



Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Joao Vitor Azevedo Marciano 743554

Lorhan Sohaky de Oliveira Duda Kondo 740951

Experimento 02 - Implementação de um meio-somador e uso de um display de 7 segmentos como dispositivo de saída

São Carlos - SP

2017

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Joao Vitor Azevedo Marciano 743554

Lorhan Sohaky de Oliveira Duda Kondo 740951

**Experimento 02 - Implementação de um meio-somador e
uso de um display de 7 segmentos como dispositivo de
saída**

Orientador: Fredy João Valente

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

Departamento de Computação

Ciência da Computação

Laboratório de Circuitos Digitais

São Carlos - SP

2017

Lista de ilustrações

Figura 1 – Ilustração de um meio somador.	8
Figura 2 – Resultado da simulação da etapa 1.	10
Figura 3 – Teste do circuito rodando na placa, no intervalo de 0-5.	11
Figura 4 – Teste do circuito rodando na placa, no intervalo de 6-9.	12
Figura 5 – Resultado da simulação da etapa 2.	12
Figura 6 – Teste do circuito rodando na placa.	13

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tabela verdade utilizada para chegar na expressão de cada um dos segmentos.	7
Tabela 2 – Tabela verdade de um meio somador.	8

Lista de abreviaturas e siglas

FPGA *Field Programmable Gate Array* - Arranjo de Portas Programáveis em Campo

Sumário

1	RESUMO	6
2	DESCRÍÇÃO DA EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO	7
2.1	ETAPA 1 – Display de 7 segmentos	7
2.2	ETAPA 2 – Meio-somador 1 bit	8
2.3	ETAPA 3 – Meio-somador 4 bits	9
3	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DO EXPERIMENTO	10
3.1	ETAPA 1 – Display de 7 segmentos	10
3.2	ETAPA 2 – Meio-somador 1 bit	12
3.3	ETAPA 3 – Meio-somador 4 bits	13
4	ANÁLISE CRÍTICA E DISCUSSÃO	14
4.1	ETAPA 1 – Display de 7 segmentos	14
4.2	ETAPA 2 – Meio-somador 1 bit	14
4.3	ETAPA 3 – Meio-somador 4 bits	14
APÊNDICES		15
APÊNDICE A – IMAGEM DO CIRCUITO PARA A REPRESENTAÇÃO DE UM NÚMERO DE 4 <i>BITS</i> EM UM DISPLAY DE 7 SEGMENTOS		16
APÊNDICE B – CIRCUITO DO MEIO-SOMADOR DE UM 1 <i>BIT</i>		18
APÊNDICE C – IMAGEM DO CIRCUITO DO MEIO-SOMADOR DE 4 <i>BITS</i>		21
ANEXOS		23
ANEXO A – <i>DATASHEET</i> DO COMPONENTE 7449		24

1 Resumo

O experimento tem o objetivo de entender como implementar um meio-somador e 4 bits. Para tal, dividiu-se o experimento em 3 (três) etapas para facilitar o aprendizado.

A primeira etapa é para entender como utilizar um display de 7 (sete) segmentos, como dispositivo de saída do circuito, e como implementar algo similar ao componente TTL 7449¹.

A segunda etapa serve para entender como implementar um meio-somador de 1 (um) *bit* utilizando somente portas NAND e a saída sendo apresentada em um display de 7 (sete) segmentos e um LED para sinalizar que seria necessário mais um dígito para representar o resultado da operação.

A terceira etapa tem o objetivo de implementar um meio-somador de 4 (quatro) *bits*, tendo a saída apresentada em dois display de 7 (sete) segmentos.

¹ Para mais detalhes sobre o TTL 7449 acesse o [Apêndice A](#).

2 Descrição da execução do experimento

Para a realização deste experimento, foram utilizados o programa Quartus 13.0 SP 1 e a placa *Field Programmable Gate Array* - Arranjo de Portas Programáveis em Campo (FPGA) Cyclone II - EP2C20F484C7.

2.1 ETAPA 1 – Display de 7 segmentos

Para representar um número de 4 bits na placa, utilizou-se 4 *switch*, cada um representando um bit do número. Como um segmento do *display* pode ser acendido em mais de um número, montou-se uma expressão lógica para cada segmento do *display*.

Tabela 1 – Tabela verdade utilizada para chegar na expressão de cada um dos segmentos.

A (SW[4])	B (SW[3])	C (SW[2])	D (SW[1])	Saída em base decimal
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9

Para o segmento 0 montou-se a expressão

$$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot \overline{D}$$

para o segmento 1 montou-se a expressão

$$\overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot D + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot \overline{D}$$

para o segmento 2 montou-se a expressão

$$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C \cdot \overline{D}$$

para o segmento 3 montou-se a expressão

$$\overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot D$$

para o segmento 4 montou-se a expressão

$$\overline{A} \cdot D + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} + \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D$$

para o segmento 5 montou-se a expressão

$$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot D + \overline{A} \cdot C \cdot D + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C$$

para o segmento 6 montou-se a expressão

$$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot D$$

Com tais expressões, montou-se o circuito conforme o [Apêndice A](#). Depois foram realizadas simulações e execução do circuito na placa FPGA.

2.2 ETAPA 2 – Meio-somador 1 bit

A operação aritmética mais simples é a soma de dois dígitos binários. Um circuito combinacional que implementa a adição de dois bits é chamado de meio-somador (half adder ou HAD). A [Figura 1](#) ilustra um esquema de entradas e saída de um meio-somador. Um meio-somador de 1 bit deve respeitar a [Tabela 2](#).

Figura 1 – Ilustração de um meio somador.



Tabela 2 – Tabela verdade de um meio somador.

A	B	S (soma)	CarryOut
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

O circuito deve guardar o *CarryOut* (o “vai um”) da soma, representando sua existência ou ausência através de um LED, ligando-o quando houver o carry, e mantendo-o desligado quando o carry não ocorrer.

A representação esquemática do circuito pode ser encontrada no [Apêndice B](#).

2.3 ETAPA 3 – Meio-somador 4 bits

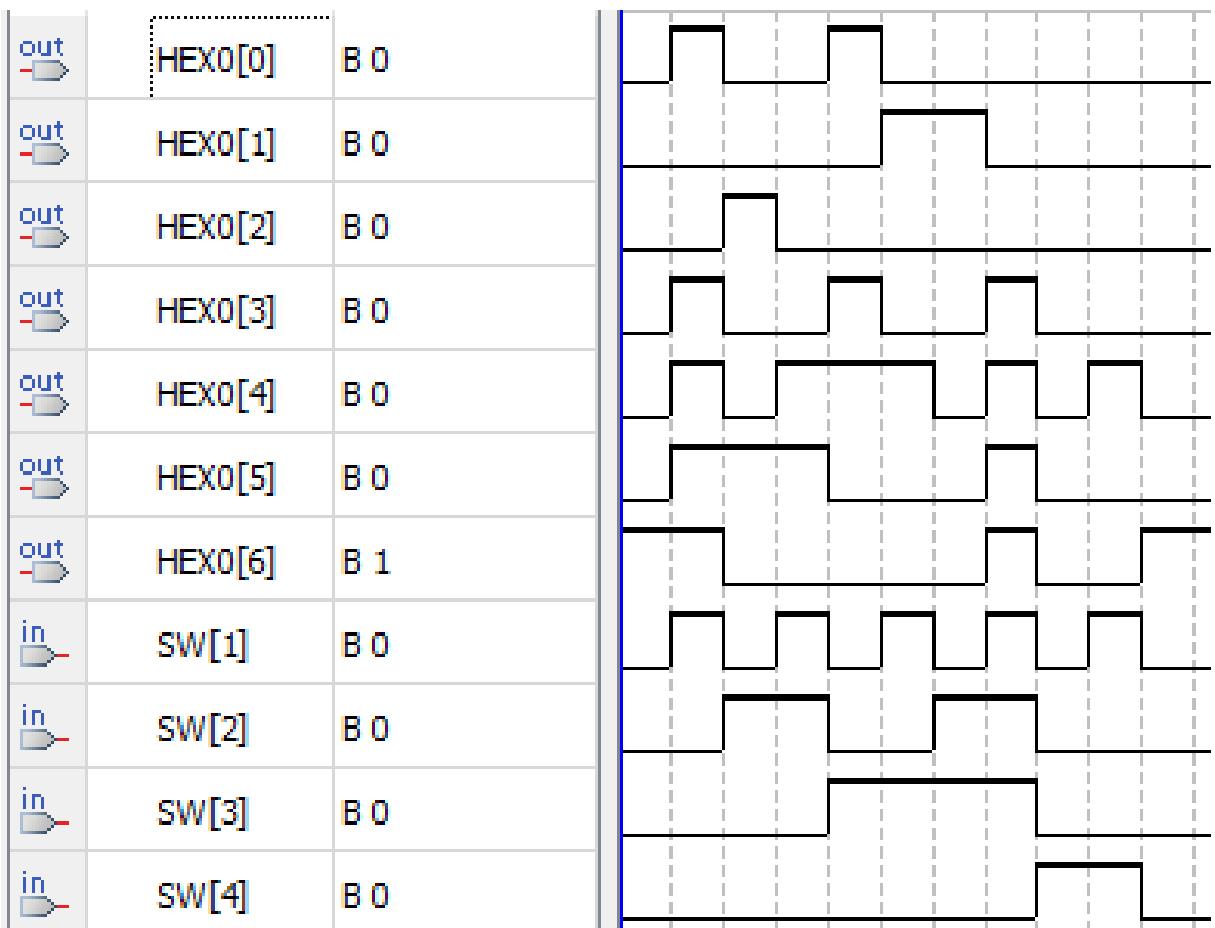
Foi montado o somador completo, ou seja, levando em consideração o "vai um", depois fez-se os testes. Por fim, dividiu-se o resultado em dois display conforme o [Apêndice C](#).

3 Avaliação dos resultados do experimento

3.1 ETAPA 1 – Display de 7 segmentos

Verificou-se, para todos os casos de entrada, que o valor previsto pela Tabela 1 como saída era válido, demonstrando sucesso na implementação do experimento. Isso pode ser visualizado tanto pela simulação, como na execução na placa.

Figura 2 – Resultado da simulação da etapa 1.



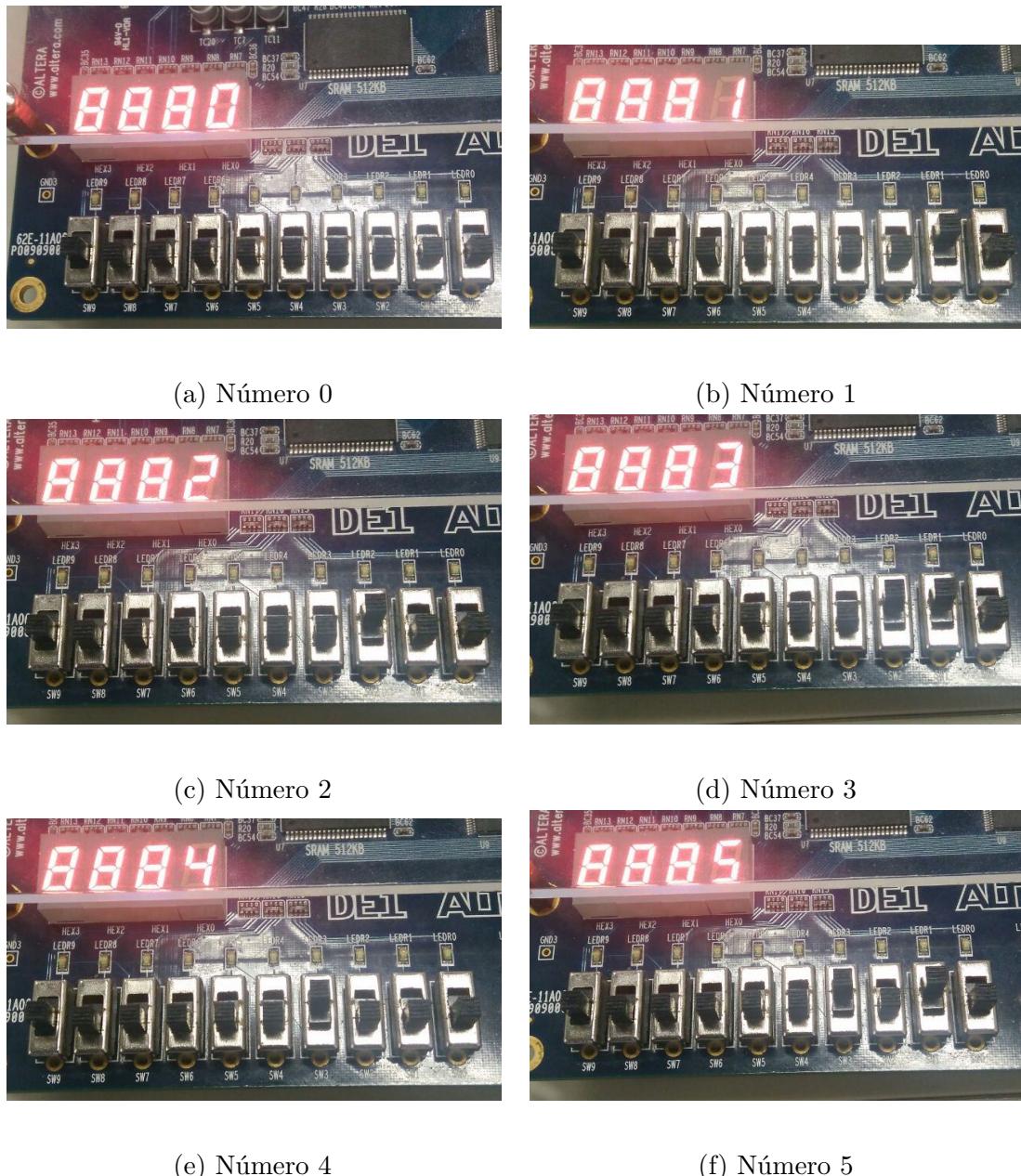


Figura 3 – Teste do circuito rodando na placa, no intervalo de 0-5.

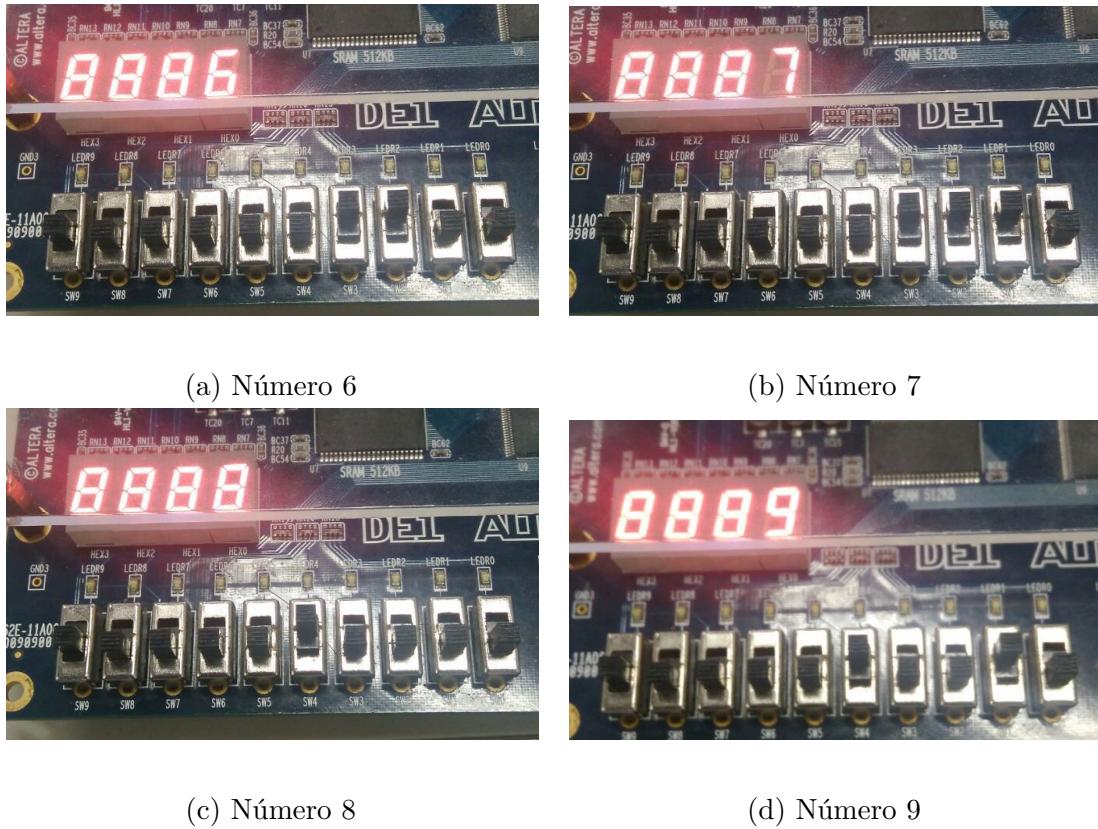
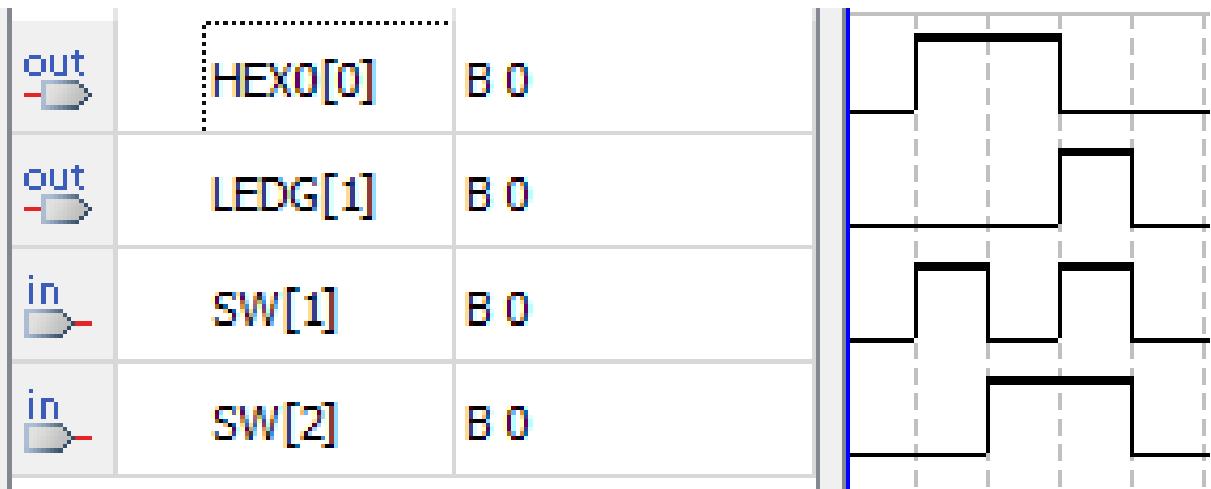


Figura 4 – Teste do circuito rodando na placa, no intervalo de 6-9.

3.2 ETAPA 2 – Meio-somador 1 bit

Na etapa 2, o experimento demonstrou os resultados esperados, de acordo com a Tabela 2.

Figura 5 – Resultado da simulação da etapa 2.



Após o deploy na placa no kit DE1, o kit educacional da Altera, o circuito apresentou os resultados esperados, representando o resultado da soma no display de 7 segmentos

HEX0 , e indicando a presença de um *carry* ou não, através do LEDG[1], conforme Figura 6.

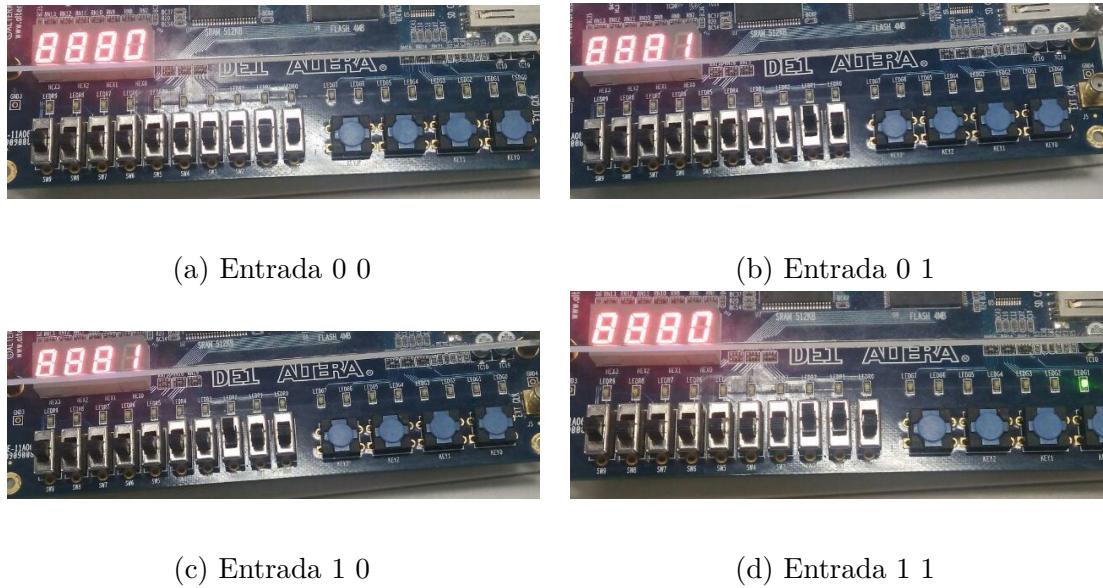


Figura 6 – Teste do circuito rodando na placa.

Veja o circuito no [Apêndice B](#).

3.3 ETAPA 3 – Meio-somador 4 bits

4 Análise crítica e discussão

4.1 ETAPA 1 – Display de 7 segmentos

Teve-se dificuldade para entender que era necessário criar um circuito para para cada segmento do display e na leitura do resultado da simulação.

4.2 ETAPA 2 – Meio-somador 1 bit

Teve-se dificuldade de como implementar o meio-somador utilizando apenas as portas NAND.

4.3 ETAPA 3 – Meio-somador 4 bits

Teve-se dificuldade para dividir o resultado em dois *display*.

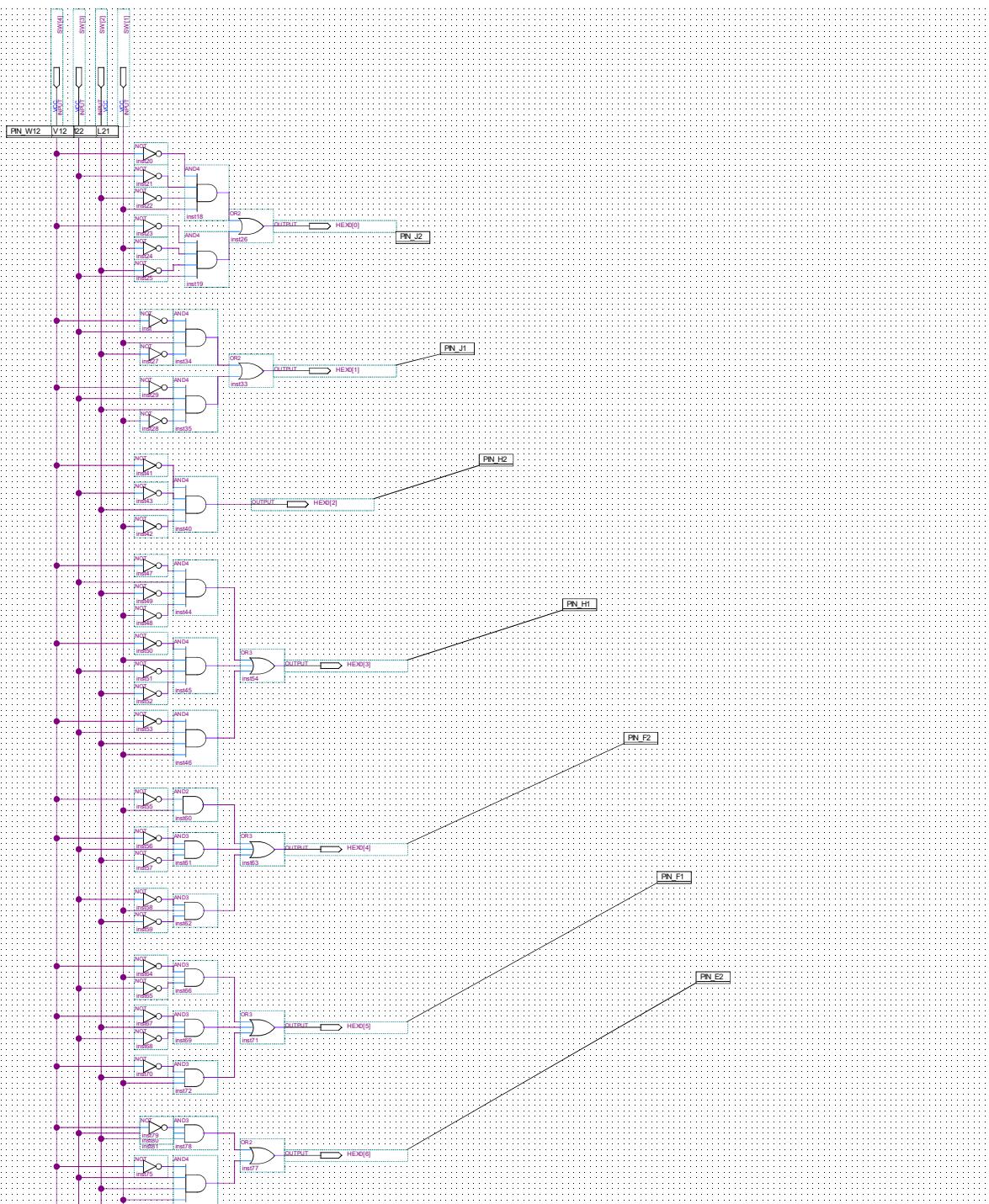
Apêndices

APÊNDICE A – Imagem do circuito para a representação de um número de 4 *bits* em um display de 7 segmentos

Date: October 16, 2017

Etapas1.bdf

Project: Etapa1

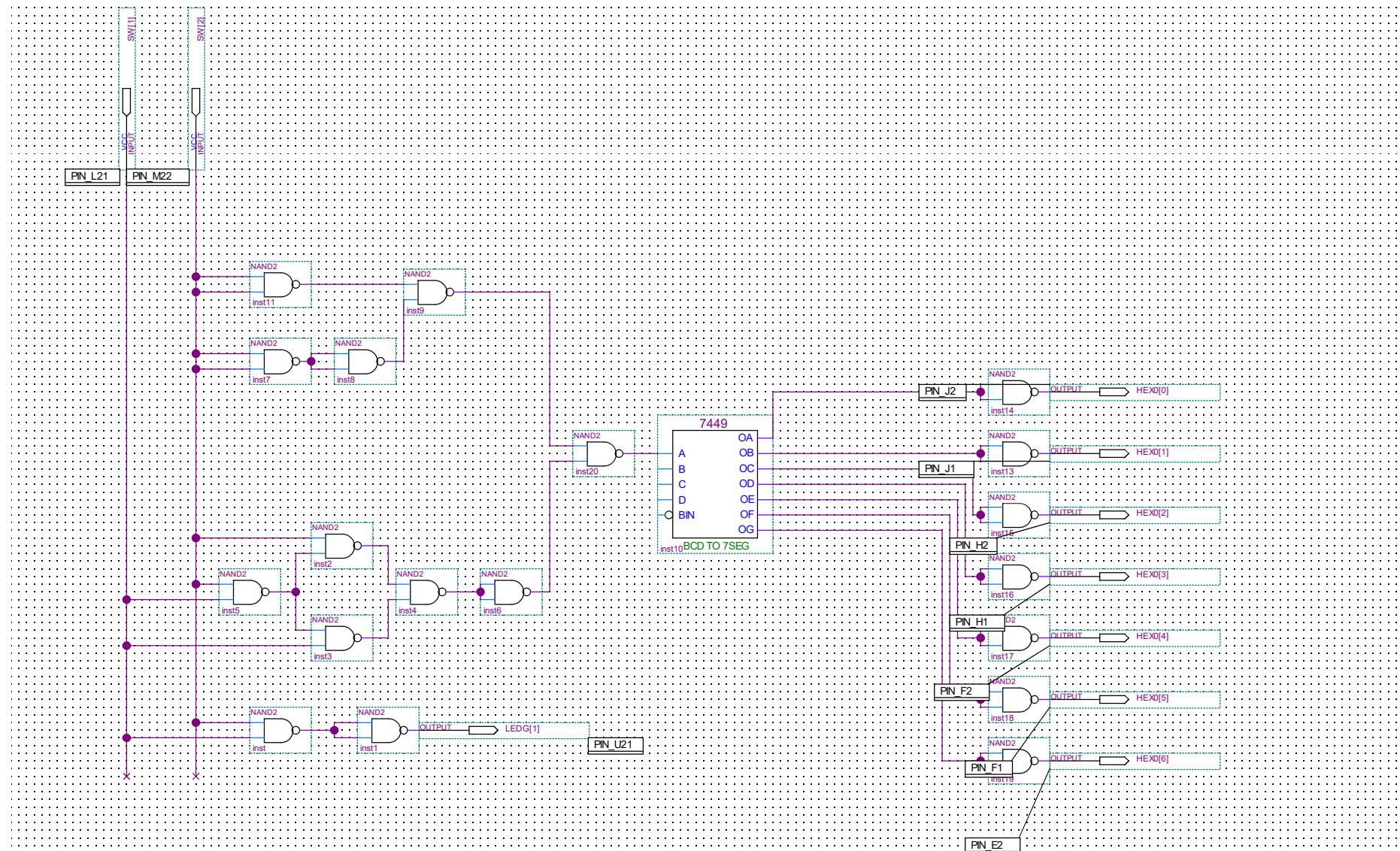


APÊNDICE B – Circuito do meio-somador de um 1 *bit*

Date: October 16, 2017

Etapa2.bdf

Project: Etapa2



Nota: Este diagrama esquemático, diferente do anterior, já foi feito utilizando exclusivamente portas NAND, não sendo necessária qualquer metodologia de conversão. O circuito utilizado, o TTL 7449¹, apenas substitui aqui o circuito criado para a implementação da etapa anterior, respeitando as expressões do item 2.1. É só um circuito já conhecido que cumpre a mesma função que o que foi criado para aquela etapa do experimento.

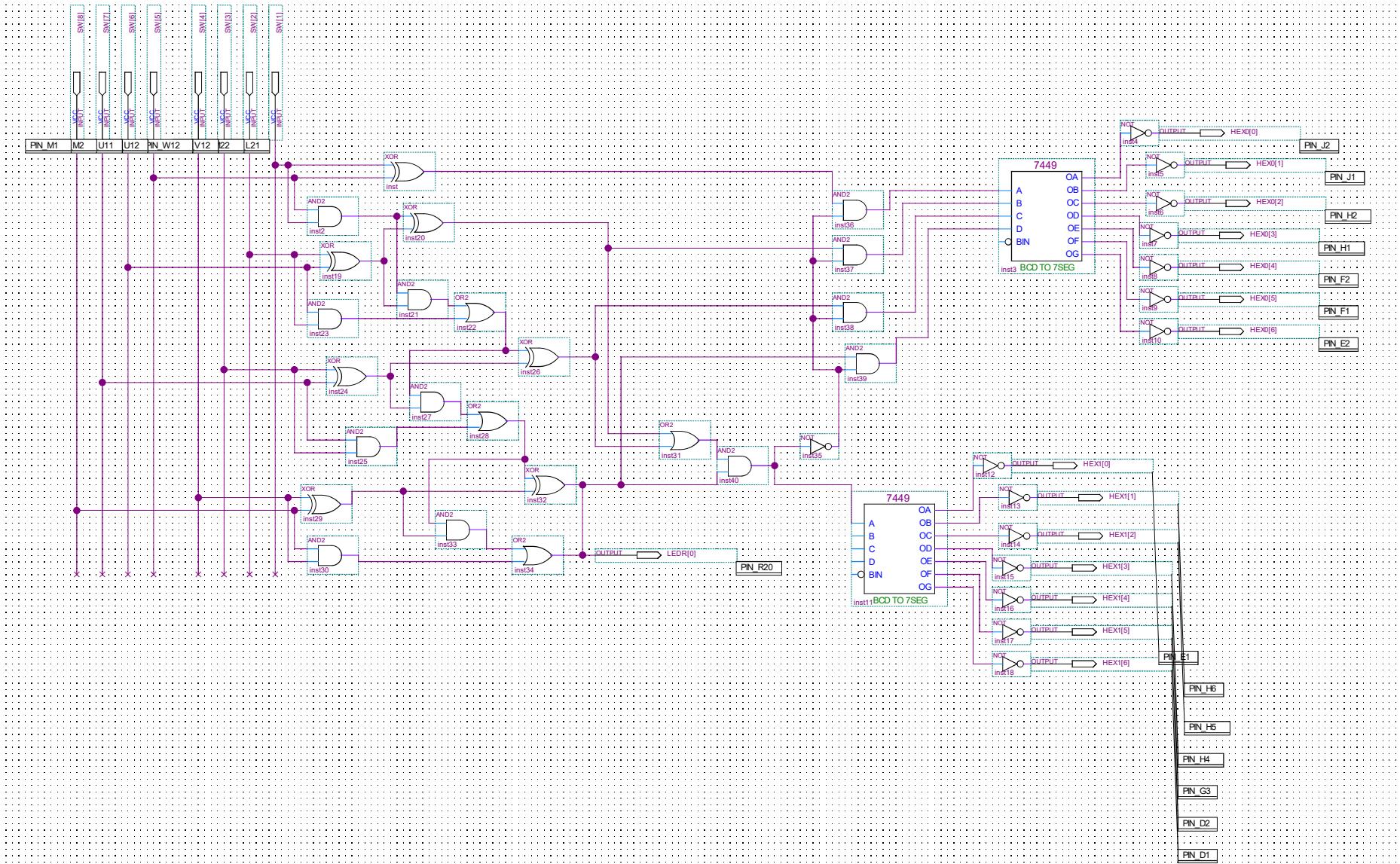
¹ Para mais detalhes sobre o TTL 7449 acesse o [Apêndice A](#).

APÊNDICE C – Imagem do circuito do meio-somador de 4 *bits*

Date: October 18, 2017

MeioSomador4Bits.bdf

Project: MeioSomador4Bits



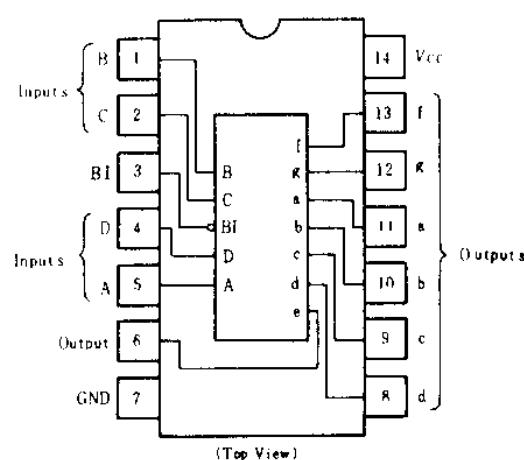
Anexos

ANEXO A – *Datasheet* do componente
7449

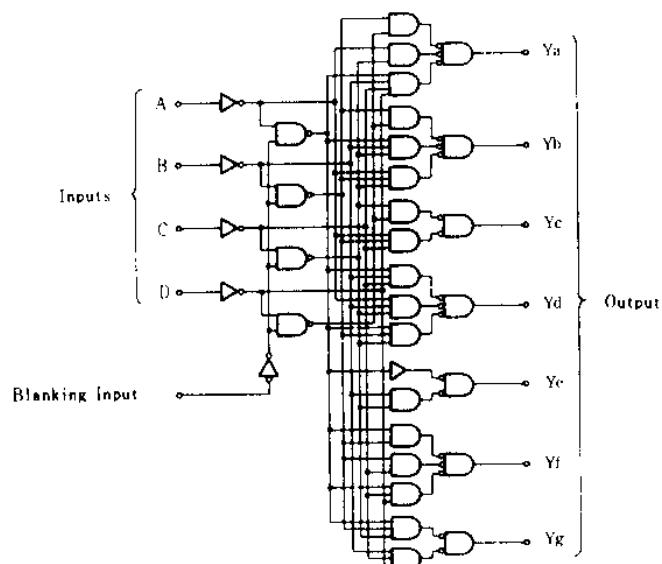
HD74LS49 • BCD-to-Seven Segment Decoder / Driver (with Open collector outputs)

The HD74LS49 features active-high outputs for driving lamp buffer. This circuit incorporates a direct blanking input. Segment identification and resultant displays are shown below. Display patterns for BCD input counts above 9 are unique symbols to authenticate input conditions. It contains an overriding blanking input (BI) which can be used to control the lamp intensity by pulsing or to inhibit the output. Inputs and outputs are entirely compatible for use with TTL or DTL logic outputs.

PIN ARRANGEMENT



BLOCK DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

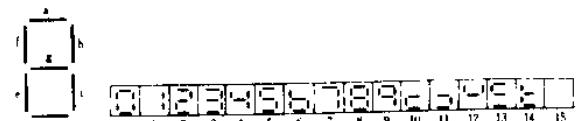
Item	Symbol	Ratings	Unit
Supply voltage	V _{CC}	7.0	V
Input voltage	V _{IN}	7.0	V
Output current (off state)	I _{O(off)}	1	mA
Operating temperature range	T _{opr}	- 20 ~ + 75	°C
Storage temperature range	T _{stg}	65 ~ + 150	°C

FUNCTION TABLE

Decimal or Function	Inputs					Outputs							Note
	D	C	B	A	BI	a	b	c	d	e	f	g	
0	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	
1	L	L	L	H	H	L	H	H	L	L	L	L	
2	L	L	H	L	H	H	H	L	H	H	L	H	
3	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H	
4	L	H	L	L	H	L	H	H	L	L	H	H	
5	L	H	L	H	H	H	L	H	H	L	H	H	
6	L	H	H	L	H	L	L	H	H	H	H	H	
7	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	
8	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	1
9	H	L	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	
10	H	L	H	L	H	L	L	L	H	H	L	H	
11	H	L	H	H	H	L	L	H	H	L	L	H	
12	H	H	L	L	H	L	H	L	L	L	H	H	
13	H	H	L	H	H	H	L	L	H	L	H	H	
14	H	H	H	L	H	L	L	L	H	H	H	H	
15	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	2
BI	x	x	x	x	x	L	L	L	L	L	L	L	

H; high level, L; low level, X; irrelevant

- Notes: 1. The blanking input (BI) must be open or held at a high logic level when output functions 0 through 15 are desired.
2. When a low logic level is applied directly to the blanking input (BI), all segment outputs are low regardless of the level of any other input.



ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_a = -20 \sim +75^\circ C$)

Item	Symbol	Test Conditions		min	typ*	max	Unit
Input voltage	V_{IH}	$V_{CC} = 4.75V, V_{IL} = 0.8V, V_{OH} = 5.5V$		2.0	—	—	V
	V_{IL}			—	—	0.8	V
Output current	I_{OH}	$V_{CC} = 4.75V, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, V_{OH} = 5.5V$		—	—	250	μA
Output voltage	V_{OL}	$V_{CC} = 4.75V, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V$	$I_{OL} = 4mA$	—	—	0.4	V
			$I_{OL} = 8mA$	—	—	0.5	
Input current	I_{IH}	$V_{CC} = 5.25V, V_I = 2.7V$		—	—	20	μA
	I_{IL}	$V_{CC} = 5.25V, V_I = 0.4V$		—	—	-0.4	mA
	I_I	$V_{CC} = 5.25V, V_I = 7V$		—	—	0.1	mA
Supply current **	I_{CC}	$V_{CC} = 5.25V$		—	8	15	mA
Input clamp voltage	V_{IK}	$V_{CC} = 4.75V, I_{IN} = -18mA$		—	—	-1.5	V

* $V_{CC} = 5V, T_a = 25^\circ C$

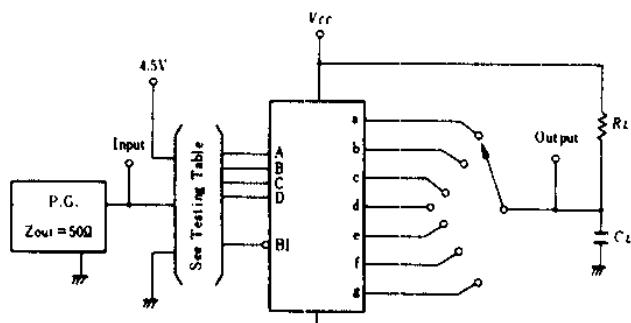
** I_{CC} is measured with all outputs open and all inputs at 4.5V.

SWITCHING CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5V, T_a = 25^\circ C$)

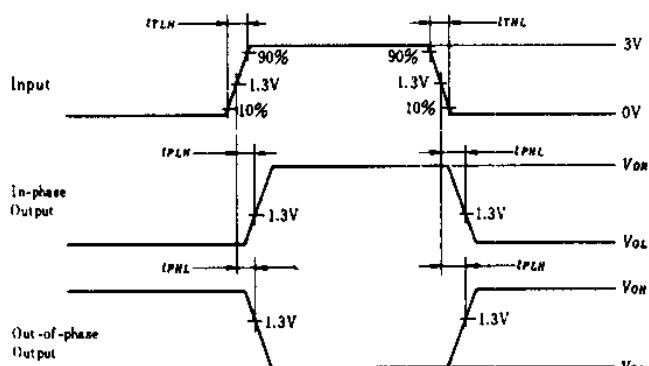
Item	Symbol	Input	Test Conditions	min	typ	max	Unit
Propagation delay time	t_{PHL}	A	$C_L = 15pF, R_L = 2k\Omega$	—	—	100	ns
	t_{PLH}			—	—	100	
	t_{PHL}	BI	$C_L = 15pF, R_L = 6k\Omega$	—	—	100	ns
	t_{PLH}			—	—	100	

TESTING METHOD

1) Test Circuit



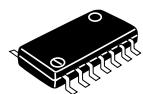
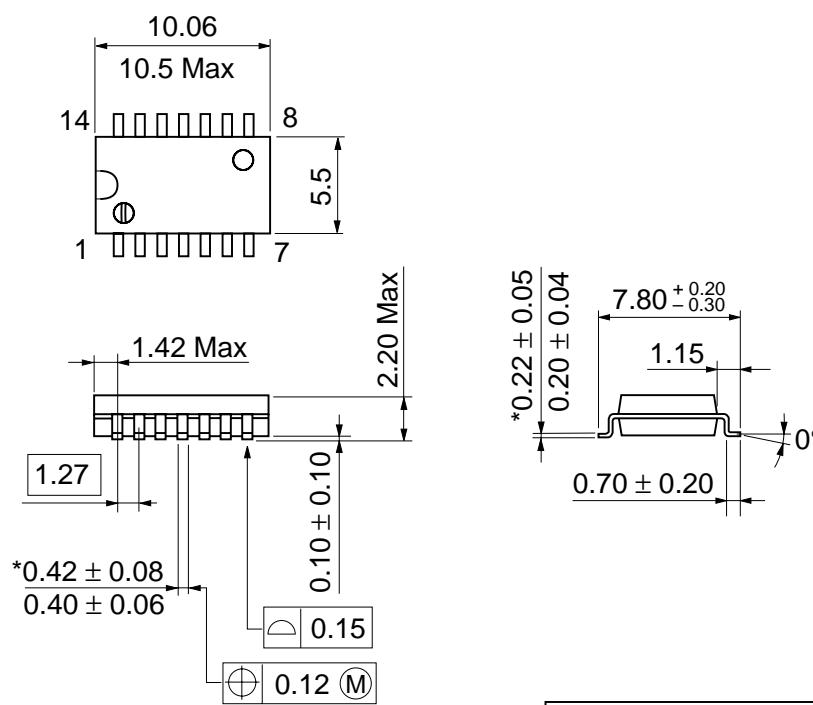
Waveform



2) Testing Table

Item	Inputs					Outputs						
	BI	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
t_{PLH}	4.5V	GND	GND	4.5V	IN	OUT	—	—	OUT	OUT	OUT	—
	4.5V	GND	GND	4.5V	IN	—	—	OUT	—	OUT	—	—
t_{PHL}	4.5V	GND	4.5V	4.5V	IN	OUT	OUT	—	OUT	OUT	OUT	OUT
	IN	GND	GND	GND	GND	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	—

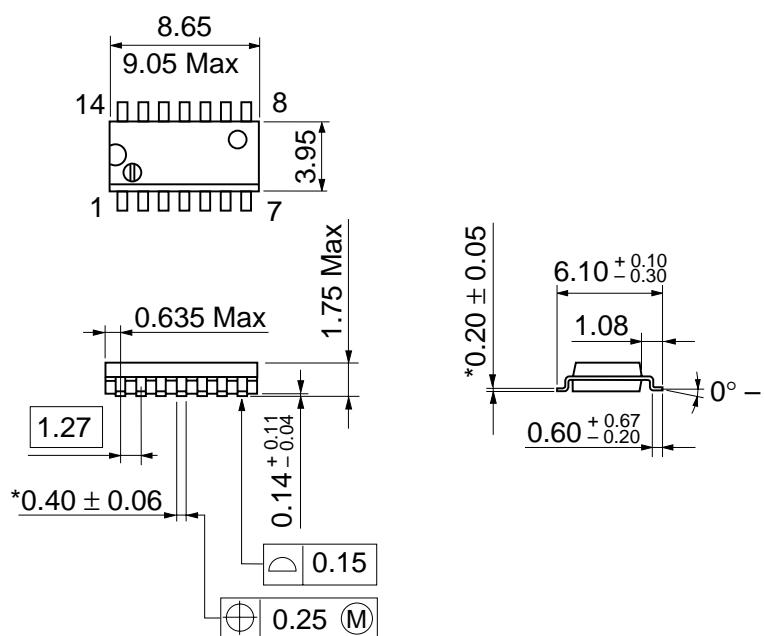
Unit: mm



*Dimension including the plating thickness
Base material dimension

Hitachi Code	FP-14DA
JEDEC	—
EIAJ	Conforms
Weight (reference value)	0.23 g

Unit: mm



*Pd plating

Hitachi Code	FP-14DN
JEDEC	Conforms
EIAJ	Conforms
Weight (reference value)	0.13 g