

Professores: Bruno de Oliveira Monteiro

bruno@inatel.br

Monitores: Felipe Pereira Silveira

felipepereira@gea.inatel.br

Carlos Daniel Borges Vilela Marques

carlos.marques@gea.inatel.br

Gualter Machado Mesquita

machadomgualter@gmail.com

Isabela Rezende Barbosa da Silva

isabela.r@gec.inatel.br

Maíra Alves Chagas

mairaalves@gec.inatel.br

Pedro Henrique Praxedes dos Reis

pedro.reis@gea.inatel.br

Thalita Fortes Domingos

thalita.fortes@gec.inatel.br

Aluno: _____ **Matrícula:** _____ **Período:** ____ **Data:** ____ / ____ / ____

RELATÓRIO 1

INTRODUÇÃO A ELETRÔNICA DIGITAL I E PORTAS LÓGICAS

1. Introdução

Entende-se por famílias de circuitos lógicos, os tipos de estruturas internas que nos permitem a confecção destes blocos em circuitos integrados (CI). Cada família lógica utiliza determinados componentes em seus blocos e, de acordo com estes, a família possuirá determinadas características relacionadas ao seu funcionamento e desempenho prático.

As famílias utilizadas atualmente dentro da área de Eletrônica Digital são a TTL (Transistor-Transistor Lógico) e a CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor).

2. Níveis de Tensão e de Corrente

Definimos que o bit “1” é o nível lógico alto e que o bit “0” é o nível lógico baixo. O nível “0” não precisa ser necessariamente 0 Volt, mas, sim, uma tensão pequena abaixo de um certo valor máximo. O nível “1” representa uma tensão, mas não precisa ser necessariamente um valor, e sim, uma faixa acima de um valor mínimo e abaixo de um valor máximo. Conforme a tecnologia de construção do circuito interno, TTL ou CMOS, cada família irá possuir uma faixa de trabalho para esses níveis, sendo especificações diferentes para entrada e saída do bloco.

Outro parâmetro é o que trata da corrente. Quando um nível lógico “1” for aplicado a uma entrada de um bloco lógico, esta irá consumir uma corrente. O mesmo ocorre quando a saída de um bloco em nível “1” for conectada a entrada de outro. Haverá uma drenagem de corrente, na prática, limitada.

Da mesma forma, se for aplicado o nível “0” (potencial de terra) à entrada de um bloco lógico, haverá uma derivada de corrente, no sentido do bloco para o terminal, originada conforme as características do circuito do bloco. A saída, por sua vez, em nível “0”, irá também absorver uma corrente que vem da entrada do bloco seguinte conectado.

Existe um padrão empregado pelos principais fabricantes de circuitos integrados nos respectivos manuais para designar esses parâmetros. Definição:

V_{IL} (Low-level Input Voltage): valor de tensão (máxima), que garante o nível “0” na entrada.

V_{OL} (Low-level Output Voltage): valor de tensão (máxima), que garante o nível “0” na saída.

V_{IH} (High-level Input Voltage): valor de tensão (mínima), que garante o nível “1” na entrada.

V_{OH} (High-level Output Voltage): valor de tensão (mínima), que garante o nível “1” na saída.

I_{IL} (Low-level Input Current): valor de corrente (máxima), no terminal de entrada (no sentido do bloco para o terminal), quando é aplicado o nível “0”.

I_{OL} (Low-level Output Current): valor de corrente (máxima), que a saída pode receber quando em nível “0”.

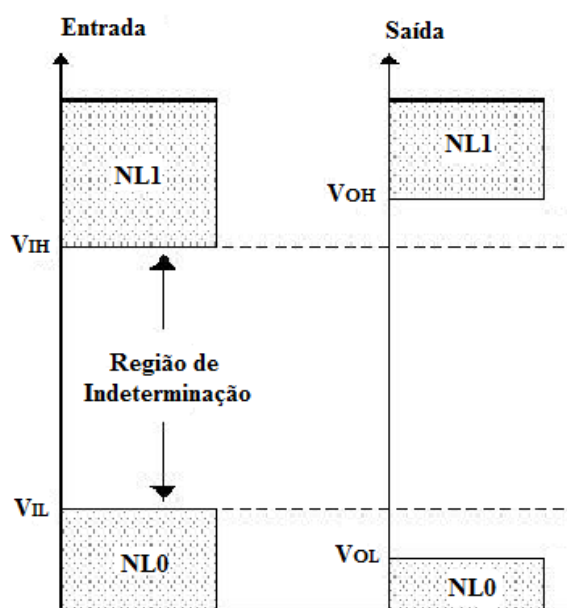
I_{IH} (High-level Input Current): valor de corrente de entrada (máxima), quando é aplicado nível “1”.

I_{OH} (High-level Output Current): valor de corrente de saída (máxima), quando em nível “1”.

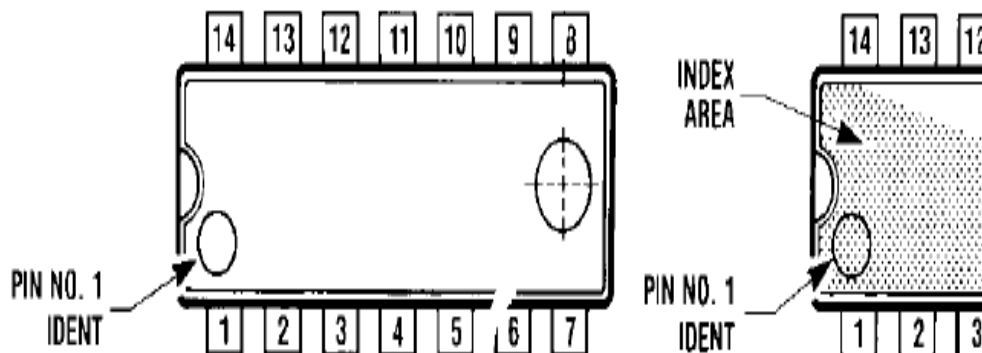
Nos manuais, além dos limites de mínimo e máximo, conforme a definição do parâmetro, são encontrados os valores típicos de trabalho.

A **Figura 1** apresenta os diagramas relativos aos níveis de tensão definidos, tanto para entrada como para a saída, em que NL1 é o nível lógico alto e NL0 é o nível lógico baixo.

Figura 1.



3. Identificar o Pino 1 de um CI



4. Módulo Digital

O módulo digital é o equipamento que utilizaremos em todas as aulas práticas durante o semestre. Sempre que utilizar este equipamento, verifique embaixo dele se a chave 110 V / 220 V está na posição que você vai alimentá-lo. No painel é possível identificar as seguintes partições:

4.1. FONTES

GND;

+5V utilizado para alimentar os CI's da família TTL cujo o código inicia pelo símbolo 74XX (série padrão) e 54XX (série militar);

VAR (+5V a + 12V) ajustado pelo botão AJUSTE utilizado para alimentar os CI's da família CMOS cujo código inicia pelo símbolo 45XX (série padrão) e 40XX (série militar);

-12V utilizador para alimentar Amplificador Operacional (não utilizado nesta disciplina);

Chave TTL / CMOS deve ser posicionada correspondentemente com a família que o CI pertence. Na posição TTL as chaves de variáveis de entrada acompanharão o valor da fonte +5V e na posição CMOS as chaves de variáveis de entrada acompanharão o valor da fonte +5V a +12V.

ATENÇÃO: a família TTL pode ser alimentada com no máximo +5V, valor que ultrapasse esta referência pode levar o CI a queimar. A família CMOS pode ser alimentada de +3V a +12V e dependendo do componente essa faixa pode ser maior, para isso consulte o datasheet.

4.2. CHAVES (CH 11, CH 10, ... , CH 0)

Utilizada como as variáveis de entrada (A, B ...). Cada chave possui um borne particionado como X e \bar{X} (complemento de X), para a partição X a chave para baixo indica nível lógico baixo "0" e para cima indica nível lógico alto "1", enquanto que \bar{X} indica o contrario da posição X.

4.3. LED's (L 11, L 10, ... , L 0)

Utilizado para analisar o nível lógico na saída do CI, aceso indica nível lógico alto e apagado nível lógico baixo.

4.4. GERADOR DIGITAL (0,1 Hz, ... , 100kHz)

Cada borne fornece um sinal DC quadrado que acompanha o nível de tensão da família lógica selecionada na CHAVE TTL / CMOS.

4.5. INDICADOR DE NÍVEL LÓGICO

Encaixe uma ponta de prova no local apropriado, utilize este indicador para analisar nível lógico alto e baixo, por exemplo, para medir as chaves de variável de entrada, a saída de uma porta lógica e etc.

5. Multímetro

É necessário que o aluno saiba manusear o instrumento de medida para aferir o módulo digital.

6. Datasheet (Folha de Dados)

Datasheet é um documento que apresenta de forma resumida, todos os dados e características técnicas de um equipamento, produto ou circuito integrado (CI).

6.1 Datasheet do CI 7408

É possível determinar que esse CI é da família TTL, pois seu código inicia-se com 74. Para cada CI 7408 existem quatro portas do tipo E, e isso é visível na parte que se chama “Connection Diagram” onde também é informado o número de cada pino. A tabela verdade é apresentada pelo fabricante em “Function Table”.



August 1986
Revised February 2000

DM7408 Quad 2-Input AND Gates

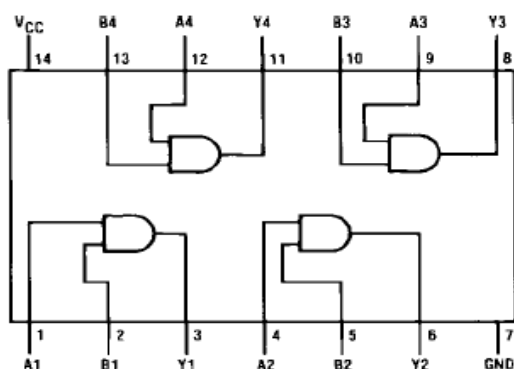
General Description

This device contains four independent gates each of which performs the logic AND function.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM7408N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Connection Diagram



Function Table

$$Y = AB$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

Veja que as condições de operação recomendadas pelo fabricante são informadas em “Recommended Operating Conditions”. O fabricante apresenta três níveis de tensão de alimentação para V_{cc} , tensão mínima, normal e máxima, valores que devem ser respeitados para o bom funcionamento do componente.

Os parâmetros designados pelo fabricante estão especificados logo abaixo em “Electrical Characteristics”, valores explicados na página 1 e 2 desse relatório, como por exemplo, V_{OH} , I_{IL} e outros.

DM7408

Absolute Maximum Ratings^(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	5.5V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 1: The “Absolute Maximum Ratings” are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The “Recommended Operating Conditions” table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			-0.8	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			16	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_I = -12 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_{OH} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}$	2.4	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_{OL} = \text{Max}$ $V_{IH} = \text{Min}$		0.2	0.4	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}$, $V_I = 5.5 \text{ V}$			1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}$, $V_I = 2.4 \text{ V}$			40	μA
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}$, $V_I = 0.4 \text{ V}$			-1.6	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 3)	-18		-55	mA
I_{CCH}	Supply Current with Outputs HIGH	$V_{CC} = \text{Max}$		11	21	mA
I_{CCL}	Supply Current with Outputs LOW	$V_{CC} = \text{Max}$		20	33	mA

Note 2: All typicals are at $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$.

Note 3: Not more than one output should be shorted at a time.

Switching Characteristics

at $V_{CC} = 5 \text{ V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Units
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	$C_L = 15 \text{ pF}$ $R_L = 400\Omega$		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output			19	ns

6.2. Datasheet do CI 4071

É possível determinar que esse CI é da família CMOS, pois seu código inicia-se com 40. Para cada CI 4071 existem quatro portas do tipo OU e para o 4081 são quatro portas E, e isso é visível na parte que se chama “Connection Diagram” onde também é informado o número de cada pino. Em “General Description” também é possível verificar que o CI é da família CMOS.

CD4071BM/CD4071BC **Quad 2-Input OR Buffered B Series Gate** **CD4081BM/CD4081BC** **Quad 2-Input AND Buffered B Series Gate**

General Description

These quad gates are monolithic complementary MOS (CMOS) integrated circuits constructed with N- and P-channel enhancement mode transistors. They have equal source and sink current capabilities and conform to standard B series output drive. The devices also have buffered outputs which improve transfer characteristics by providing very high gain.

All inputs protected against static discharge with diodes to V_{DD} and V_{SS} .

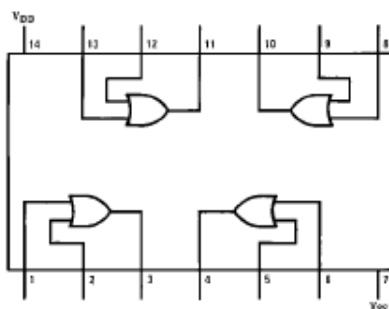
Features

- Low power TTL compatibility
- 5V–10V–15V parametric ratings
- Symmetrical output characteristics
- Maximum input leakage 1 μ A at 15V over full temperature range

Fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS

Connection Diagrams

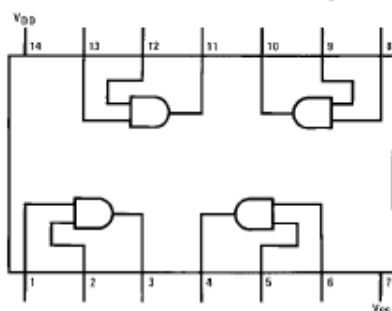
CD4071B Dual-In-Line Package



TL/F/5977-3

Top View

CD4081B Dual-In-Line Package



TL/F/5977-6

Top View

Order Number CD4071B or CD4081B

CD4071BM/CD4071BC Quad 2-Input OR Buffered B Series Gate
CD4081BM/CD4081BC Quad 2-Input AND Buffered B Series Gate

Veja que o V_{DD} , que é a tensão de alimentação desse CI, pode ser um valor entre 3 V_{DC} a 15 V_{DC} , é possível verificar isso em “Operating Conditions”.

Os parâmetros designados pelo fabricante estão especificados logo abaixo em “DC Electrical Characteristics”, valores explicados na página 1 e 2 desse relatório, como por exemplo, V_{OH} , I_{OH} e outros.

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Voltage at Any Pin $-0.5V$ to $V_{DD} + 0.5V$

Power Dissipation (P_D)

Dual-In-Line 700 mW

Small Outline 500 mW

V_{DD} Range $-0.5 V_{DD}$ to $+18 V_{DD}$

Storage Temperature (T_S) $-65^\circ C$ to $+150^\circ C$

Lead Temperature (T_L)
(Soldering, 10 seconds)

$260^\circ C$

Operating Conditions

Operating Range (V_{DD}) $3 V_{DD}$ to $15 V_{DD}$

Operating Temperature Range (T_A)

CD4071BM, CD4081BM $-55^\circ C$ to $+125^\circ C$

CD4071BC, CD4081BC $-40^\circ C$ to $+85^\circ C$

DC Electrical Characteristics CD4071BM/CD4081BM (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	$-55^\circ C$		$+25^\circ C$			$+125^\circ C$		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	$V_{DD} = 5V$		0.25		0.004	0.25		7.5	μA
		$V_{DD} = 10V$		0.50		0.005	0.50		15	μA
		$V_{DD} = 15V$		1.0		0.006	1.0		30	μA
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$	$ I_O < 1 \mu A$	0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 10V$		0.05		0	0.05		0.05	V
		$V_{DD} = 15V$		0.05		0	0.05		0.05	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	$V_{DD} = 5V$	$ I_O < 1 \mu A$	4.95		4.95	5		4.95	V
		$V_{DD} = 10V$		9.95		9.95	10		9.95	V
		$V_{DD} = 15V$		14.95		14.95	15		14.95	V
V_{IL}	Low Level Input Voltage	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V$		1.5		2	1.5		1.5	V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 1.0V$		3.0		4	3.0		3.0	V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$		4.0		6	4.0		4.0	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	$V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V$	3.5		3.5	3		3.5		V
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.0V$	7.0		7.0	6		7.0		V
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	11.0		11.0	9		11.0		V
I_{OL}	Low Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V$	0.64		0.51	0.88		0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V$	1.6		1.3	2.25		0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V$	4.2		3.4	8.8		2.4		mA
I_{OH}	High Level Output Current (Note 3)	$V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V$	-0.64		-0.51	-0.88		-0.36		mA
		$V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V$	-1.6		-1.3	-2.25		-0.9		mA
		$V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V$	-4.2		-3.4	-8.8		-2.4		mA
I_{IN}	Input Current	$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V$		-0.10		-10^{-5}	-0.10		-1.0	μA
		$V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V$		0.10		10^{-5}	0.10		1.0	μA

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

Note 2: All voltages measured with respect to V_{SS} unless otherwise specified.

Note 3: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

DC Electrical Characteristics CD4071BC/CD4081BC (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	-40°C		+25°C			+85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I _{DD}	Quiescent Device Current	V _{DD} = 5V		1		0.004	1		7.5	μA
		V _{DD} = 10V		2		0.005	2		15	μA
		V _{DD} = 15V		4		0.006	4		30	μA
V _{OL}	Low Level Output Voltage	V _{DD} = 5V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V _{DD} = 10V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V _{DD} = 15V		0.05		0	0.05		0.05	V
V _{OH}	High Level Output Voltage	V _{DD} = 5V	4.95		4.95	5		4.95		V
		V _{DD} = 10V	9.95		9.95	10		9.95		V
		V _{DD} = 15V	14.95		14.95	15		14.95		V
V _{IL}	Low Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V		1.5		2	1.5		1.5	V
		V _{DD} = 10V, V _O = 1.0V		3.0		4	3.0		3.0	V
		V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V		4.0		6	4.0		4.0	V
V _{IH}	High Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 4.5V	3.5		3.5	3		3.5		V
		V _{DD} = 10V, V _O = 9.0V	7.0		7.0	6		7.0		V
		V _{DD} = 15V, V _O = 13.5V	11.0		11.0	9		11.0		V
I _{OL}	Low Level Output Current (Note 3)	V _{DD} = 5V, V _O = 0.4V	0.52		0.44	0.88		0.36		mA
		V _{DD} = 10V, V _O = 0.5V	1.3		1.1	2.25		0.9		mA
		V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V	3.6		3.0	8.8		2.4		mA
I _{OH}	High Level Output Current (Note 3)	V _{DD} = 5V, V _O = 4.6V	-0.52		-0.44	-0.88		-0.36		mA
		V _{DD} = 10V, V _O = 9.5V	-1.3		-1.1	-2.25		-0.9		mA
		V _{DD} = 15V, V _O = 13.5V	-3.6		-3.0	-8.8		-2.4		mA
I _{IN}	Input Current	V _{DD} = 15V, V _{IN} = 0V		-0.30		-10 ⁻⁵	-0.30		-1.0	μA
		V _{DD} = 15V, V _{IN} = 15V		0.30		10 ⁻⁵	0.30		1.0	μA

AC Electrical Characteristics* CD4071BC/CD4071BM

T_A = 25°C, Input t_r, t_f = 20 ns, C_L = 50 pF, R_L = 200 kΩ, Typical temperature coefficient is 0.3%/°C

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	Max	Units
t _{PHL}	Propagation Delay Time, High-to-Low Level	V _{DD} = 5V	100	250	ns
		V _{DD} = 10V	40	100	ns
		V _{DD} = 15V	30	70	ns
t _{PLH}	Propagation Delay Time, Low-to-High Level	V _{DD} = 5V	90	250	ns
		V _{DD} = 10V	40	100	ns
		V _{DD} = 15V	30	70	ns
t _{THL} , t _{TLH}	Transition Time	V _{DD} = 5V	90	200	ns
		V _{DD} = 10V	50	100	ns
		V _{DD} = 15V	40	80	ns
C _{IN}	Average Input Capacitance	Any Input	5	7.5	pF
C _{PD}	Power Dissipation Capacity	Any Gate	18		pF

*AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Temperature Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

Note 2: All voltages measured with respect to V_{SS} unless otherwise specified.

Note 3: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

Exercícios Práticos

Questão 1. Testar o funcionamento do modulo: (Atividade presencial)

- a. Com o multímetro verifique a tensão da fonte do módulo: _____ & _____
 - b. Com a chave da fonte para o lado CMOS meça a tensão das chaves quando em nível logico alto (CH0,CH1...CH11): _____
 - c. Com a chave da fonte para o lado TTL meça a tensão das chaves quando em nível logico alto (CH0,CH1...CH11): _____
 - d. Utilizando uma chave funcional teste todos os leds do modulo(L0,L1...L11). Todos Ok? _____
 - e. Conecte em um dos leds o cada um dos sinais gerados pelo gerador de funções. O que ocorre?
-

Questão 2. Identifique o “pino 1” dos CIs do kit, encaixe-os com esta referência voltada para o lado esquerdo do protoboard e faça a simulação de uma porta lógica de cada CI, escreva sua tabela verdade e desenhe o seu símbolo logico: (Alimentação 5V)

7400

A(IN) - P1	B(IN) - P2	S(OUT) - P3
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

7432

A(IN) - P1	B(IN) - P2	S(OUT) - P3
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

7408

A(IN) - P1	B(IN) - P2	S(OUT) - P3
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

7486

A(IN) - P1	B(IN) - P2	S(OUT) - P3
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

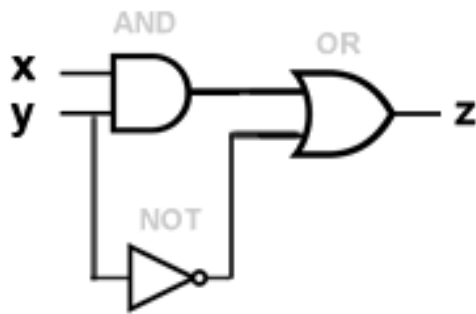
7404

A(IN) - P1	S(OUT) - P2
0	
1	

7402

S(OUT) - P1	A(IN) - P2	B(IN) - P2
	0	0
	1	0
	0	1
	1	1

Questão 3. Monte o seguinte circuito no protoboard e escreva sua tabela verdade:



X	Y	Z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Exercícios Teóricos

Questão 4. Responda as perguntas abaixo:

- A qual família o CI 7408 pertence? Justifique:
- Qual o seu tipo de porta lógica?
- Quais as siglas que o fabricante utiliza para identificar os pinos de alimentação deste CI?
- Qual o valor da sua tensão de alimentação (V_{CC})? Esse valor pode estar dentro de uma faixa de valores? Se sim, qual a faixa?
- Escreva os parâmetros de níveis de tensão e corrente do DM7408:
- A qual família o CI CD4081B pertence? Justifique:
- Qual o seu tipo de porta lógica?
- Quais as siglas que o fabricante utiliza para identificar os pinos de alimentação deste CI?

i. Qual o valor da sua tensão de alimentação (V_{DD})? Esse valor pode estar dentro de uma faixa de valores? Se sim, qual a faixa?

j. Escreva os parâmetros de níveis de tensão e corrente do CD 4081 BM, com $V_{DD} = 10$ Volts e temperatura de $+25^{\circ}\text{C}$:

Itens que devem conter no kit:

- Um protoboard;
- Um CI 4081.
- Um CI 7408;
- Um CI 7432;
- Um CI 7404;
- Um CI 7400;
- Um CI 7402;
- Um CI 7486;