

DEE - Departamento de Engenharia Elétrica  
Laboratório de Circuitos Digitais I – ELE 1065

**EXPERIMENTO 3: Circuitos Lógicos Combinacionais**

Obs: Não precisa reescrever o roteiro, basta imprimi-lo e nas folhas seguintes colocar item correspondente fazer o que se pede.

**1 OBJETIVOS**

Projeto e implementação de circuitos lógicos combinacionais a partir de portas lógicas discretas.

**2 Pré-Laboratório:**

Nesta experiência, a maior parte do trabalho estará no pré-lab. Estes circuitos, previamente projetados, serão montados e testados em laboratório.

**Atenção:** Cada grupo deve apresentar o pré-lab completo, caso contrário não poderá fazer o experimento.

Para cada circuito:

- i. Faça tabela-verdade para cada saída;
- ii. Faça os mapas de *Karnaugh* para cada saída;
- iii. Faça a simplificação (**ao máximo**) das funções lógicas, implementando-as com:
  - a) Portas lógicas mais comuns (AND, OR, NOT, etc) de duas entradas.
  - b) Utilizando somente portas lógicas (NAND) de duas entradas.
- iv. Insira corretamente os circuitos correspondentes as funções simplificadas.

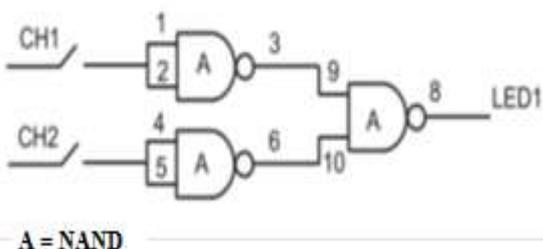


Figura 1a: Circuito com esquema de ligações.

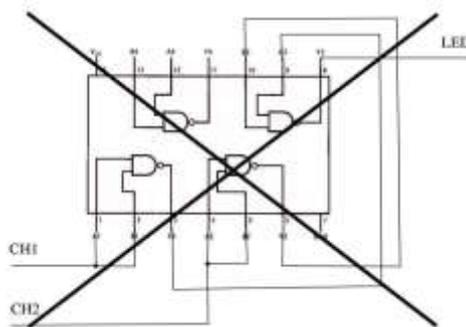
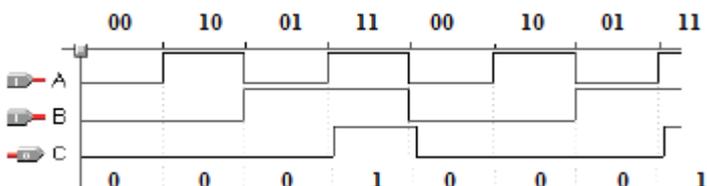


Figura 1b: Como NÃO se deve apresentar o circuito.

**Obs:** Na Figura 1a mostra-se a que deve-se apresentar o circuito durante este curso, representação das portas lógicas e com os pinos enumerados. Na Figura 1b está ilustrada uma maneira **que não** deve-se fazer. Se utilizar diversos CIs, identifique cada um por uma letra, por exemplo, A, B, C, etc. Outra opção é utilizar letras e números para identificar os CIs: U1, U2, etc. Fazer legenda dos CI's, como ilustrado na Figura 1a (A = NAND).

- v. Faça a simulação dos seus circuitos com software adequado, fornecendo as formas de onda de saída dos circuitos. Considere que nas entradas devem ocorrer todas as combinações possíveis.  
(Se achar conveniente pode simular com software adequado e dar um print na tela do resultado, conforme figura abaixo).



## 2.1 Questões

- O que é um circuito combinacional?
- Ao utilizar a técnica do mapa de *Karnaugh*, qual é a estratégia para chegar-se à simplificação da função lógica?

## 2.2 Utilizando portas NAND, faça: o circuito equivalente, a tabela verdade e a simulação das portas.

NOT

AND

OR

## 2.3 Projeto de um alarme de cofre

Uma agência bancária possui um cofre que *só pode ser aberto no horário do expediente* do banco e este horário é controlado por um relógio eletrônico. Durante o expediente, um *interruptor situado na mesa do gerente deve estar desligado* para que o cofre possa ser aberto. Se as condições descritas não forem satisfeitas e mesmo assim o cofre for aberto deve-se soar uma sirene de alarme, ou seja, para não soar o alarme na abertura do cofre, deve-se estar em horário de expediente e com o interruptor desligado.

### Entrada (Sensores)

- Porta do cofre (C = 0 - porta fechada; C = 1 - porta aberta)
- Relógio eletrônico (R = 0 - fora do expediente; R = 1 - horário de expediente)
- Interruptor na mesa do gerente (I = 0 - alarme desativado; I = 1 - alarme ativado)

### Saída (Atuadores)

- Alarme (A): 0 - silencioso, 1 - gerando sinal sonoro.

**Nota:** Utilizar a seguinte sequencia para tabela a verdade: C R I | A

C	R	I	A

→ **Obrigatório fazer a simulação com algum software.**

## 2.4 Projeto de um alarme de carro

Um circuito de alarme de automóvel possui quatro sensores e um atuador sonoro (sirene).

### Entrada (Sensores)

- Porta (P = 0 - para porta fechada; P = 1 - para porta aberta)
- Motor (M = 0 - para motor desligado; M = 1 - para motor ligado)
- Faróis (F = 0 - para faróis apagados; F = 1 - para faróis acesos)
- Cinto de segurança (C = 0 - sem o cinto; C = 1 - com o cinto)

### Saída (Sirene)

- Sinal sonoro (S = 0 - Sirene desligada; S = 1 - Sirene ligada)

### Lógica do projeto:

Projete o circuito para que a sirene seja ativada em qualquer uma das situações a seguir:

- Faróis estão acesos e o motor está desligado;
- Porta do motorista está aberta e o motor está ligado;
- Porta está fechada, motor ligado e o motorista não estiver usando o cinto de segurança.

**Nota:** Utilizar a seguinte sequencia para a tabela : P M F C | S

→ **Obrigatório fazer a simulação com algum software.**

## 2.5 Projeto de bombas para encher reservatórios

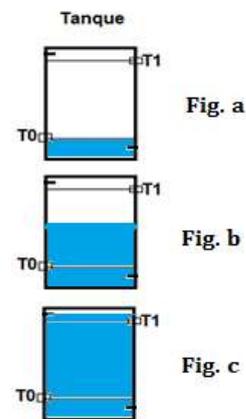
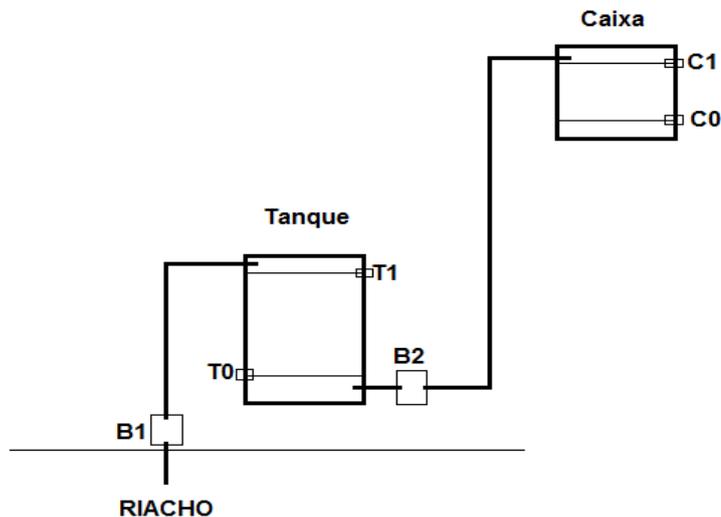
Uma bomba d'água (B1) drena água de um riacho até um tanque. Uma bomba (B2) drena água do tanque para uma caixa d'água. Ambos, o tanque e a caixa d'água, possuem dois sensores de níveis cada um:

### Entrada (Sensores)

- T0 (sensor de nível inferior) e T1 (sensor de nível superior) → tanque;
- C0 (sensor de nível inferior) e C1 (sensor de nível superior) → a caixa d'água.

Terá **nível lógico 0** se o nível de água estiver abaixo do sensor e **nível lógico 1** se o nível estiver acima, por exemplo:

- ✓ Tanque vazio →  $T0 = T1 = 0$  (Fig. a)
- ✓ Tanque com nível intermediário →  $T0 = 1$  e  $T1 = 0$  (Água acima de T0 e abaixo de T1) (Fig. b)
- ✓ Tanque cheio →  $T1 = T2 = 1$  (Fig. c)



### Saída (Atuadores)

- B1 Bomba para encher o tanque;
- B2 Bomba para encher a caixa d'água.

Terá **nível lógico 0** se a bomba estiver desligada e **nível lógico 1** se a bomba estiver ligada, por exemplo:

- ✓ Bomba 1 desligada →  $B1 = 0$
- ✓ Bomba 1 ligada →  $B1 = 1$

### Lógica do projeto:

- A bomba B1 serve para manter o tanque cheio, portanto deve estar ligada se a água estiver abaixo do nível T1, e desligada se chegar ao nível T1.
- A bomba B2 funciona da mesma forma para manter a caixa d'água sempre cheia, entretanto, *não poderá funcionar caso o nível do tanque for crítico* (vazio ou abaixo de T0).
- Se a combinação dos sensores for impossível ( $T0=0$  e  $T1=1$ ) ( $C0=0$  e  $C1=1$ ), sensor superior dizendo que está cheio e inferior dizendo que está vazio, as duas bombas devem ser imediatamente desligadas ( $B1=0$  e  $B2=0$ ), independente de qualquer outra situação, e uma luz deve acender indicando a situação de erro ( $E=1$ ). Em caso de normalidade  $E=0$ .

**Nota:** Utilizar na teoria seguinte sequencia para a tabela verdade:

T0	T1	C0	C1	B1	B2	E
----	----	----	----	----	----	---

Montar em um único circuito as saídas B1, B2 e E.

→ **Obrigatório fazer a simulação com algum software.**

- **Sugestão:** Inicie a preencher a tabela pelo terceiro item (quando ocorre o erro), depois o segundo item (bomba 2) e por fim o primeiro item (bomba 1).

## 3 PARTE EXPERIMENTAL

3.1. Montar os circuitos de acordo com os projetos. Monte um circuito por vez, para facilitar a depuração. Ligue as entradas nas chaves e as saídas nos LEDs. (**Não precisa montar os circuitos com NAND**)

3.2. Testar com todas as combinações possíveis, verificando a tabela-verdade. Mostre os resultados ao professor/técnico.