resistência	29
✓ Conferindo pinos do transistor e medindo	29
SESSÕES ESPECIAIS	30
MAPA DE ESTUDO	30
SÍNTESE DIRETA	30
MOMENTO QUIZ	32
GABARITO DO QUIZ	33
REFERÊNCIAS	33

MÓDULO I

ELETRÔNICA DIGITAL

Abertura

SOBRE A INSTITUIÇÃO

Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente

O Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico (INEPROTEC) é uma instituição de ensino que valoriza o poder da educação e seu potencial de transformação.

Nascemos da missão de levar educação de qualidade para realmente impactar a vida dos nossos alunos. Acreditamos muito que a educação é a chave para a mudança.

Nosso propósito parte do princípio de que a educação transforma vidas. Por isso, nossa base é a inovação que, aliada à educação, resulta na formação de alunos de grande expressividade e impacto para a sociedade. Aqui no INEPROTEC, o casamento entre tecnologia, didática e interatividade é realmente levado a sério e todos os dias otimizado para constante e contínua evolução.

Missão

A nossa missão é ser símbolo de qualidade, ser referência na área educacional presencial e a distância, oferecendo e proporcionando o acesso e permanência a cursos técnicos, desenvolvendo e potencializando o talento dos estudantes, tornando-os, assim, profissionais de sucesso e cidadãos responsáveis e capazes de atuar como agentes de mudança na sociedade.

Visão

O INEPROTEC visa ser um instituto de ensino profissionalizante e técnico com reconhecimento nacional, comprometido com a qualidade e excelência de seus cursos, traçando pontes para oportunidades de sucesso, tornando-se, assim, objeto de desejo para os estudantes.

Valores

Ciente das qualificações exigidas pelo mercado de trabalho, o INEPROTEC tem uma visão que prioriza a valorização de cursos essenciais e pouco ofertados para profissionais que buscam sempre a atualização e especialização em sua área de atuação.

SOBRE O CURSO

O curso TÉCNICO EM TELECOMUNICAÇÕES pertence ao Eixo Tecnológico de INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. Vejamos algumas informações importantes sobre o curso TÉCNICO EM TELECOMUNICAÇÕES relacionadas ao **perfil profissional de conclusão e**

suas habilidades, quesitos fundamentais para atuação, campo de atuação e, também, algumas sugestões interessantes para continuação dos estudos optando por Especializações Técnicas e/ou Cursos de Graduação.

Perfil profissional de conclusão e suas habilidades

- Participar na elaboração de projetos de telecomunicações.
- Instalar, testar e realizar manutenções preventivas e corretivas em sistemas de telecomunicações.
- Configurar equipamentos nas áreas de telefonia, transmissão e redes de comunicação.
- Supervisionar tecnicamente processos e serviços de telecomunicações.
- Elaborar documentação técnica.
- Prestar assistência técnica aos clientes.
- Realizar programação de softwares específicos para equipamentos de telecomunicações.
- Participar na elaboração da documentação técnica.

Quesitos fundamentais para atuação

- Conhecimentos e saberes relacionados aos processos técnicos de telecomunicação cabeada ou de transmissão/tráfego de dados móveis, bem como às boas práticas de comunicação e de liderança de equipes.

Campo de atuação

- Empresas de telefonia fixa e móvel.
- Empresas de radiodifusão.
- Indústrias de telecomunicação.
- Agências reguladoras.
- Provedores de acesso a redes.
- Empresas de prestação de serviços.

Sugestões para Especialização Técnica

- Especialização Técnica em TV Digital.
- Especialização Técnica em Sistemas de Comunicação Móvel.
- Especialização Técnica em Convergência Digital.

Sugestões para Cursos de Graduação

- Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Telecomunicações.
- Curso Superior de Tecnologia em Redes de Telecomunicações.
- Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações.
- Curso Superior de Tecnologia em Telemática.
- Bacharelado em Engenharia de Telecomunicações.
- Bacharelado em Engenharia Elétrica.

SOBRE O MATERIAL

Os nossos materiais de estudos são elaborados pensando no perfil de nossos cursistas, contendo uma estruturação simples e clara, possibilitando uma leitura dinâmica e com volume de informações e conteúdos considerados básicos, mas fundamentais e essenciais para o desenvolvimento de cada disciplina. Lembrando que nossas apostilas não são os únicos meios de estudo.

Elas, juntamente com as videoaulas e outras mídias complementares, compõem os vários recursos midiáticos que são disponibilizados por nossa Instituição, a fim de proporcionar subsídios suficientes a todos no processo de ensino-aprendizagem durante o curso.

Divisão do Conteúdo

Este material está estruturado em três partes:

- 1) ABERTURA.
- 2) BASE TEÓRICA.
- 3) SESSÕES ESPECIAIS.

Parte 1 - ABERTURA

- Sobre a Instituição.
- Sobre o Curso.
- Sobre o Material.

Parte 2 – BASE TEÓRICA

- Conceitos.
- Observações.
- Exemplos.

Parte 3 – SESSÕES ESPECIAIS

- Mapa de Estudo.
- Síntese Direta.

- Momento Quiz.

Boxes

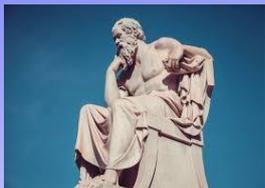
Além dessas três partes, no desenvolvimento da BASE TEÓRICA, temos alguns BOXES interessantes, com intuito de tornar a leitura mais agradável, mesclando um estudo mais profundo e teórico com pausas pontuais atrativas, deixando a leitura do todo “mais leve” e interativa.

Os BOXES são:

- VOCÊ SABIA

	<p>São informações complementares contextualizadas com a base teórica, contendo curiosidades que despertam a imaginação e incentivam a pesquisa.</p>
---	--

- PAUSA PARA REFLETIR...

	<p>Um momento especial para descansar a mente do estudo teórico, conduzindo o cursista a levar seus pensamentos para uma frase, mensagem ou indagação subjetiva que leve a uma reflexão pessoal e motivacional para o seu cotidiano.</p>
--	--

- SE LIGA NA CHARADA!

	<p>Se trata de um momento descontraído da leitura, com a apresentação de enigmas e indagações divertidas que favorecem não só a interação, mas também o pensamento e raciocínio lógico, podendo ser visto como um desafio para o leitor.</p>
---	--

Base Teórica

INTRODUÇÃO

A **eletrônica** é a ciência que estuda a forma de controlar a energia elétrica por meios elétricos nos quais os elétrons têm papel fundamental. Divide-se em **analógica** e **digital** porque suas coordenadas de trabalho optam por obedecer a estas duas formas de apresentação dos sinais elétricos a serem tratados.

Numa definição mais abrangente, podemos dizer que a eletrônica é o ramo da ciência que estuda o uso de circuitos formados por componentes elétricos e eletrônicos, com o objetivo principal de representar, armazenar, transmitir ou processar informações além do controle de processos e mecanismos. Sob esta ótica, também pode-se afirmar que os circuitos internos dos computadores (que armazenam e processam informações), os sistemas de telecomunicações (que transmitem informações), os diversos tipos de sensores e transdutores (que representam grandezas físicas sob forma de sinais elétricos) estão, todos, dentro da área de interesse da eletrônica.

Complementando a definição, a eletrotécnica é o ramo da ciência que estuda uso de circuitos formados por componentes elétricos e eletrônicos, com o objetivo principal de transformar, transmitir, processar e armazenar energia utilizando a eletrônica de potência. Sob esta definição, as usinas hidrelétricas, termoelétricas e eólicas (que geram energia elétrica), as linhas de transmissão (que transmitem energia), os transformadores, retificadores e inversores (que processam energia) e as baterias (que armazenam energia) estão, todos, dentro da área de interesse da eletrotécnica.

Entre os mais diversos ramos que a abrange estuda a transmissão da corrente elétrica no vácuo e nos semicondutores. Também é considerada um ramo da eletricidade que, por sua vez, é um ramo da Física onde se estudam os fenômenos das cargas elétricas elementares, as propriedades e comportamento, do elétron, fótons, partículas elementares, ondas eletromagnéticas.

SISTEMA BINÁRIO

É um sistema numérico com base 2, em que todos valores se representam apenas por 0 ou 1. Para entender melhor, veja o esquema da figura a seguir (*figura 1*):

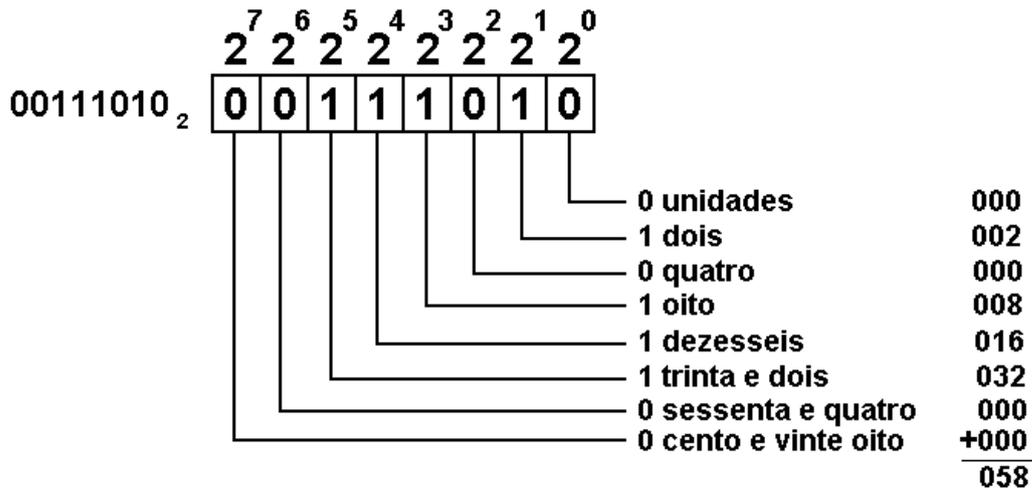


Figura 1: Sistema Binário.

Note que o valor mostrado em binários depende da posição de cada 0 e 1. Em computação, cada 0 ou 1 é chamado de **bit**. Um agrupamento de **8 bits** forma um **byte**.

Sistemas digitais

Imagine que você precisa transmitir informações por meio de circuitos elétricos. Para isso, é possível considerar que o sistema elétrico possui apenas dois valores de tensão ou corrente possíveis. Isto é, quando o circuito está “ligado” ou “desligado”. Quando há tensão ou não. **0** ou **1**. Assim, pode-se utilizar o **Sistema Binário** para enviar e receber informações.

PORTAS LÓGICAS

Em sistemas digitais, as portas lógicas são utilizadas para realizar operações com sinais elétricos.

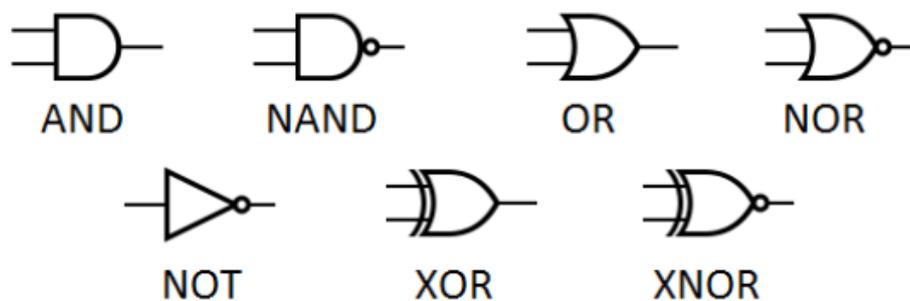


Figura 2: Portas lógicas.

OBSERVAÇÕES:

São alguns exemplos de portas lógicas básicas:

- ✓ **AND** – Utiliza como base o produto lógico.
- ✓ **OR** – Utiliza como base a soma lógica.
- ✓ **NOT** – Utiliza como base o operador de inversão.

A partir da combinação delas, são criados sistemas mais complexos, capazes de realizarem operações bem mais avançadas.

Tipos de portas lógicas

A seguir, vejamos os sete tipos de portas lógicas ilustradas na “figura 2”:

- 1) Porta lógica AND.
- 2) Porta lógica OR.
- 3) Porta lógica NOT.
- 4) Porta lógica XOR.
- 5) Porta lógica NOR.
- 6) Porta lógica XNOR.
- 7) Porta lógica NAND.

Porta lógica AND

Traduzindo do inglês, **AND** significa **E**. Para a saída ser igual a 1, todas as entradas devem também ser iguais a 1.

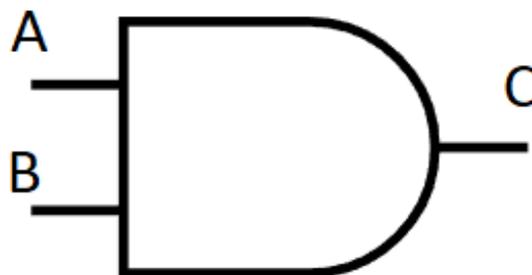


Figura 3: Porta lógica.

Se A e B forem 1, C também será 1. Assim é fácil entender por que ela funciona a partir do operador de produto lógico:

$$1 \times 0 = 0, \text{ mas } 1 \times 1 = 1.$$

Veja a tabela verdade na figura a seguir (*figura 4*), que representa os níveis lógicos de entrada e os níveis de saída correspondentes:

AND		
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Figura 4: Tabela verdade da porta lógica AND.

Porta lógica OR

Já essa porta lógica, trabalha com a soma lógica. Pelo menos uma entrada precisa ser 1 para a saída também ser 1.

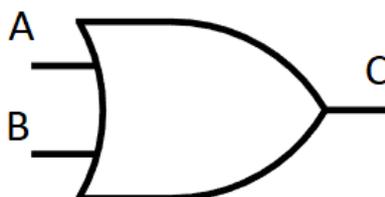


Figura 5: Porta lógica OR.

Se A **ou** B forem 1, C será 1. Se as duas entradas forem 1, sem problemas, a saída também será 1. Agora, se nenhuma entrada for 1, a saída será 0.

Veja a tabela verdade na figura a seguir (*figura 6*):

OR		
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Figura 6: Tabela verdade da porta lógica OR.

Porta lógica NOT

Essa porta funciona como inversora. O valor de saída sempre será o contrário do valor de entrada.

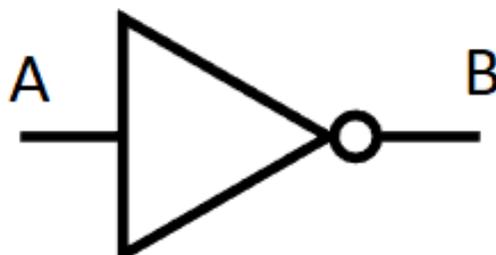


Figura 7: Porta lógica NOT.

Se A for 1, B **não** vai ser 1. Se a entrada for 1, a saída vai ser 0. Se a entrada for 0, a saída vai ser 1. Segue a tabela verdade na figura a seguir (*figura 8*):

NOT	
A	B
0	1
1	0

Figura 8: Tabela verdade da porta lógica NOT.

Porta lógica XOR

Essa porta é o “Ou” exclusivo. Funciona da seguinte forma: se todas entradas são iguais, a saída é igual a 0. Como as entradas não são iguais, a saída é igual a 1.

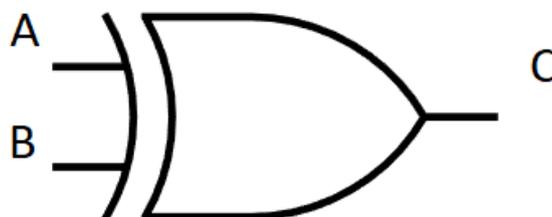


Figura 9: Porta lógica XOR.

Veja a tabela da porta XOR na figura a seguir (*figura 10*):

XOR		
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Figura 10: Tabela verdade da porta lógica XOR.

Porta lógica NOR

Funciona com o operador de soma lógica em conjunto com o de inversão.

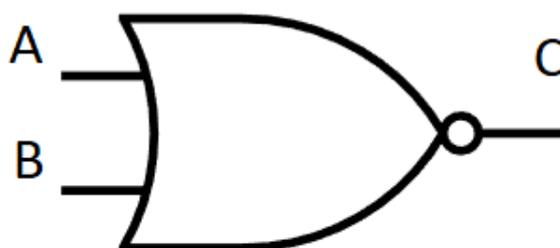


Figura 11: Porta lógica NOR.

A saída somente será igual a 1 quando todas entradas forem 0. Se qualquer uma das entradas for 1, a saída será igual a 0.

Veja a tabela verdade na figura a seguir (*figura 12*):

NOR		
A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Figura 12: Tabela verdade da porta lógica NOR.

Porta lógica XNOR

Funciona com um operador de soma lógica com um círculo e um operador de inversão.

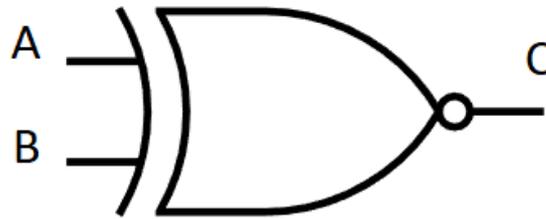


Figura 13: Porta lógica XNOR.

Se as entradas forem diferentes, a saída é igual a 0. Se as entradas forem iguais, a saída é igual a 1.

Veja a tabela verdade da porta lógica XNOR na figura a seguir (figura 14):

XNOR		
A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Figura 14: Tabela verdade da porta lógica XNOR.

Porta lógica NAND

Utiliza o produto lógico em conjunto com o operador de inversão.

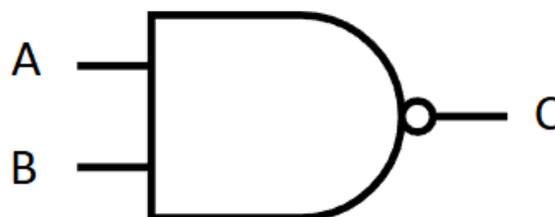


Figura 15: Porta Lógica NAND.

Se, pelo menos, uma das entradas for 0, a saída será igual a 1. Se todas as entradas forem 1, a saída será igual a 0.

Veja na tabela verdade da figura a seguir (*figura 16*) como isso funciona:

NAND		
A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Figura 16: Tabela verdade da porta lógica NAND.



VOCÊ SABIA?

As linhas de telefone aguentam trovão, chuva e terremoto sem dar pau. Mas sofrem com uma praga: programadores incompetentes. E ela atacou em 15 de janeiro de 1990, quando uma central americana que direciona ligações entrou em pane. Não seria nada, não fosse uma falha de programação que fez essa central “avisar” outras 113 que elas também estavam quebradas – quando não estavam. Resultado: a maior parte dos Estados Unidos ficou sem chamadas de longa distância por nove horas.

ARITMÉTICA BINÁRIA

É importante salientar que as máquinas em seu interior não sabem interpretar números decimais (5, 12, 20, 32) por suas condições elétricas, por este motivo que a **lógica binária** é adotada.

O sistema de numeração binário é composto por dois números, sendo 0 ou 1. Eles representam estados de ligado/verdadeiro e desligado/falso, tornando-se aplicável em relés e transistores de junção bipolar, componentes que deram vida aos primeiros computadores.

Estes componentes comuns da eletrônica se comportam como um **circuito digital**, pois entregam a característica de mudanças de estados, representados por variações de níveis de tensões, nos quais os intervalos são de 0-0,8 Volts para falso e 2-5 Volts para verdadeiro.

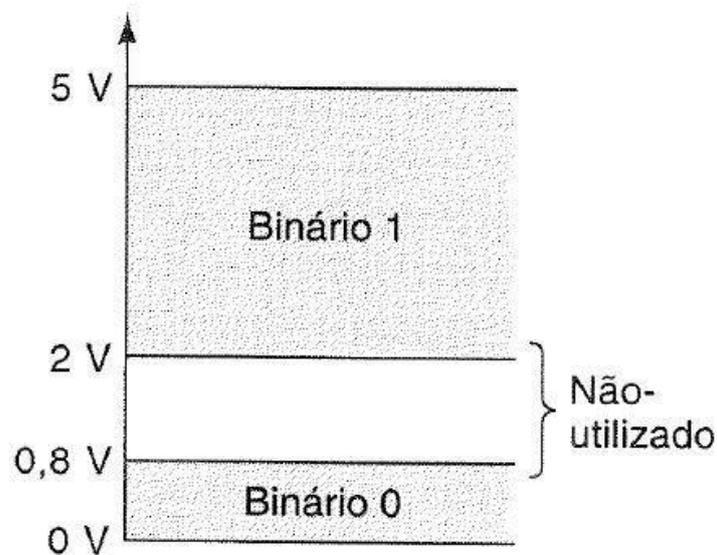


Figura 17: Aritmética binária.

Quando este tipo de circuito é capaz de responder a uma ou várias entradas de dados, chamamos ele de **circuito lógico**. Eles são capazes de interpretar diversas operações lógicas ou booleanas, como as portas lógicas “E”, “Ou”, Inversora e suas derivações. Podemos desenvolver circuitos com diversas portas lógicas combinadas para gerar um resultado satisfatório em uma determinada função do sistema.

Em projetos eletrônicos reais, utilizamos estas portas lógicas encapsuladas em CI's (Circuitos Integrados), sendo mais práticos no dia a dia. Quando uma lógica combinacional ou sequencial é muito difundida entre os projetistas, elas seguem o mesmo processo de encapsulamento, favorecendo cada vez mais a miniaturização dos circuitos.

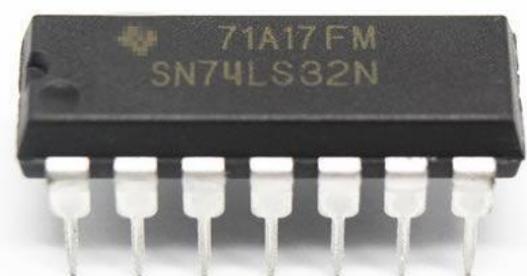
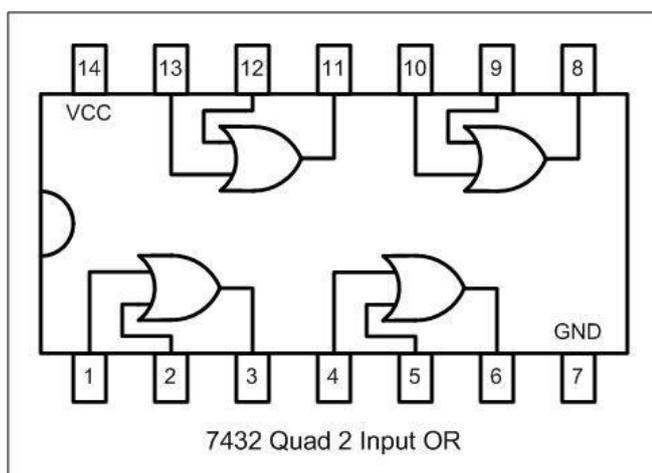


Figura 18: Circuito lógico.

“Você já se perguntou como os computadores e calculadoras realizam a operação aritmética mais simples de todas”?

Para realizar uma soma decimal precisamos de dois números, por exemplo 10 e 2, e depois somar estes números para obter um resultado, onde $10 + 2 = 12$. A **adição binária** não é diferente, porém utilizamos números decimais convertidos para a base binária. Para realizar o cálculo utilizamos um conjunto de 4 bits ou nibble, ou seja, 10 em binário é 1010 e 2 é 0010, somando estes números teremos $1010 + 0010 = 1100$.

bit de carry (vai um)

MSB	1	LSB	$0 + 0 = 0$
	1010		$1 + 0 = 1$
+	0010		$1 + 1 = 10 \mid 0 + \text{carry } 1$
	1100		$1 + 1 + 1 = 11 \mid 1 + \text{carry } 1$

Figura 19: Adição binária.

Vamos realizar estes passos detalhadamente no “papel”, a adição binária se inicia sempre pelo bit menos significativo ou LSB, então começando a operação, temos $0 + 0 = 0$, qualquer lógica comum que possui as entradas em 0 o resultado será 0, exceto quando trabalhamos com a porta lógica Inversora/NOT e suas derivadas. Depois realizamos $1 + 1 = 10$, como este valor possui dois números binários, o 1 é o bit de carry ou “vai um” da adição tradicional. Agora temos o **bit de carry**, então somamos ele $1 + 0 + 0 = 1$, e finalmente temos $1 + 0 = 1$, chegando em nosso resultado final de 1100 ou 12 na base decimal.

Você pode treinar a adição binária com outros valores, se tiver dúvidas do resultado utilize a calculadora do Windows em modo Programador.

Full Adder

Full Adder's ou somadores completos é a lógica combinacional para somar números binários na eletrônica digital. Os computadores e calculadoras possuem este circuito, porém embutido na **unidade aritmética** do microprocessador, que realizam operações binárias mais complexas derivadas de Full Adder's, como subtração, divisão e multiplicação.

O circuito é composto por portas lógicas E/AND, OU/OR e OU EXCLUSIVO/XOR, como mostra a imagem da “figura 20” de um Full Adder de 1 bit com carry out. Com este circuito você pode somar até 2 ou 0010.

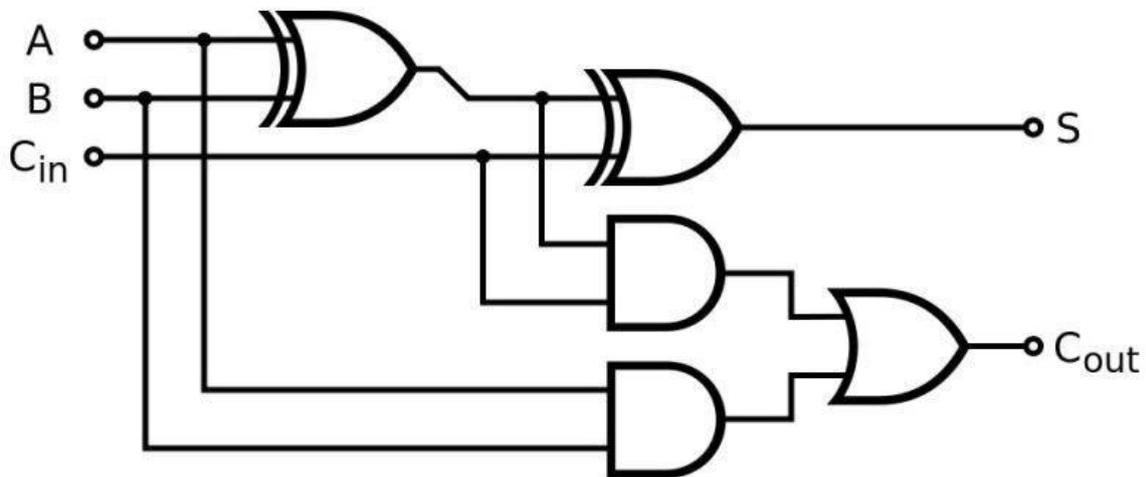


Figura 20: Full Adder de 1 bit com carry out.

TRUTH TABLE

A_i	B_i	C_i	C_o	SUM
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	1
1	1	0	1	0
0	0	1	0	1
1	0	1	1	0
0	1	1	1	0
1	1	1	1	1

Figura 21: Tabela da verdade.

O funcionamento deste circuito não tem segredo, as entradas A, B são os valores que queremos somar, C_{in} é o bit de carry, onde o primeiro é zero ou GND para representar uma adição. As saídas S e C_{out} representam o resultado da adição, onde C_{out} é o “estouro” da operação, onde podemos analisar esses valores utilizando a sua tabela verdade. Para somar 4 bits são necessários quatro destes circuitos em cascata, onde o primeiro C_{out} é ligado no segundo C_{in} e assim por diante, aumentando o resultado para 30 ou 11110.

**SE LIGA NA CHARADA!**PERGUNTA:

Qual o jogador que desapareceu junto da inflação?

RESPOSTA:

Tostão.

TEOREMAS DA ÁLGEBRA BOOLEANA**Álgebra de Boole**

A álgebra booleana, como qualquer outro sistema matemático dedutível, pode ser definida como um conjunto de elementos, um conjunto de operadores, e um número de axiomas, ou postulados, não provados. Os postulados de um sistema matemático são as suposições, ou considerações básicas a partir das quais é possível se deduzirem as regras, os teoremas, e as propriedades do sistema.

Postulados mais comuns

Os postulados mais comuns usados para se formularem várias estruturas algébricas são os apresentados na figura a seguir (*figura 22*):

POSTULADOS MAIS COMUNS		
1 – Fechamento:	$a * b = c$	$a, b, c \in S$
2 – Lei Associativa:	$(a * b) * c = a * (b * c)$	$a, b, c \in S$
3 – Lei Comutativa:	$a * b = b * a$	$a, b \in S$
4 – Elemento Identidade:	$e * a = a * e = a$	$a \in S$
5 – Inversa:	$a * b = e$	$a, b \in S$
6 – Lei Distributiva:	$a * (b \# c) = (a * b) \# (a * c)$	$a, b, c \in S$

Figura 22: Tabela sobre os postulados mais comuns usados para se formularem estruturas algébricas.

Um exemplo de estrutura algébrica é um corpo (*field*). Um corpo é um conjunto de elementos, com dois operadores binários, cada um atendendo as 5 primeiras leis, e os dois combinados para atender a 6ª.

A álgebra de Boole é uma estrutura algébrica definida sobre um conjunto B de elementos, com dois operadores + e · tal que os seguintes postulados (de Huntington) sejam satisfeitos:

1. a) Fechamento em relação ao operador +
b) Fechamento em relação ao operador ·
2. a) Um elemento identidade em relação a +, designado por 0
b) Um elemento identidade em relação a ·, designado por 1
3. a) Lei comutativa em relação a +
b) Lei comutativa em relação a ·
4. a) É distributiva em relação a + $a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$
5. Para todo elemento $a \in B$, existe um elemento $a' \in B$ (chamado complemento de a) tal que: **(a) $a + a' = 1$ e (b) $a \cdot a' = 0$**
6. Existem, pelo menos, dois elementos $a, b \in B$ tal que $a \neq b$. Como a álgebra de Boole lembra a álgebra dos números reais, os símbolos + e · foram escolhidos para representar seus operadores apenas por atuarem de forma parecida à dos operadores de soma e multiplicação da álgebra real. Na álgebra de Boole só existem dois elementos, que pelo motivo de lembrar a álgebra dos números reais, foram escolhidos 0 e 1.

Operadores utilizados na Álgebra de Boole:

- + adição, união, operação lógica OU
- multiplicação, interseção, operação lógica E

Elementos utilizados na Álgebra de Boole:

- 0 nível lógico zero, negativo, desligado
- 1 nível lógico um, afirmativo, ligado

Postulados e teoremas da Álgebra de Boole

Vejamos os postulados e teoremas da Álgebra de Boole na figura a seguir (*figura 23*):

	Caso (a)	Caso (b)
Postulado 2	$a + 0 = a$	$a \cdot 1 = a$
Postulado 5	$a + a' = 1$	$a \cdot a' = 0$
Teorema 1	$a + a = a$	$a \cdot a = a$
Teorema 2	$a + 1 = 1$	$a \cdot 0 = 0$
Teorema 3, involução	$(a')' = a$	$(a')' = a$
Postulado 3, comutativo	$a + b = b + a$	$a \cdot b = b \cdot a$
Teorema 4, associativo	$a + (b + c) = (a + b) + c$	$a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$

Postulado 4, distributivo	$a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$	$A + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$
Teorema 5, DeMorgan	$(a + b)' = a' \cdot b'$	$(a \cdot b)' = a' + b'$
Teorema 6, absorção	$a + (a \cdot b) = a$	$a \cdot (a + b) = a$
Teorema 7	$a + (a' \cdot b) = a + b$	$a \cdot (a' + b) = a \cdot b$
Teorema 8	$a' + (a \cdot b) = a' + b$	$a' \cdot (a + b) = a' \cdot b$

Figura 23: Tabela sobre os postulados e teoremas da Álgebra de Boole.

Verifica-se que os postulados e teoremas são duais, isto é, existem sempre os casos (a) e (b) que são simétricos.

No caso (a), onde se escreve +, ·, 0, 1, no caso (b) correspondente, escreve-se ·, +, 1, 0, respectivamente.

Os teoremas 6 e 7 são derivados dos postulados e teoremas anteriores, mas devem ser citados no quadro por facilitarem as simplificações de várias expressões lógicas.

Sistemas combinacionais

Circuitos Combinacionais possuem como principal característica ter seus resultados de saída determinados pela combinação de valores de entrada naquele instante, ou na mesma linha da tabela verdade.

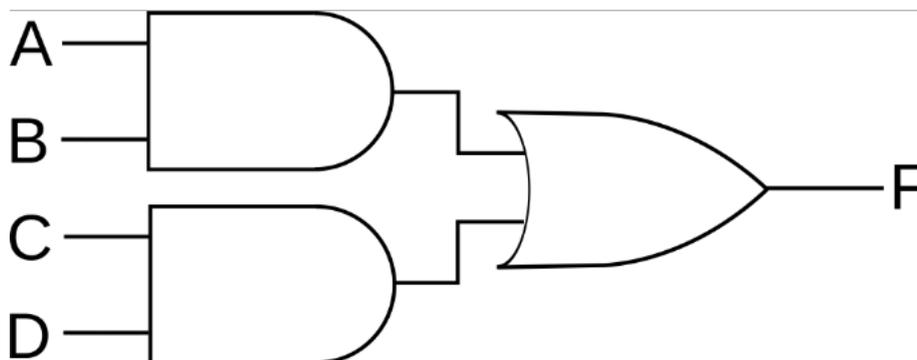


Figura 24: Sistemas combinacionais.

Os circuitos lógicos dos sistemas digitais podem ser de dois tipos: circuitos combinacionais ou circuitos sequenciais. Um circuito combinacional é constituído por um conjunto de portas lógicas as quais determinam os valores das saídas diretamente a partir dos valores atuais das entradas. Pode-se dizer que um circuito combinacional realiza uma operação de processamento de informação a qual pode ser especificada por meio de um conjunto de equações Booleanas. No caso, cada combinação de valores de entrada pode

ser vista como uma informação diferente e cada conjunto de valores de saída representa o resultado da operação.

A “figura 24” mostra o diagrama de blocos genérico de um circuito combinacional.

Decodificadores e circuitos aritméticos

Decodificadores

Apresentam uma linha do código de saída para cada linha do código de entrada;

Circuitos Aritméticos

Apresentam um resultado na saída para cada grupo de operandos, isto é, para cada linha de uma tabela verdade.

	<p>PAUSA PARA REFLETIR...</p> <p>Não se ensina filosofia; ensina-se a filosofar.</p> <p style="text-align: right;"><i>Immanuel Kant.</i></p>
---	---

SISTEMAS SEQUENCIAIS

Para determinar o resultado da saída em certas combinações é necessário conhecer os resultados das saídas de etapas anteriores, além da **combinação das entradas** no instante em que se deseja obter a saída.

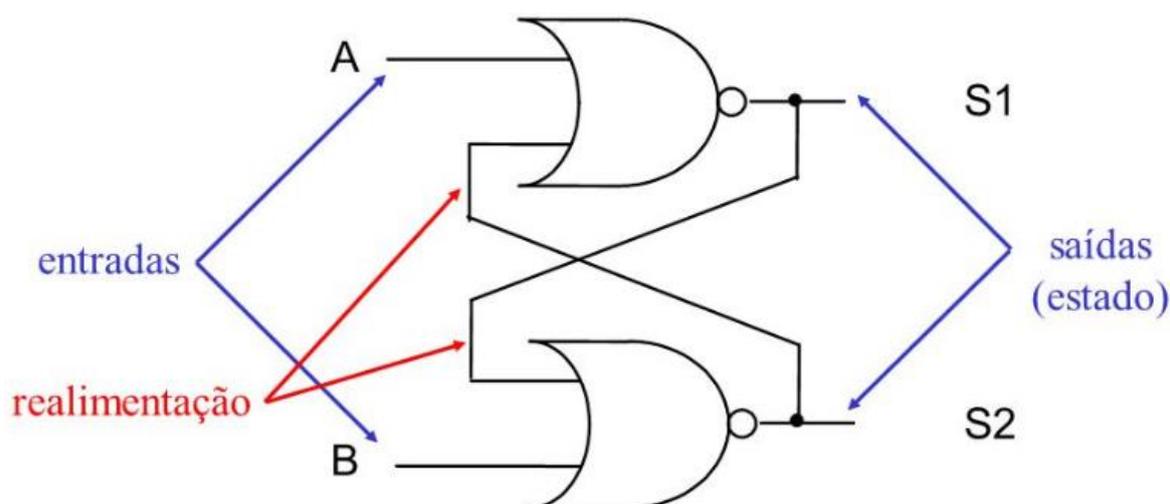


Figura 25: Sistemas sequenciais.

Em circuitos sequenciais pode-se reter o valor armazenado, isto é, memorizá-lo.

Um circuito sequencial, por sua vez, emprega elementos de armazenamento denominados latches e flip-flops, além de portas lógicas. Os valores das saídas do circuito

dependem dos valores das entradas e dos estados dos latches ou flip-flops utilizados. Como os estados dos latches e flip-flops é função dos valores anteriores das entradas, diz-se que as saídas de um circuito sequencial dependem dos valores das entradas e do histórico do próprio circuito. Logo, o comportamento de um circuito sequencial é especificado pela sequência temporal das entradas e de seus estados internos.

A “figura 25” esboça um diagrama de blocos genérico para circuitos sequenciais conhecido como modelo de Mealy.

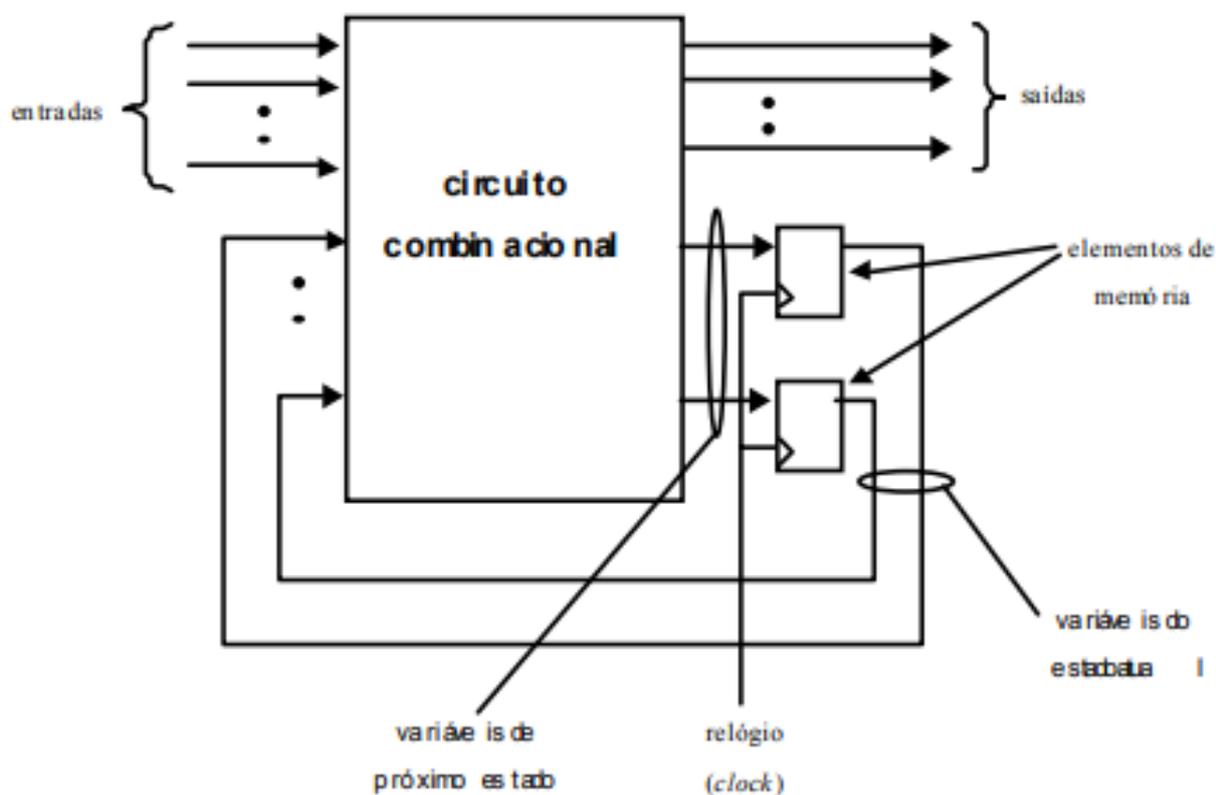


Figura 26: Circuito combinacional.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

Por que a mulher maravilha não se casou com o Incrível Hulk?

RESPOSTA:

Porque ele jamais seria um homem maduro.

MULTÍMETRO DIGITAL

O que é um multímetro digital?

O **multímetro digital** é um equipamento eletrônico que serve para medir grandezas elétricas. Ele é muito utilizado em bancadas de trabalho (laboratórios) ou em serviços de campo incorporando diversos instrumentos de medição, como o voltímetro, o amperímetro, o ohmímetro e em configurações mais avançadas pode conter também um **capacímetro**, **frequencímetro**, **termômetro** entre outros.

Além do multímetro digital, existe também o multímetro analógico, que possui as mesmas funções, porém a escala é indicada por um ponteiro e seu funcionamento se dá através de um galvanômetro.

O multímetro digital é utilizado para testar e medir grandezas de componentes eletrônicos, ou mesmo da rede elétrica. As funções básicas de um multímetro digital são, medição de tensão contínua, tensão alternada, resistência elétrica e corrente contínua. Uma função bastante comum também na grande maioria dos multímetros digitais é o teste de continuidade com alerta sonoro.

Para se utilizar a medição de tensão contínua, escolhe-se a escala de tensão contínua imediatamente acima da tensão esperada na medição, ou seja, para medir o nível de carga de uma pilha, onde espera-se 1,5 V, deve-se selecionar a escala de 2000 mV, e para medir a bateria de um carro, a escala de 20 V. Após esta seleção se conecta a ponta de prova Vermelha ao positivo da bateria ou fonte de tensão contínua e a ponta preta ao negativo e o mostrador do multímetro digital indicará a medida.

Para a medição de tensão alternada, realiza-se a mesma prática, para medir, por exemplo, uma tomada na qual não se sabe a tensão, deve-se escolher a escala de 600 V para se certificar de não queimar o aparelho, e caso no mostrador meça uma tensão abaixo de 200 V, reduzir a escala para aumentar a precisão da medição. Alguns modelos do aparelho, dispensam a seleção de escala, são os chamados **Multímetro Digital Auto Range**.



Figura 27: Multímetro Digital Auto Range.

A medição de resistência elétrica é realizada da mesma forma das anteriores com relação a escala, porém sem preocupação de selecionar a escala por segurança, pois neste caso desde que os circuitos estejam desligados, o que é uma premissa para a medição, não corre risco de queima do aparelho.

Medir corrente contínua com um multímetro digital é uma atividade que requer certa prática, pois ao contrário das demais medições, não basta apenas conectar os terminais ao circuito, o multímetro deve passar a fazer parte do circuito, abrindo-se um dos condutores e fazendo que a corrente flua por dentro do aparelho. Neste caso, deve-se sempre observar o limite máximo de corrente suportada por seu Multímetro, pois passar uma corrente acima desta, ocasionará a queima instantânea do aparelho, e é um risco para sua segurança.

Como usar um multímetro digital?

Uma das ferramentas mais importantes na elétrica e na eletrônica é o multímetro. Com ele é possível fazer diversas medições para análises e comprovações. Entretanto, muitos podem não saber utilizar todas as funcionalidades fornecidas por um multímetro.

O multímetro é um instrumento capaz de medir certas grandezas elétricas, sendo as principais: tensão (alternada ou contínua), corrente (alternada ou contínua) e resistência. Além disso, o multímetro é capaz de fazer teste de continuidade, identificar os pinos de um transistor e achar o seu ganho (β).

Medições

Considere as imagens da figura a seguir (*figura 28*) como base para os tópicos em seguida:



Figura 28: Exemplo de multímetro digital.

Teste de continuidade

O teste de continuidade serve para testar a condução de energia elétrica entre dois pontos. Isto é, se dois pontos distintos estão conectados diretamente entre si. Na imagem da chave rotativa acima, ele está representado pelo símbolo do diodo (está na parte inferior da imagem).

Ele é muito útil para verificar se soldamos corretamente um ponto, de modo que verificamos se a solda está em continuidade com o pino soldado. Ou então, para verificar se um cabo está rompido: colocamos uma ponta de prova em um lado do cabo e a outra ponta de prova do outro lado e verificamos a continuidade.

Como fazer: Gire a chave rotativa para a opção do teste de continuidade (normalmente é a opção com símbolo de diodo). Ligue uma ponta de prova no conector COM e outra no conector destinado para o teste. Neste caso é o conector central, mas há multímetros em que existe um conector específico (apresentam um símbolo de diodo no conector).

Feito isso, ligue as pontas de prova no circuito que você quer testar a continuidade. E é só observar o display. No meu caso, o multímetro indica apenas 1 quando não está em continuidade e, caso contrário, indica um valor de resistência.

Tensão

A medição de tensão mede a diferença de potencial elétrico entre dois pontos. Para medir a tensão, medimos em paralelo e é necessário que a resistência interna do multímetro seja infinita. Porque isso evita que qualquer corrente se desvie do circuito principal e entre no multímetro.

Como fazer

Gire a chave rotativa para a opção TENSÃO. Tensões alternadas são na opção ACV e tensões contínuas são na DCA. Observe que existem vários números, que representam as escalas. Então, você deve escolher uma escala que esteja acima do valor que você irá ler, mas também que não seja muito distante desse valor.

Ligue uma ponta de prova no conector COM e outra no conector com o símbolo V. Feito isso, ligue as pontas de prova em paralelo com o elemento que você deseja medir a tensão. Por exemplo, se for um resistor, é só encaixar uma ponta de prova em cada extremidade dele.

No caso de tensões contínuas, a leitura será negativa se o referencial estiver trocado. Isto é, se a ponta de prova positiva (ligada no conector V) estiver em um referencial negativo do circuito. Para fazê-la ficar positiva, é só inverter as pontas de prova.

Medindo corrente

A medição de corrente mede o fluxo de elétrons em um determinado trecho. Para medir a tensão, medimos em série e é necessário que a resistência interna do multímetro seja nula. Porque isso evita qualquer queda de tensão e não atrapalha as medições.

Como fazer: Gire a chave rotativa para a opção do corrente. Correntes alternadas estão na opção ACA e correntes contínuas são na DCA. Observe que existem vários números, que representam as escalas. Então, você deve escolher uma escala que esteja acima do valor que você irá ler, mas também que não seja muito distante desse valor.

Ligue uma ponta de prova no conector COM e outra no conector com o símbolo V (se a corrente medida for menor do que 200mA). Caso a corrente medida for maior que 200mA, ligue a ponta de prova no conector de 10A. Feito isso, ligue as pontas de prova em série com o trecho que você deseja descobrir a corrente. Por exemplo, se for um resistor ligado a uma bateria, é só abrir o circuito em um ponto e encaixar as pontas de prova naquele ponto.

No caso de correntes contínuas, a leitura será negativa se o referencial estiver trocado. Isto é, se a ponta de prova positiva estiver em um referencial negativo do circuito. Para fazê-la ficar positiva, é só inverter as pontas de prova.

Medindo resistência

Gire a chave rotativa para a opção da resistência (símbolo Ω). Observe que existem vários números, que representam as escalas. Então, você deve escolher uma escala que esteja acima do valor que você irá ler, mas também que não seja muito distante desse valor.

Como fazer

Não existe muito mistério, basta conectar as pontas de prova, uma no COM, e outra no conector destinado para medição de resistência. Neste caso é o conector central, mas há multímetros em que existe um conector específico (apresentam um símbolo de Ω). Feito isso, é só conectar as pontas de prova em paralelo com o que você deseja medir.

Conferindo pinos do transistor e medindo

Existem situações em que não temos acesso ao datasheet de algum transistor que estamos trabalhando. Então, utilizamos o multímetro para descobrir qual pino é o coletor, qual é o emissor e qual é a base.

Como fazer

Gire a chave rotativa para a opção hFE. Agora, encaixe o transistor nesta parte (um pino em cada orifício).

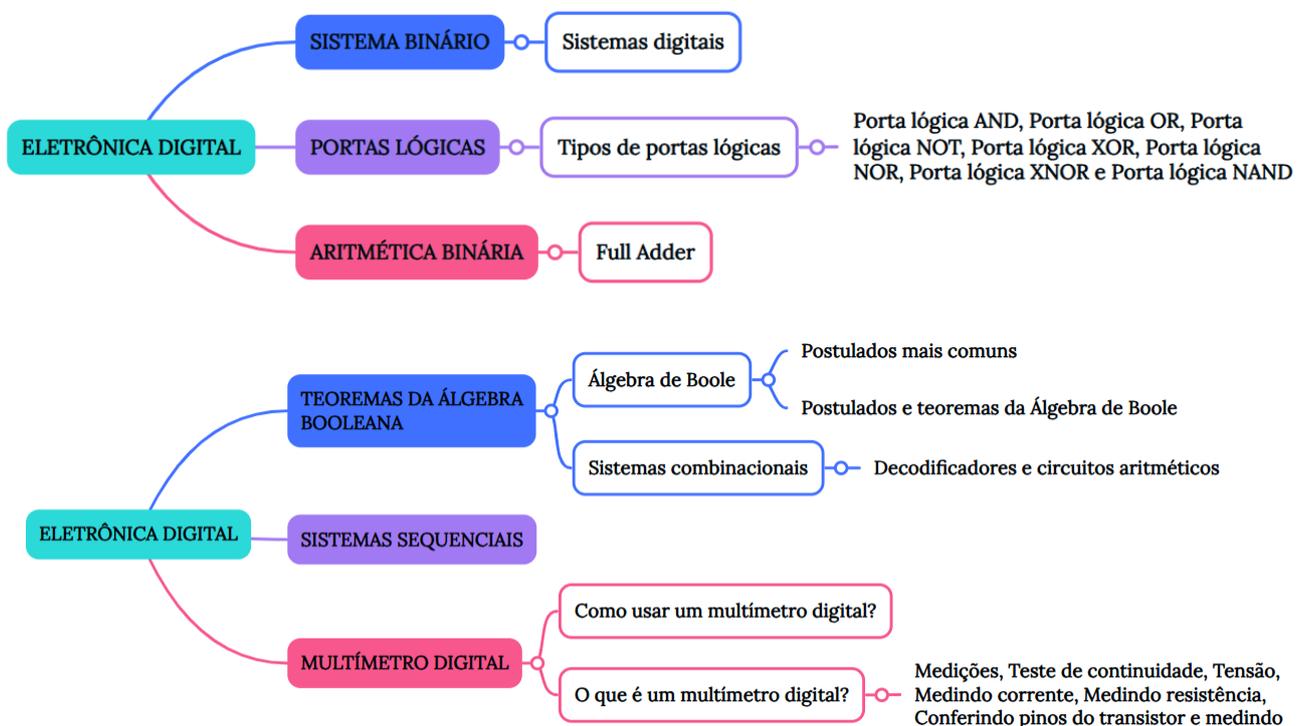
Observe o display, se ele deu um valor diferente de 0 é porque você encaixou o transistor corretamente. Caso contrário, é necessário mudar os pinos de posição até o display mostrar um valor. Depois que ele estiver encaixado corretamente, basta observar as letras indicadas na imagem acima e os pinos encaixados em cada uma. A letra C indica coletor, B base e E emissor. Sendo assim, é só observar qual é seu caso.

OBSERVAÇÕES:

Tudo que foi mencionado já te permite usar todas as principais funções do multímetro. Entretanto, os mais modernos contam com mais utilidades, inclusive mais complexas. Então é bom dar uma lida no manual para entender tudo.

Sessões Especiais

MAPA DE ESTUDO



SÍNTESE DIRETA

1. INTRODUÇÃO

- Estudo de circuitos elétricos para representar, armazenar, transmitir e processar informações.
- Dividida em eletrônica analógica e digital.

2. SISTEMA BINÁRIO

- Base numérica composta por 0 e 1.
- Representa estados elétricos (ligado/desligado, verdadeiro/falso).

3. PORTAS LÓGICAS

- **Função:** Realizar operações com sinais elétricos.
- **Tipos principais:**
 - ✓ **AND:** Saída 1 se todas as entradas forem 1.
 - ✓ **OR:** Saída 1 se pelo menos uma entrada for 1.
 - ✓ **NOT:** Inversora; saída oposta à entrada.
 - ✓ **XOR:** Saída 1 se as entradas forem diferentes.

- ✓ **NOR**: Combina OR com inversão; saída 1 se todas entradas forem 0.
- ✓ **XNOR**: Saída 1 se as entradas forem iguais.
- ✓ **NAND**: Combina AND com inversão; saída 1 se nem todas entradas forem 1.

4. ARITMÉTICA BINÁRIA

- Operações baseadas na lógica binária (adição, subtração, etc.).
- Utilização de **Full Adders** para somar números binários.

5. ÁLGEBRA DE BOOLE

- Conjunto de operadores e postulados matemáticos aplicados a circuitos lógicos.
- Principais postulados:
 - ✓ Fechamento, associatividade, comutatividade, identidade, distributividade e inversão.
- Teoremas importantes:
 - ✓ Absorção, DeMorgan e propriedades distributivas.

6. SISTEMAS COMBINACIONAIS

- Circuitos cuja saída depende unicamente das combinações de entrada no momento.
- Exemplos: decodificadores, multiplexadores, somadores.

7. SISTEMAS SEQUENCIAIS

- Circuitos que armazenam estados anteriores e utilizam memória (latches e flip-flops).
- Comportamento depende de entradas atuais e estados passados.

8. MULTÍMETRO DIGITAL

- Instrumento para medir grandezas elétricas (tensão, corrente, resistência, etc.).
- Usado em testes como:
 - ✓ Continuidade.
 - ✓ Identificação de pinos de transistores.
 - ✓ Medição de tensão e corrente.

MOMENTO QUIZ

1. Preencha as lacunas corretamente na ordem que se pede:

“Em computação cada 0 ou 1 é chamado de _____. Um agrupamento de _____ bits forma um _____”.

- a) Bit, 2, byte.
- b) Bit, 4, byte.
- c) Bit, 8, byte.
- d) Byte, 8, MegaByte.
- e) Bit, 8, MegaByte.

2. Sobre as portas lógicas básicas é CORRETO afirmar:

- a) AND: utiliza como base a soma lógico.
- b) OR: utiliza como base o produto lógico.
- c) NOT: utiliza como base o produto lógico.
- d) AND: utiliza como base o operador de inversão.
- e) OR: utiliza como base a soma lógica.

3. Os postulados mais comuns usados para se formularem várias estruturas algébricas são:

- a) Lei Associativa, Lei Comutativa, Elemento Identidade, Lei Distributiva.
- b) Fechamento, Lei Associativa, Lei Comutativa, Inversa.
- c) Fechamento, Elemento Identidade, Inversa.
- d) Fechamento, Lei Associativa, Lei Comutativa, Elemento Identidade, Inversa, Lei Distributiva.
- e) Lei Associativa, Lei Comutativa, Lei Distributiva.

4. Qual das opções abaixo corresponde ao teorema de DeMorgan aplicado à expressão $(A+B)'(A + B)'(A+B)'$ na Álgebra de Boole?

- a) $A'+B'$.
- b) $A' \cdot B'$.
- c) $A \cdot B$.
- d) $(A \cdot B)$.

5. Um circuito lógico tem duas entradas A e B e utiliza uma porta XOR.

Qual será a saída do circuito nas seguintes condições? $A = 1$, $B = 0$.

- a) 0.
- b) 1.
- c) Não é possível determinar.
- d) Depende de outra entrada.

Gabarito

QUESTÃO	ALTERNATIVA
1	C
2	E
3	D
4	B
5	B

Referências

IODETA, I.; CAPUANO, F. Elementos de eletrônica digital. 39ª ed. São Paulo: Érica, 2007.

TOCCI, R.; WIDMER, N.; MOSS, G. Sistemas digitais: princípios e aplicações. 10ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

LOURENÇO, A; et al. Circuitos digitais. 5ª ed. São Paulo: Érica, 1996.

CAPUANO, F. G. Elementos de Eletrônica Digital. 38ª. São Paulo: Editora Érica.

TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S. Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações. 10ª ed. São Paulo: Prentice Hall.

MALVINO, Albert Paul. Eletrônica Vol. 1. 7ª ed. São Paulo: MCGRAW-HILL BRASIL.

MALVINO, Albert Paul. Eletrônica Vol. 2. 7ª ed. São Paulo: MCGRAW-HILL BRASIL.

US Navy. Curso Completo de Eletrônica. 1ª ed. São Paulo: Hemus.

BOYLESTAD, Robert. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. 8ª ed. São Paulo: Prentice Hall.

SEDRA, Adel S. Microeletrônica. 5ª ed. São Paulo: Prentice Hall.



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.



Ineprotec