

PARTE B PRÁTICA

Arguição: _____

Relatório: _____

- **Exercícios:** faça-os com antecedência ANTES DA AULA.
- **Anotações:** devem ser feitas DURANTE A AULA.
- □ : passos das atividades – para não se perder, MARQUE-AS depois de completá-las

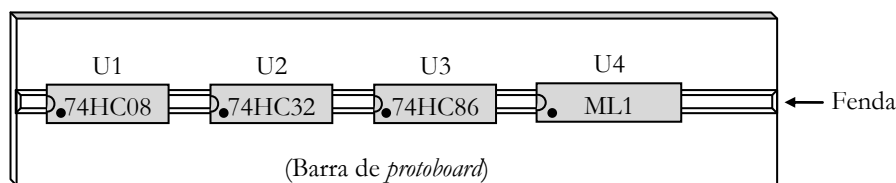
Nome: _____ n. USP: _____ Turma: _____

Colega de equipe (Nome / n. USP): _____

Bancada: _____ Data: _____ Hora de início: _____

Preparação: insira no *protoboard* do painel XLA os CIs que usaremos nesta experiência, como mostra a Figura 1.18.

Da esquerda para a direita: 74HC08, 74HC32, 74HC86 e ML1 (identificado com uma etiqueta). Deixe algumas trilhas de ESPAÇO entre eles.

Figura 1.18 Disposição dos componentes no *protoboard*.

Atividade 1 Níveis lógicos

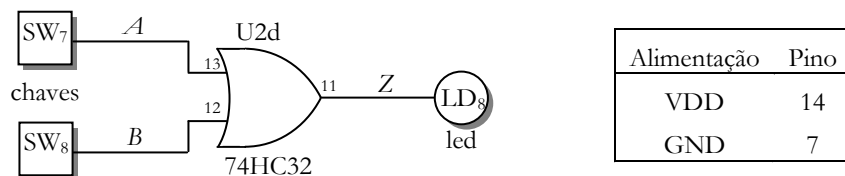
Objetivo: observar os níveis de tensão de saídas em estado *L* e *H*. Para isso, vamos medir as tensões de entrada e de saída da quarta porta do 74HC32, usando o circuito mostrado na Figura 1.19.

Figura 1.19 Circuito para medidas de tensão de entrada e saída de uma porta lógica.

- ☐ Monte o circuito no *protoboard* do painel XLA. COMECE conectando GND e VDD (esquecimento frequente).
- ☐ Conecte o plugue da fonte de 5 V no conector de alimentação no painel XLA e ligue a fonte numa tomada de **127 V** da bancada. NÃO USE a tomada da parede!

Exercício 1 Anote o valor nominal da tensão de alimentação (V_{DD}) que usaremos nesta experiência e determine os limites de tensão dos níveis lógicos *L* e *H* nos circuitos CMOS.

VDD nominal (V)	Nível Lógico	Mínimo (V)	Máximo (V)
	<i>L</i>		
	<i>H</i>		

- ☐ Meça a tensão de alimentação do CI – ou seja, entre os pinos 14 (VDD) e 7 (GND) e anote na tabela a seguir. LEMBRE-SE: use multímetro em modo DC!
- ☐ Teste a porta OR: para ambas entradas em *L* a saída deve ficar em *L*; qualquer entrada em *H*, saída em *H*. LEMBRE-SE: chave para frente = *L*; chave para trás = *H*.

- ☐ Meça as tensões dos sinais A , B (entradas) e Z (saída) nas situações indicadas na tabela a seguir.

Anotação 1a Anote a tensão de alimentação e verifique se está compatível com o esperado. Anote também as tensões nas entradas e na saída com as chaves das entradas A e B nos estados dados na tabela. Indique o nível lógico correspondente à tensão de saída medida: L , H ou *indefinido* (i.e., fora das faixas calculadas no Exercício 1).

VDD (p. 14) tensão (V)	A (SW7)	B (SW8)	A pino 13 (V)	B pino 12 (V)	Z pino 11 (V)	Z Nível lógico
	L	L				
	H	H				

Anotação 1b Os níveis lógicos observados na saída correspondem aos esperados? Justifique.

- ☐ **NÃO DESMONTE** o circuito! Vamos usá-lo novamente.

Atividade 2 Entrada em alta impedância

Objetivo: constatar que não se pode garantir o nível lógico em entradas deixadas em aberto (em alta impedância). Para isso, vamos medir agora a tensão que existe em uma entrada deixada EM ABERTO.

- ☐ No circuito anterior, deixe a entrada A em aberto como mostra a Figura 1.20 (remova o cabinho do pino 13).

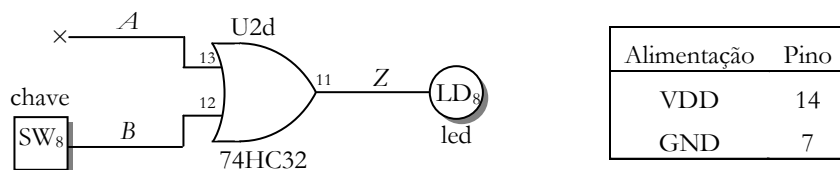


Figura 1.20 Porta lógica com entrada em aberto.

Exercício 2 Com uma das entrada em alta impedância, qual deverá ser o nível lógico (L ou H) de saída com a outra entrada nas situações testadas – L e H ? Justifique.

A	B	Z
aberta	L	
aberta	H	

- ☐ Meça a tensão na entrada em aberto (pino 13) com a entrada B em L e H , e observe a saída Z (no LED8)

Anotação 2a Anote as tensões medidas na entrada A e o nível lógico correspondente às tensões: L , H ou *indefinido*. Anote também o nível lógico de saída observado no led. Os níveis lógicos de saída são compatíveis com os previstos no exercício anterior? Justifique. Se não forem, o que pode estar acontecendo?

B (SW8)	A (em aberto) tensão (V)	Nível lógico	Z (LED8)
L			
H			

Anotação 2b Mostre suas anotações e conclusões para o professor. Anote a hora atual: _____

- ☐ Desconecte a fonte da tomada. Retire os cabinhos, mas **MANTENHA o CI** no *protoboard*.

Atividade 3 Saída s_i

Objetivo: montar e testar o circuito do bit de soma s_i do somador completo de um bit usando o 74HC86 (U3).

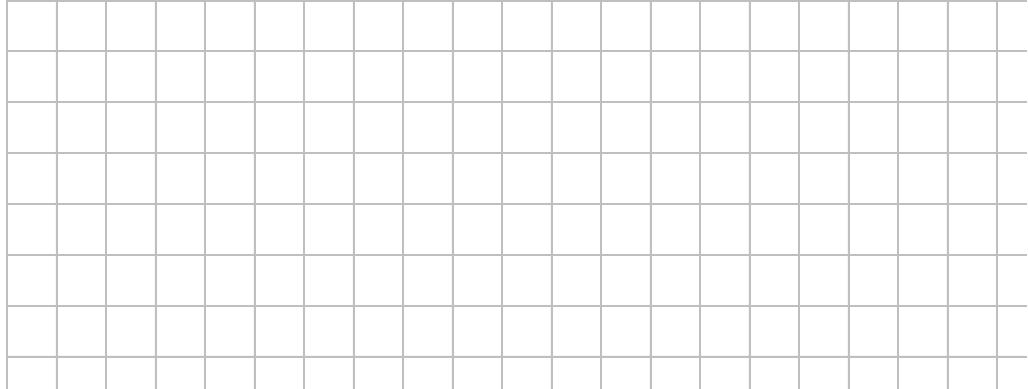
A função a ser implementada é $s_i = a_i \oplus b_i \oplus c_i$ (XOR entre os três sinais de entrada). Como as portas do 74HC86 possuem apenas duas entradas, conecte dois sinais a uma das portas e use uma segunda porta para fazer o XOR entre o resultado anterior e o terceiro sinal. Por exemplo,

$$g = a_i \oplus b_i \text{ e } s_i = g \oplus c_i. \quad (1.13)$$

Exercício 3 Faça A MÃO LIVRE o diagrama lógico (DL) **completo** do circuito de s_i segundo as expressões 1.13 usando um 74HC86. Ligue as entradas às chaves e a saída ao led indicados na tabela abaixo. Numere pinos e portas; identifique os componentes usados; inclua as chaves e o led de saída, etc. Para numerar os pinos e as portas do CI, consulte o *datasheet* anexo. Cuidado ao desenhar as portas lógicas: a porta XOR tem entrada curva e saída pontiaguda!

Entradas	Chaves
a_i	SW1
b_i	SW2
c_i	SW3

Saída	Led
s_i	LD2



Exercício 4 Conclua a tabela da verdade completa do circuito de s_i , determinando o valor da saída de cada porta para cada combinação possível das entradas a_i , b_i e c_i . Na primeira linha, preencha o número dos pinos (p).

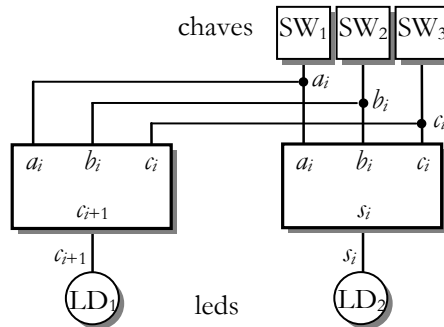
a_i	b_i	c_i	$g = a_i \oplus b_i$	$s_i = g \oplus c_i$
U3 p__	U3 p__	U3 p__	U3 p__	U3 p__
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

Anotação 3a Indique qual dos projetos da equipe foi escolhido para ser montado:

- ☐ Monte no *protoboard* do painel XLA o circuito s_i . NÃO MONTE sem ter feito os exercícios antes!
LEMBRE-SE: comece pelos pinos VDD e GND do componente!
- ☐ Conecte a fonte do painel na tomada e teste. Para agilizar, teste de forma **funcional**:
Combinações de entradas a_i b_i c_i com paridade PAR devem APAGAR o led;
Combinações com paridade IMPAR devem ACENDER.

Anotação 3b Anote as oito combinações de entrada agrupadas por paridade (par ou ímpar). Para cada grupo, anote a saída s_i resultante (0 ou 1). O circuito funciona conforme o esperado? JUSTIFIQUE.

Paridade	a_i b_i c_i	a_i b_i c_i	a_i b_i c_i	a_i b_i c_i	s_i
Par					
Ímpar					

Figura 1.21 Somador completo implementado pelos circuitos de s_i e c_{i+1} .

- ☐ Ligue a fonte na tomada e teste. Os circuitos de s_i (montado anteriormente) e de c_{i+1} devem funcionar CONJUNTAMENTE, mostrando nos leds a soma em binário das entradas a_i b_i c_i .

Anotação 4b Anote as oito combinações de entrada agrupadas pelo NÚMERO DE BITS iguais a 1 (0, 1, 2 ou 3 bits). Para cada grupo, anote as saídas c_{i+1} e s_i resultantes. O circuito funciona conforme o esperado? JUSTIFIQUE

Nº de “uns”	a_i b_i c_i			c_{i+1}	s_i
0					
1					
2					
3					

Anotação 4c Mostre o circuito funcionando para o professor. Anote a hora atual: _____.

- ☐ **NÃO DESMONTE** o circuito! Desligue a fonte da tomada.

Atividade 5 Somador *Ripple-Carry*

Objetivo: Fazer o cascadeamento *ripple-carry* de dois somadores completos de um bit.

O componente multilógica ML1 (U4) é um CI de 18 pinos e implementa internamente dois somadores independentes de um bit (agradecemos ao Prof. Jun Okamoto por nos ajudar a configurar o ML1). A Figura 1.22 ilustra como os somadores estão conectados aos pinos.

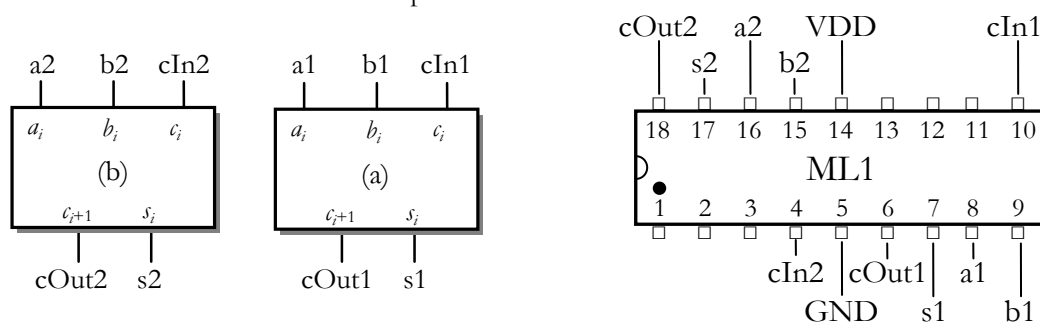
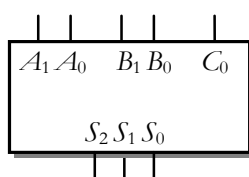


Figura 1.22 Somadores e pinagem do componente ML1

Usando esse componente, você deve construir o circuito mostrado Figura 1.23, que faça a soma binária de duas palavras de dois bits cada – $A[1:0]$ e $B[1:0]$, mais o bit de *carry-in* C_0 , gerando os três bits de saída $S[2:0]$.



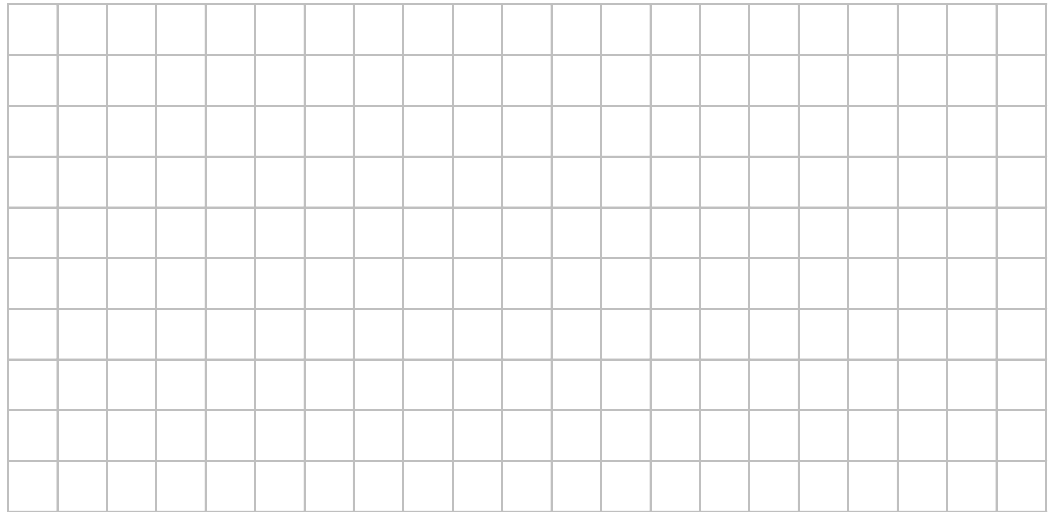
C_0	A_1	A_0	B_1	B_0	S_2	S_1	S_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	1
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 1.23 Somador completo de dois bits e sua tabela da verdade (resumida)

Exercício 7 Faça A MÃO LIVRE o diagrama lógico (DL) do somador completo de dois bits usando o CI ML1. Represente o circuito de forma HIERÁRQUICA: os somadores de um bit são representados com símbolos lógicos (*caixas pretas*) e do lado de fora dos símbolos devem ser escritos os nomes dos sinais. Ligue as entradas e as saídas às chaves e leds indicados na tabela abaixo. Numere pinos e portas; identifique os componentes usados; inclua as chaves e os leds, etc.

Entradas	Chaves
A_1	SW4
B_1	SW5
A_0	SW6
B_0	SW7
C_0	SW8

Saídas	Leds
S_2	LD6
S_1	LD7
S_0	LD8



Anotação 5a Indique qual dos projetos da equipe foi escolhido para ser montado:

- ☐ Monte o circuito do somador completo de dois bits. NÃO MONTE sem ter feito o diagrama antes!
ATENÇÃO: alimentação VDD no pino 14, e GND no pino 5! Cuidado para não invertê-los!
- ☐ Teste fazendo (pelo menos) as somas com as entradas indicadas a seguir.

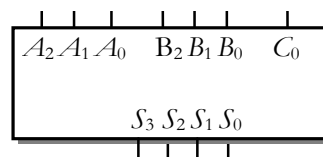
Anotação 5b Complete a tabela abaixo, mostrando como representar as parcelas A e B (dadas em decimal) nas chaves SW[4:1]. Anote o valor das saídas $S_2S_1S_0$ observadas e o resultado correspondente em decimal.

	A (decimal)	B (decimal)	C_0 SW ₀	A_1 SW ₄	B_1 SW ₅	A_0 SW ₆	B_0 SW ₇	S_2 LD ₆	S_1 LD ₇	S_0 LD ₈	S (decimal)
<i>exemplo</i>	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	2
	2	1	0								
	2	1	1								
	1	2	0								
	1	2	1								
	3	3	0								
	3	3	1								

Anotação 5c Mostre o circuito funcionando para o professor. Anote a hora atual: _____.

Atividade 6 (Opcional) Somador de três bits

Construa o somador de duas palavras de três bits esquematizado na figura abaixo. Para isso, faça o cascadeamento do somador de 2 bits da atividade anterior com o somador de 1 bit que você montou.



Exercício 8 (Opcional) Faça o diagrama lógico (DL) do somador completo de três bits. Represente o circuito do seu somador (de 1 bit) pelo símbolo lógico (não desenhe-o com portas lógicas). Conecte as entradas e as saídas às mesmas chaves e leds que foram usados nas atividades anteriores.

☐ Monte o somador projetado no exercício anterior.

Anotação 6a Mostre o circuito funcionando para o professor. Anote a hora atual: _____.

Atividade 7 Finalização

Deixe a bancada em ordem. Falhas nesse procedimento serão penalizadas.

- ✓ Se você encontrou um CI pifado, **NÃO DEVOLVA** à caixinha. Entregue-o ao professor.
- ✓ Preencha uma **Comunicação de Defeito** para cada equipamento ou acessório que estiver com problema.
- ✓ Equipamentos grandes (fontes, osciloscópio) com defeito devem ser deixados na própria bancada.
- ✓ Multímetro, placa, cabos e outros acessórios com defeito devem ser entregues ao professor.

☐ **NÃO REMOVA** o componente **ML1** (U4). Deixe-o inserido no *protoboard*.

☐ Remova os demais CIs **COM CUIDADO**. Use uma tampa de caneta BIC ou as pontas do multímetro. Levante o CI aos poucos, **UM LADO DE CADA VEZ** para não entortar os pinos.

☐ *Check list*: verifique cada um dos itens abaixo.

- ☐ **Componentes** Guarde os CIs **nos espaços corretos** da caixa (cheque os códigos). Estão todos lá?
- ☐ **Cabinhos** Guarde todos os cabinhos na caixa. Há algum esquecido na mesa ou caído no chão?
- ☐ **Placa XLA e fonte** Coloque a placa no plástico antiestático e guarde na caixa **com sua fonte**?
- ☐ **Equipamentos** Verifique se estão todos desligados.
- ☐ **Multímetro** Desligado e com os cabos das pontas de prova arrumados. Deixe-o no tampo inferior da bancada, para que possamos conferir facilmente se está desligado.
- ☐ **Empréstimos** Se usou alguma coisa de outra bancada, devolva e liste: _____
- ☐ **Defeitos** Se encontrou algum defeito, preencha a Comunicação de Defeito e liste:

☐ **Limpeza** Limpe a bancada