



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA**

**RELATÓRIO 4
CONTROLE DE MOTOR DE PASSO POR FPGA**

**GUSTAVO SIMAS DA SILVA
THALES LOHN DA SILVA
VITOR GARCEZ MORIGI**

Florianópolis

2014/2

**GUSTAVO SIMAS DA SILVA
THALES LOHN DA SILVA
VITOR GARCEZ MORIGI**

CONTROLE DE MOTOR DE PASSO POR FPGA

Relatório apresentado ao professor Fernando Miranda, ministrador da disciplina de Eletrônica Digital II pertencente à 6ª fase do curso técnico integrado em Eletrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IF-SC), Campus Florianópolis.

Florianópolis

2014

Resumo

Motores de passo são componentes fundamentais quando se trata de equipamentos que requerem a execução de movimentos rotatórios. Tais motores diferenciam-se de outros tipos por terem como base fundamentos de eletrônica digital.

No entanto, um desafio existente é a automação e simplificação dos circuitos de controle dos mesmos. Uma solução é a utilização de circuitos lógicos implementados em dispositivos programáveis (PLD), com a verificação prévia da sequência de acionamento das bobinas a partir dos princípios de máquinas de estados.

Palavras-chave: Motor. PLD. Lógicos.

Abstract

Stepper motors are key components when it comes to the question of equipments that require the execution of rotational movements. Such engines are distinguished from other types by having base the fundamentals of digital electronics.

However, an existing challenge is the automation and simplification of its control circuits. One solution is to use circuits implemented in programmable logic devices, with prior verification of the sequence of the drive coils based on the principles of states machines.

Key-words: Motor. PLD. Logicals.

Sumário

Resumo.....	3
Abstract.....	4
Índice de figuras e tabelas	6
Índice de símbolos, unidades e abreviaturas	7
Objetivos	8
1. Introdução Teórica.....	9
1.1 Definição de motor de passo	9
1.2 Motor de passo: estrutural	10
1.3 Motor de passo: operacional.....	11
1.4 Motor de passo: rotacional.....	12
2. Descritivo de operação.....	15
2.1 Materiais utilizados.....	15
2.2 Circuito proposto.....	15
3. Discussão dos resultados.....	20
3.1 Verificação da rotação	20
3.2 Verificação da corrente no motor	21
4. Considerações relevantes	23
4.1 Motor de passo	23
4.2 FPGA	23
4.3 Frequências	23
5. Referências	24
6. Anexo	25

Índice de figuras e tabelas

FIGURA 1 - COMPARAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE MOTORES	10
FIGURA 2 - BOBINAS COM CENTER-TAPE MOTOR UNIPOLAR	11
FIGURA 3 - DIAGRAMA DE MOTOR BIPOLAR	11
FIGURA 4 - CORRENTES NAS BOBINAS DE UM MOTOR MICROPASSO	13
FIGURA 5 - COMPARAÇÃO ENTRE OS MODOS DE ROTAÇÃO	14
FIGURA 6 - CIRCUITO MONTADO	15
FIGURA 7 - FUNÇÃO "MEGAWIZARD PLUG-IN MANAGER"	16
FIGURA 8 - CRIANDO O COMPONENTE DIVISOR DE FREQUÊNCIA NO QUARTUS II	17
FIGURA 9 - CIRCUITO MONTADO NO SOFTWARE QUARTUS II	18
FIGURA 10 - DEFININDO OS PINOS DAS INPUTS E OUTPUTS	19
FIGURA 11 - FOTO 1 DO EXPERIMENTO	20
FIGURA 12 - FOTO 2 DO EXPERIMENTO	20
FIGURA 13 - FOTO 3 DO EXPERIMENTO	21
FIGURA 15 - FOTO 4 DO EXPERIMENTO	22
TABELA 1 - TABELA VERDADE WAVE DRIVE	12
TABELA 2 - TABELA VERDADE PASSO COMPLETO 2	12
TABELA 3 - TABELA VERDADE PARA MEIO PASSO	13
TABELA 4 - TABELA PARA CORRENTE DE ACORDO COM A FREQUÊNCIA	21

Índice de símbolos, unidades e abreviaturas

A	-	ampère (corrente elétrica)
V	-	volt (tensão elétrica)
W	-	watt (potência elétrica ativa)
Ω	-	ohm (resistência elétrica)
Hz	-	hertz (frequência)
m	-	mili (10^{-3})
k	-	kilo (10^3)
M	-	mega (10^6)
FPGA	-	Field Programmable Gate Array (Arranjo de Portas Programável em Campo)
PCB	-	Printed Circuit Board (Placa de Circuito Impresso)
PLD	-	Programmable Logic Device (Dispositivo Lógico Programável)
FF	-	Flip-Flop

Objetivos

Entre os objetivos visados desta atividade, listam-se:

- 1) Construção e programação lógica em software especializado (Altera Quartus® II) de um circuito controlador de motor de passo, utilizando os conceitos de máquinas de estados conhecidos em aula;
- 2) Avaliação prática do comportamento de um motor de passo controlado por lógica por meio de PCB didática com FPGA;
- 3) Comparação de resultados teóricos (resultados esperados de acordo com o estudado) com os resultados práticos, tão como a discussão de diferenças entre tais.
- 4) Refletir sobre os modos de operação optados, falhas de funcionamento e problemas demais observados e considerar a melhor forma de manuseio dos componentes utilizados, além de dificuldades e erros que podem ser encontrados durante a realização de tal exercício, realizando recomendações/alertas de acordo com a experiência.

1. Introdução Teórica

Neste relatório serão apresentados estudos teóricos e constatações práticas sobre a operação de um motor de passo controlado por lógica de programação com auxílio de PCB didática com Arranjo de Portas Programável em Campo (*Field Programmable Gate Array* - FPGA).

No entanto, para a compreensão total, seguem informações fundamentais.

1.1 Definição de motor de passo

Motores estão atualmente presentes em grande parte de equipamentos que realizam movimentos rotacionais. Contudo há certas características sobre o motor de passo que o especificam e diferenciam de um motor qualquer. Sobre a estrutura e o modo de funcionamento de um motor de passo, Marcos Leal define:

“O motor de passo é um dispositivo eletromecânico, composto por bobinas (indutores), e um rotor magnético (ímã permanente ou imantado). As bobinas convertem energia elétrica em campo magnético, de forma que o rotor se alinhe a esse campo. A correta excitação das bobinas faz com que o rotor (algo que gira em torno de seu próprio eixo) se mova no sentido desejado, convertendo energia magnética em movimento (energia mecânica).” (LEAL, 2013)

Tal definição resume bem o conceito de motor de passo. Possui as características gerais de um motor: transformação de energia elétrica em magnética e, posteriormente, em energia mecânica; No entanto detém particularidades:

1. **Quanto à proporção:** geralmente é de proporções menores, de pequeno porte, sendo implementado em equipamentos que necessitam da precisão em movimentos rotatórios.
2. **Quanto à ativação:** diferentemente de motores de grande porte, um motor de passo é ativado através de pulsos elétricos, níveis lógicos que são aplicados nos terminais de suas bobinas. Com isto sua operação é de forma mais digital, diferente de motores trifásicos, por exemplo, que atuam mais próximos aos fundamentos analógicos.
3. **Quanto à rotação:** realiza-a em arcos/incrementos angulares sequenciais discretos, que são denominados de “passos”. Daí o nome.

1.2 Motor de passo: estrutural

Por motivos de organização são divididos quanto às suas características. Quanto à estrutura, existem três tipos principais. Estes são:

1. **Relutância variável:** possui estrutura simples, consiste num rotor de ferro, com diversos dentes. Cada dente corresponde a um polo magnético. Quando o estator é energizado os polos são atraídos e ocorre a rotação.
2. **Ímã permanente:** seu rotor é construído com ímãs permanentes. Não possui dentes. Realiza rotações discretas, tendo, geralmente, de 24 a 48 passos por revolução. Quando comparado à um motor de relutância variável, tem melhor característica de torque, pois produz um fluxo magnético mais intenso. Tem baixo custo.
3. **Híbrido:** combina as melhores características dos motores anteriores. Tem rotor multidentado e ímã permanente ao redor. Possui bom desempenho quanto ao torque e velocidade. Tem faixa típica de 100 a 400 passos por revolução. Possui maior custo em relação aos outros tipos de motores.

Abaixo, na Figura 1, os diagramas dos três tipos de motores fazem uma comparação entre os mesmos.

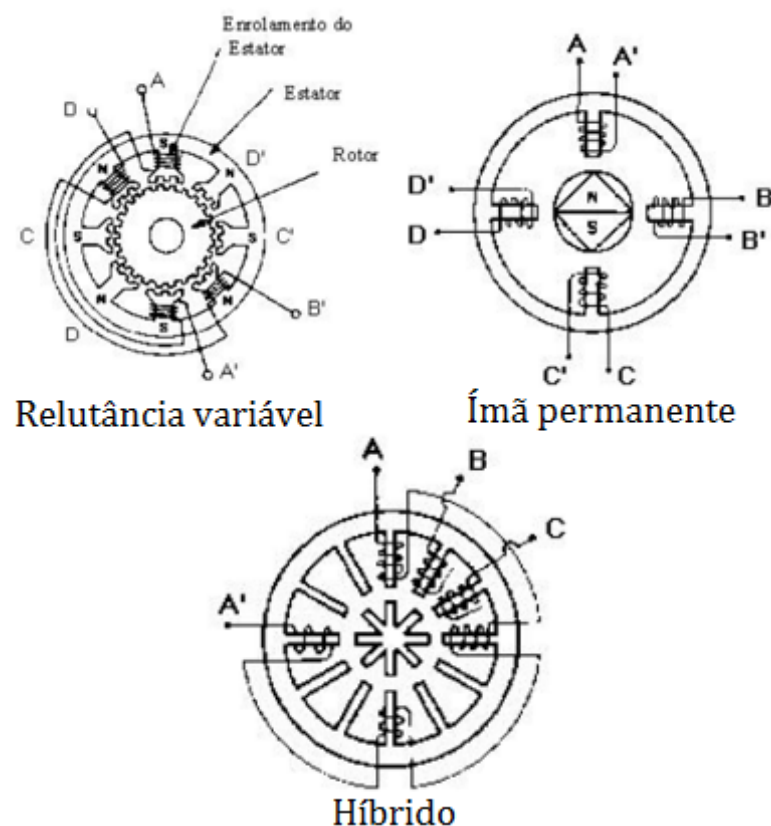


Figura 1 - Comparação entre os tipos de motores

1.3 Motor de passo: operacional

Quanto à forma de operação, dividem-se em:

1. **Unipolares:** possuem 2 bobinas, com 6 fios. Cada bobina tem sua própria derivação central, chamada de “center-tape” ou tap-central. Sua ativação é simples e direta: apenas a aplicação de níveis lógicos alto (caso o center-tape seja conectado em V_{CC}) ou baixo (caso o tap-central seja GND), como demonstra a Figura 2.

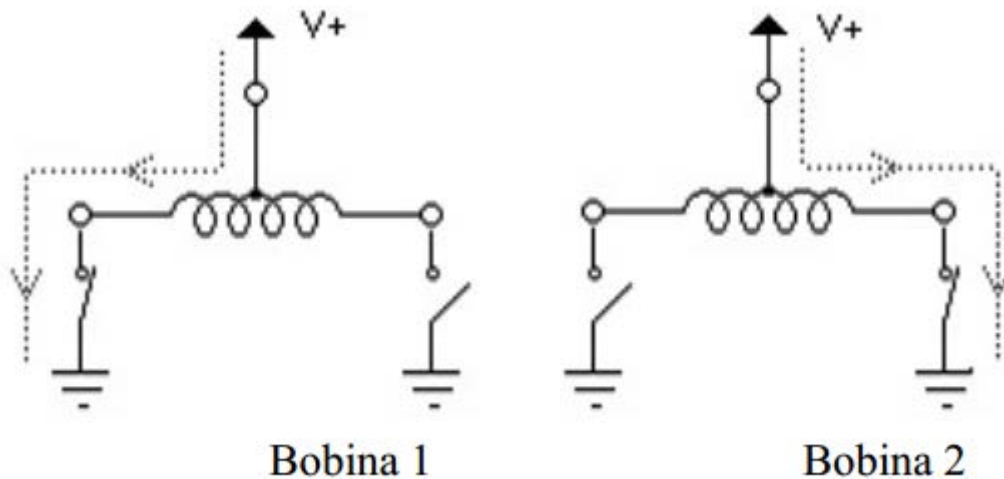


Figura 2 - Bobinas com center-tape motor unipolar

2. **Bipolares:** possuem circuitos de controle mais complexos (com ponte-H, que são circuitos que permitem a rotação do motor em ambos os sentidos). No entanto tem melhor relação torque/tamanho do que os unipolares. Usam uma ligação por polo, com conexões separadas, sem center-tape. A Figura 3 apresenta o diagrama de um motor bipolar e seu respectivo enrolamento.

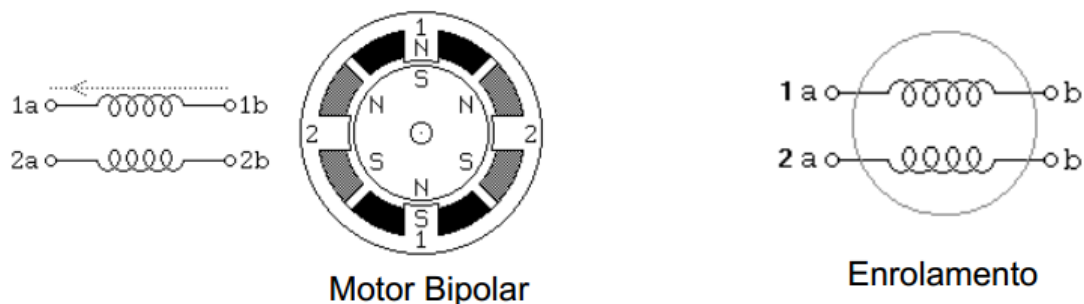


Figura 3 - Diagrama de motor bipolar

1.4 Motor de passo: rotacional

Em questões de rotação, há as seguintes formas de realiza-las:

1. **Passo completo:** no qual a rotação ocorre em 90° (passo completo). Ainda ramifica-se em:
 - a. **Wave:** também chamado de passo completo 1 ou “*full-step wave*” ou “*wave drive*”. É aquele no qual apenas uma fase (bobina) é energizada por vez. Apresenta pouco torque, baixo consumo de energia e boa velocidade. Tem a seguinte tabela verdade (Tabela 1):

Bobinas	1A	2A	1B	2B
01	1	0	0	0
02	0	1	0	0
03	0	0	1	0
04	0	0	0	1

Tabela 1 - Tabela verdade wave drive

- b. **Normal:** denominado de outra forma como “*full step drive*” ou passo completo 2. Realiza a energização de duas bobinas adjacentes, em sequência. Caracteriza-se por: maior torque e maior consumo de energia em relação ao anterior. A Tabela 2 apresenta a tabela verdade:

Bobinas	1^a	2A	1B	2B
01	1	1	0	0
02	0	1	1	0
03	0	0	1	1
04	1	0	0	1

Tabela 2 - Tabela verdade passo completo 2

2. **Meio-passo:** também denominado de “*half-step*”. É, de certa forma, a combinação dos modos de passo anteriores. Realiza, em alternância, a energização de duas bobinas adjacentes e em seguida uma apenas. Em relação aos outros consome mais energia, tem velocidade menor, no entanto é mais preciso. Sua tabela verdade é apresentada na Tabela 3.

Bobinas	1A	2A	1B	2B
01	1	1	0	0
02	0	1	0	0
03	0	1	1	0
04	0	0	1	0
05	0	0	1	1
06	0	0	0	1
07	1	0	0	1
08	1	0	0	0

Tabela 3 - Tabela verdade para meio passo

3. **Micropasso:** outra denominação é a proveniente do inglês “*microstepping*”. Realiza a rotação do motor em mínimos incrementos angulares, propiciando até 100.000 passos por revolução ($0,0036^\circ$ por passo). As correntes nas bobinas são semelhantes a uma onda senoidal, como se constata na Figura 4.

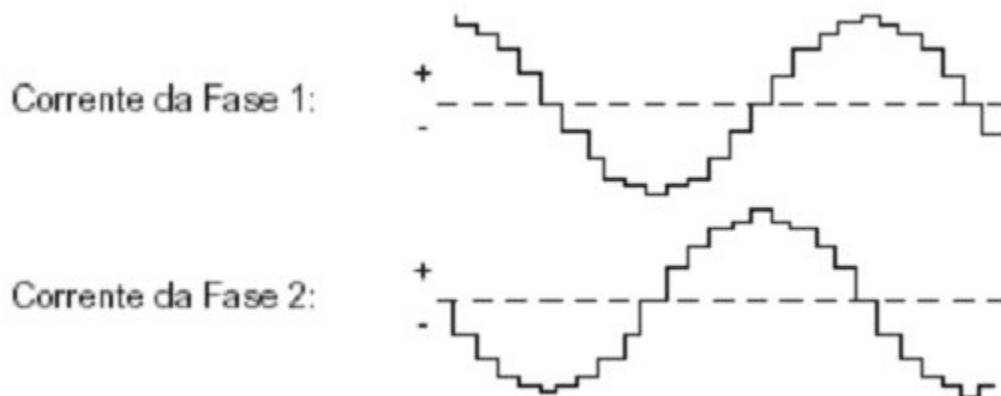


Figura 4 - Correntes nas bobinas de um motor micropasso

A seguir a ilustração com a comparação entre os modos de rotação¹:



Figura 5 - Comparação entre os modos de rotação

¹ Observação: figuras como objeto animado. Animação somente acontecerá caso leitor de pdf seja Adobe Reader ou semelhante. A utilização de browser de internet como leitor ou outros softwares nativos de sistemas operacionais podem não representar a animação.

2. Descritivo de operação

2.1 Materiais utilizados

Os materiais utilizados foram: uma unidade de PCB didática com FPGA (Modelo EP1C3T100C8); uma unidade de circuito integrado ULN2803; uma unidade de motor de passo com quatro terminais + comum; um multímetro digital; uma fonte de alimentação de tensão contínua 30V, 5A Instrutherm modelo FA-3003, além de cabos de conexão (jumpers). O software utilizado para a programação é o Altera Quartus II, versão 9.1 Service Pack 2 Web Edition².

Sobre os materiais utilizados comenta-se que todos estavam em perfeito estado, não apresentando defeitos visíveis (de acordo com o avaliado), o que resulta na exclusão de problemas operacionais devido à qualidade dos equipamentos.

2.2 Circuito proposto

Neste experimento foi necessário fazer a montagem prática de um controlador de motor de passo utilizando a PCB didática com FPGA. Assim como no experimento anterior, foi preciso montar previamente a lógica do circuito utilizando o *software* Quartus II.

O circuito proposto é o que está na Figura 6.

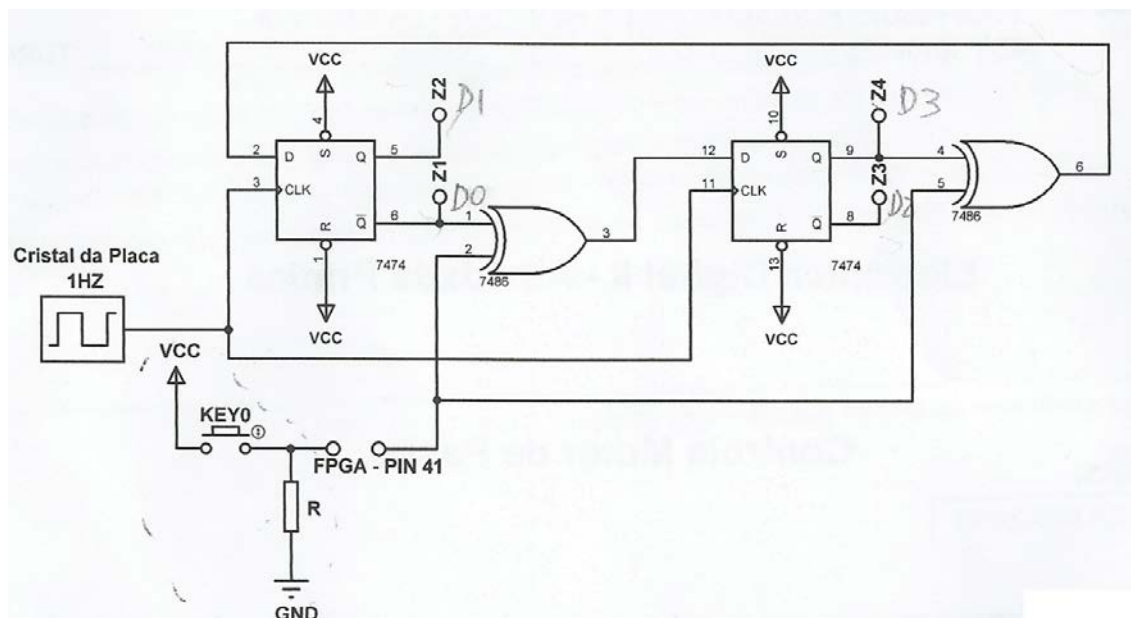


Figura 6 - Circuito montado

² Quanto aos CI's utilizados, pode-se realizar consulta de seus diagramas esquemáticos disponibilizados pelos fabricantes em "Anexo".

O CI principal utilizado foi o 7474, o qual possui dois Flip-Flops tipo D em sua estrutura interna. Assim como no experimento anterior, houve várias etapas durante a realização do experimento:

1ª etapa - Divisores de frequência:

Neste experimento, era necessário fazer o motor girar em vários tipos de frequência. Sabe-se que na PCB didática só temos apenas um clock fixo de 25MHz.

Para obter-se outros valores de frequências, foi necessário criar vários componentes no *Quartus II* que fizessem a função de “divisor de frequência”. Para isso, foi necessário utilizar a função *MegaWizard Plug-In Manager* do software, como pode ser visto na Figura 7:

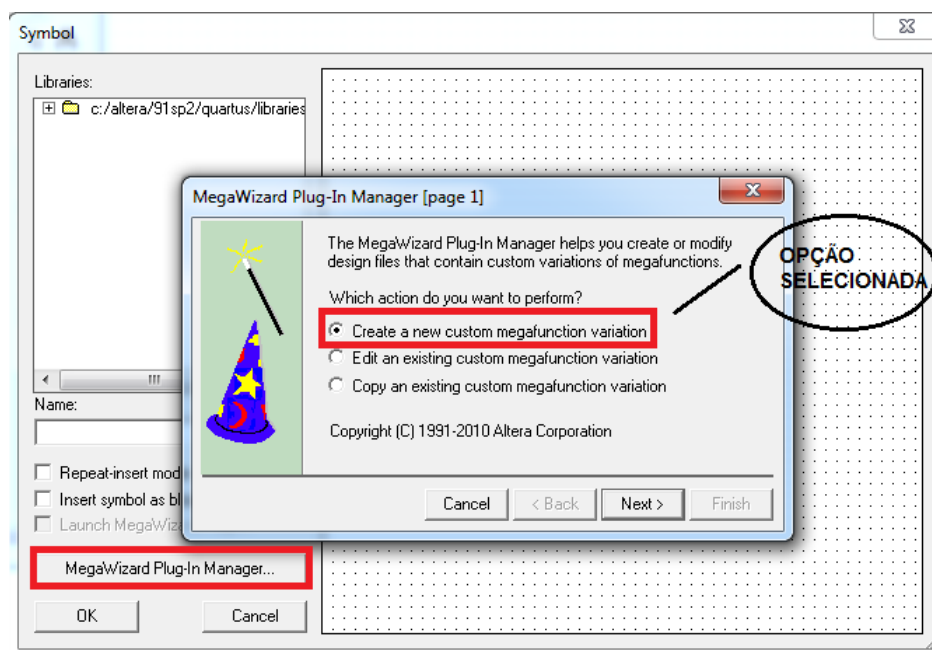


Figura 7 - Função “MegaWizard Plug-In Manager”

O mesmo processo do experimento anterior foi realizado: ao clicar em “next”, uma série de opções de escolhas aparece, as quais determinavam o tipo de componente que se desejava criar. Escolhe-se então a opção “Arithmetic” e em seguida LPM_COUNTER, como pode ser visto na Figura 8:

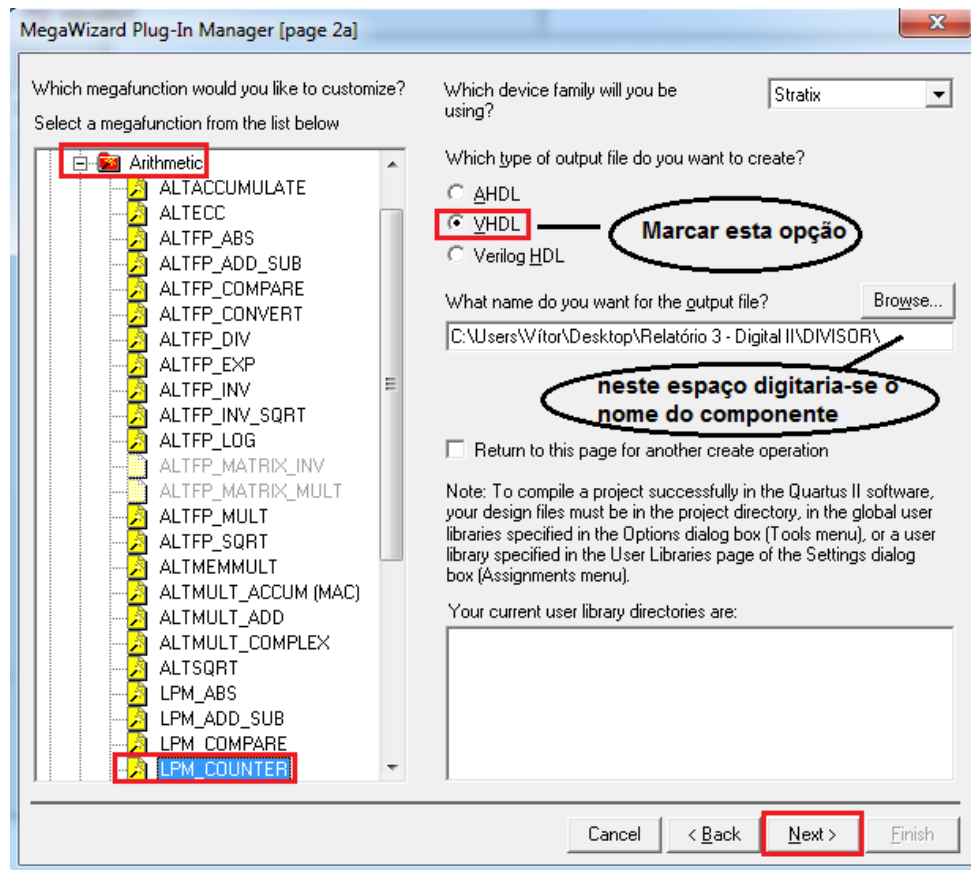


Figura 8 - Criando o componente divisor de frequência no Quartus II

Após isso, algumas janelas a mais, nas quais dever-se-ia definir o módulo do divisor, o número de bits da saída Q e habilitar um terminal *carry-out* adicional.

Então bastava-se repetir este mesmo processo várias vezes, somente mudando o módulo do divisor, criando assim diversos clock's com diferentes frequências.

2ª etapa – Montagem do circuito:

Depois dos divisores de frequência, bastava a montagem do restante do circuito. A princípio, iria-se utilizar o integrado ULN2803, porém ele não continha na biblioteca do Quartus II, então utilizou-se o CI citado anteriormente, o qual possui função equivalente ao ULN2803.

Como disse-se, uma unidade de 7474 equivale a dois FF tipo D. Então precisava-se utilizá-lo para montar o circuito proposto:

Na montagem feita no Quartus II, os flip-flop's da Figura 5 são representados diretamente pelo CI 7474, como pode ser visto pela Figura 9, as quais mostram o circuito inteiro montado no software:

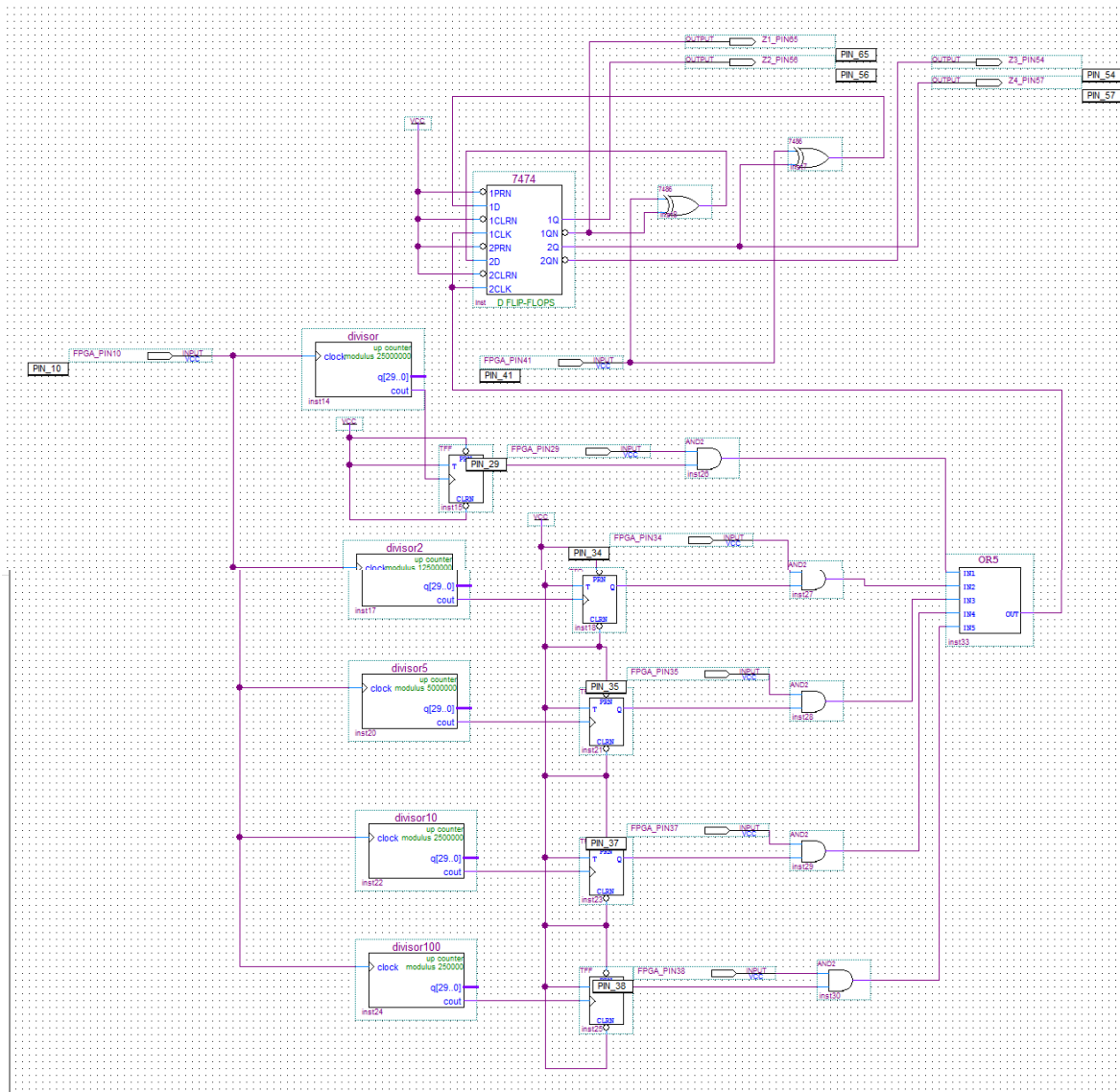


Figura 9 - Circuito montado no software Quartus II

Como pode ser visto, em todos os relógios (clocks) há uma porta AND conectada a um input, que depois segue para uma porta OR. São esses inputs que definirão qual clock estará sendo utilizado, pois elas se tratam de chaves que alternam entre V_{CC} e GND. Sabe-se que a saída Q dos FF tipo T estão sempre comutando (pois a entrada T está conectada a V_{CC}), ou seja, caso o input estiver em nível lógico alto, o clock do flip flop T será transmitido na saída da AND e sendo conduzido à entrada da OR.

3ª etapa – Definição dos pinos

Na Figura 10 é possível ver o Pin Planner, que é a ferramenta onde se definem os pinos dos inputs e outputs utilizados no circuito. A figura indica o que significa cada pino:

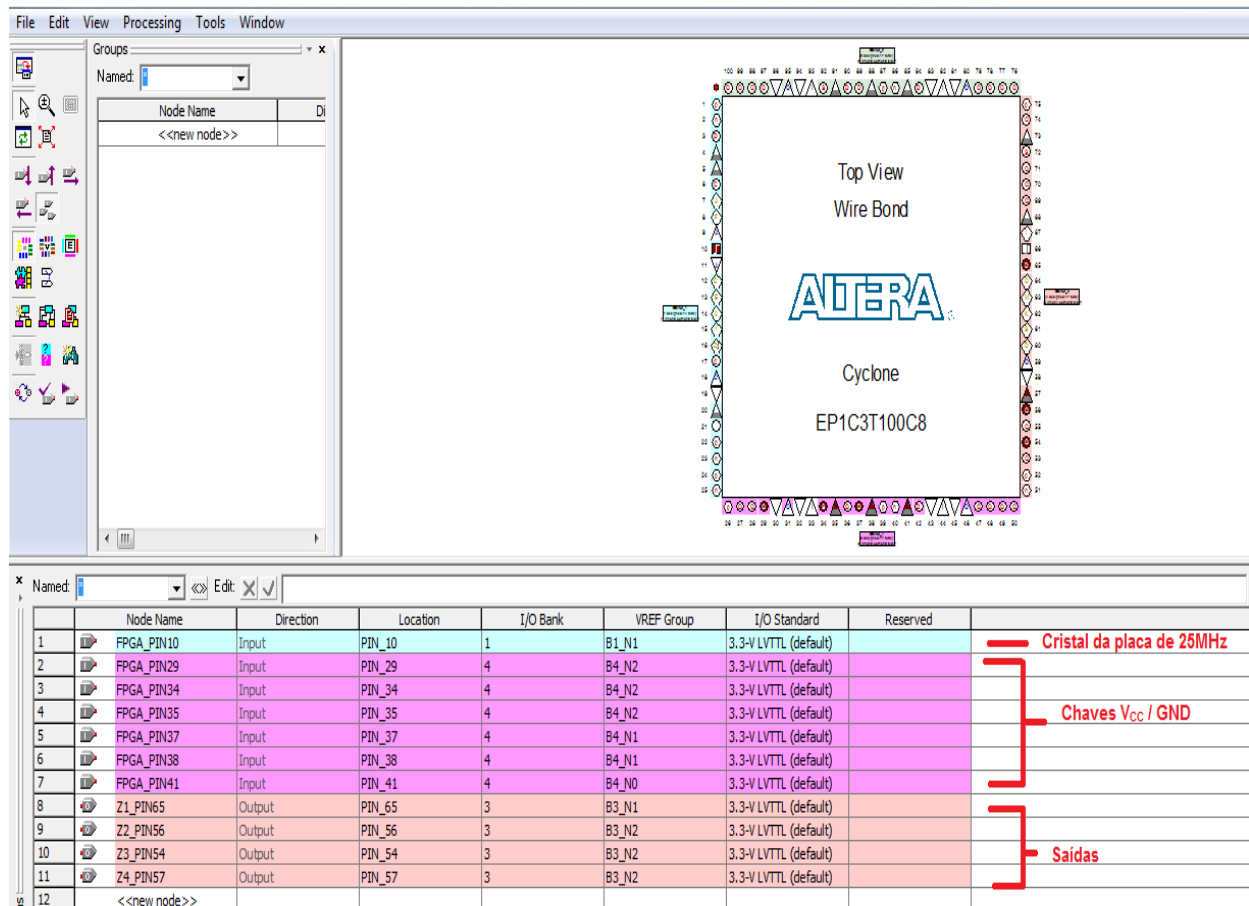


Figura 10 - Definindo os pinos das inputs e outputs

Diferentemente do experimento anterior, neste foi preciso que se programasse a PCB para armazenar a lógica criada no Quartus II em sua memória flash. Para isso, foi necessário que utilizasse o menu *Programmer*, e seleccionasse o modo “Action Script”.

3. Discussão dos resultados

3.1 Verificação da rotação

Os resultados apresentados pelo motor de passo foram exatamente os esperados teoricamente.

A Figura 13 é a fotografia da verificação prática do circuito. Vê-se em primeiro plano o motor a girar, com as devidas conexões de suas bobinas com as saídas do CI 7474. Ao fundo localiza-se a placa de circuito impresso (PCI – *printed circuit board PCB*) com o dispositivo programável, realizando as ligações na matriz de contato.

Observa-se que, além das conexões já feitas, é necessário conectar o pino 9 do ULN 2803 e o terminal GND da PCB didática ao terra da fonte de 5V_{cc}.

Quanto ao botão KEY_0 (Pino 41 da PCB) foi atribuída a função de executar a inversão do sentido de rotação, ao aplicar estado lógico 1 nas portas XOR (segundo esquemático da Figura 6) invertendo, assim, os níveis disponíveis na saída destas mesmas portas.

A Figura 14 apresenta outra fotografia do motor de passo.

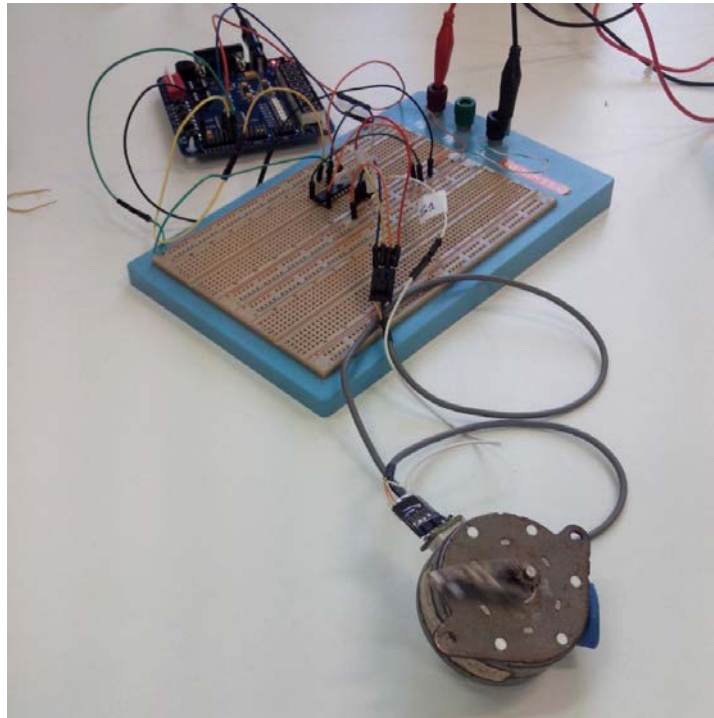


Figura 11 - Foto 1 do experimento



Figura 12 - Foto 2 do experimento

3.2 Verificação da corrente no motor

Após a verificação da rotação do motor, foi realizada a análise da corrente elétrica do mesmo de acordo com a frequência. Para isso foi utilizado um multímetro digital também disponibilizado pela instituição.

A Figura 12 mostra a placa juntamente com o multímetro e em seu visor a corrente (em ampères) para a frequência de 10Hz.

A Tabela 1 apresenta os dados coletados:

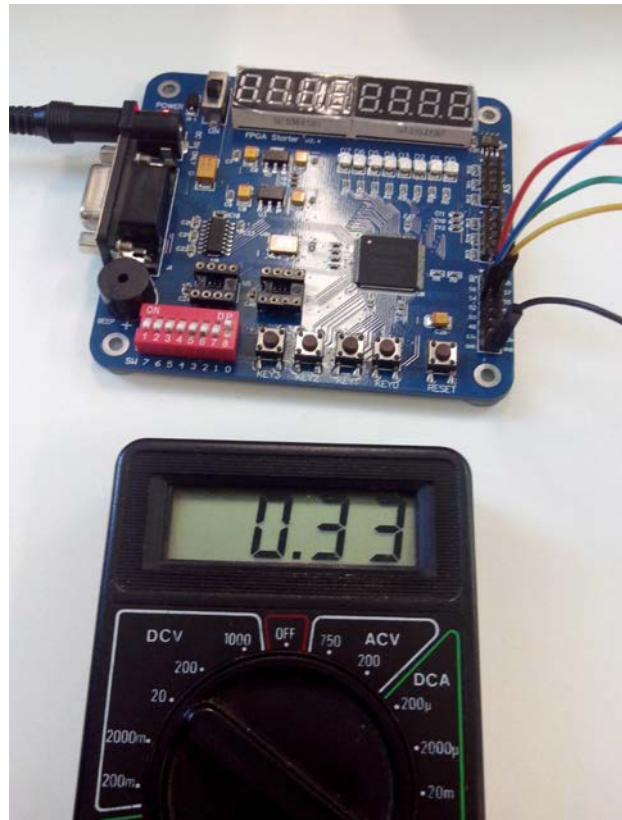


Figura 13 - Foto 3 do experimento

Frequência (Hz)	Corrente (A)	Estado de operação
1Hz	0,350	Normal
2Hz	0,350	Normal
5Hz	0,340	Normal
10Hz	0,330	Normal
50Hz	0,290	Normal
100Hz	0,280	Normal
1kHz	-	Falhas de rotação
10kHz	-	Falhas de rotação

Tabela 4 - Tabela para corrente de acordo com a frequência

Como se vê, a frequência é relevante quanto a questões de corrente elétrica percorrida no motor. Isto é devido à velocidade de alteração do estado lógico disponível nas bobinas: por conseguinte a tensão não se eleva totalmente a 5V_{DC} (*high*) novamente voltando à 0V (*low*).

Quanto aos estados de operação e falhas de rotação observadas serão melhor detalhadas no tópico “Considerações relevantes” com as conclusões.

A Figura 15 apresenta outra fotografia com um valor diferente para a corrente.

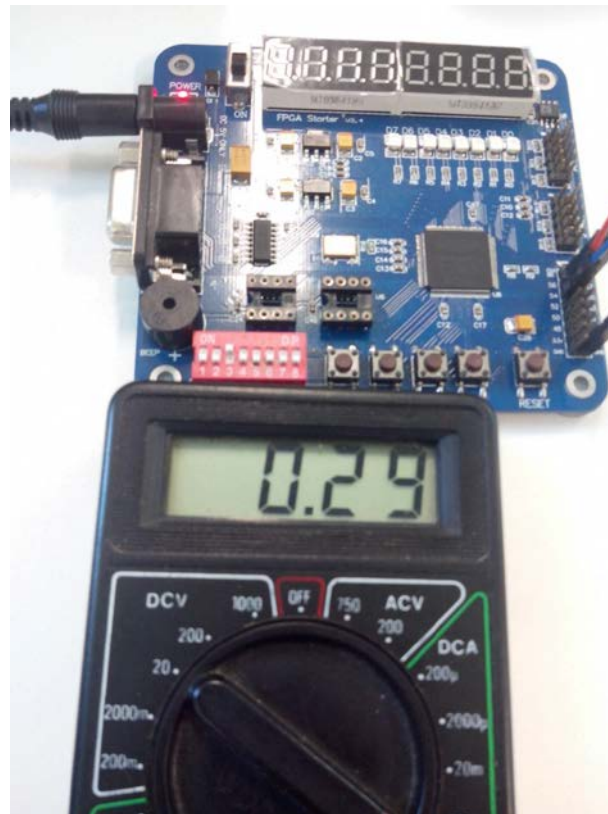


Figura 14 - Foto 4 do experimento

4. Considerações relevantes

4.1 Motor de passo

Os motores de passo são amplamente aplicados em equipamentos que necessitam da rotação/movimentação de objetos como em: impressoras, injeção eletrônica e automação industrial. Como foi visto, sua característica principal não é o torque ou a velocidade angular, mais sim a precisão e a possibilidade de controle minucioso de seu ângulo de rotação.

Diferentemente de outros tipos de motores, os de passo dependem mais da frequência a que os pulsos elétricos são aplicados em seus terminais do que a tensão ou corrente que circula pelas suas bobinas. De acordo com o estudado, sua rotação não é dada pelo tempo em que suas bobinas recebem nível lógico alto, mas sim pela quantidade de pulsos inferida.

4.2 FPGA

O dispositivo lógico programável facilita consideravelmente a operação do circuito controlador de motor de passo. Oferecendo possibilidades de alteração de frequências e de decisão do sentido de rotação, como foi verificado. Relata-se que o dispositivo utilizado (PCB com FPGA Altera versão Cyclone I modelo EP1C3T100C8) não apresentou problemas, executando com sucesso a lógica que foi lhe atribuída.

4.3 Frequências

Quanto às diferentes frequências aplicadas, afirma-se que elevando-a, a corrente percorrida pelo motor é rebaixada, porque dificulta a ascensão total e estabilização de nível lógico alto, logo abaixando o estado para retornar o ciclo de operação.

Também aumentando a frequência a altos valores, o motor de passo passa a responder em forma de falhas de rotação, apresentando ruídos, travamentos e vibrações. Verificou-se que tais erros somente apareceram ao ultrapassar o ponto de ressonância, o que foi entre 1kHz e 10kHz (frequências aplicadas).

Comenta-se que uma solução para, ao menos, a redução deste problema é a opção por uso de outros modos de rotação, como meio-passo ou micropasso, pois tais modos rotacionam com incrementos angulares de menor valor, possuindo mais passos por revolução.

5. Referências

WESTPHAL, Carolina; SILVA, Marcos Leal da. Controle de motor de passo. Disponível em: <http://fpgaparatodos.com.br/exemplos-de-aplicacao/exemplos-didaticos/20-controle-de-um-motor-de-passo.html>. Acesso em 30 out. 2014.

ULN2803. J-OMEGA. Disponível em: <http://www.j-omega.co.uk/Downloads/ULN2803.pdf>. Acesso em 30 out. 2014.

7474. FAIRCHILD SEMICONDUCTOR. Disponível em: http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheets/70/375703_DS.pdf. Acesso em 30 out. 2014.

MOTOR DE PASSO. UFF. Disponível em: <http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/stepmotor/stepmotor2k81119.pdf>. Acesso em 30 out. 2014.

MOTOR DE PASSO. PPGEL – UFSJ. Disponível em: <http://www.ppgel.ufsj.edu.br/uaisoccer/downloads/1272062510.pdf>. Acesso em 31 out. 2014.

AULA3 – MOTOR DE PASSO. FEIS – UNESP. Disponível em: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/aula3-motor-de-passo-2013-1-13-03-2013-final.pdf>. Acesso em 31 out. 2014.

MICROSTEPPING. Disponível em: <http://www.nmbtc.com/step-motors/engineering/full-half-and-microstepping/>. Acesso em 31 out. 2014.

6. Anexo

Diagrama esquemático do CI 7474

FAIRCHILD

SEMICONDUCTOR™

August 1986
Revised March 2000

DM74LS74A

Dual Positive-Edge-Triggered D Flip-Flops with Preset, Clear and Complementary Outputs

General Description

This device contains two independent positive-edge-triggered D flip-flops with complementary outputs. The information on the D input is accepted by the flip-flops on the positive going edge of the clock pulse. The triggering occurs at a voltage level and is not directly related to the transition time of the rising edge of the clock. The data on the D input may be changed while the clock is LOW or HIGH without affecting the outputs as long as the data setup and hold times are not violated. A low logic level on the preset or clear inputs will set or reset the outputs regardless of the logic levels of the other inputs.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS74AM	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS85ASJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS74AN	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram

Pinout: 14: VCC, 13: CLR 2, 12: D2, 11: CLK 2, 10: PR 2, 9: Q2, 8: Q-bar 2, 7: GND, 6: Q-bar 1, 5: Q1, 4: PR 1, 3: CLK 1, 2: D1, 1: CLR 1.

Function Table

Inputs				Outputs	
PR	CLR	CLK	D	Q	Q̄
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H (Note 1)	H (Note 1)
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q ₀	Q̄ ₀

H = HIGH Logic Level
X = Either LOW or HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level
↑ = Positive-going Transition
Q₀ = The output logic level of Q before the indicated input conditions were established.

Note 1: This configuration is nonstable; that is, it will not persist when either the preset and/or clear inputs return to their inactive (HIGH) level.

DM74LS74A Dual Positive-Edge-Triggered D Flip-Flops with Preset, Clear and Complementary Outputs

© 2000 Fairchild Semiconductor Corporation DS006373

www.fairchildsemi.com

Connection Diagram

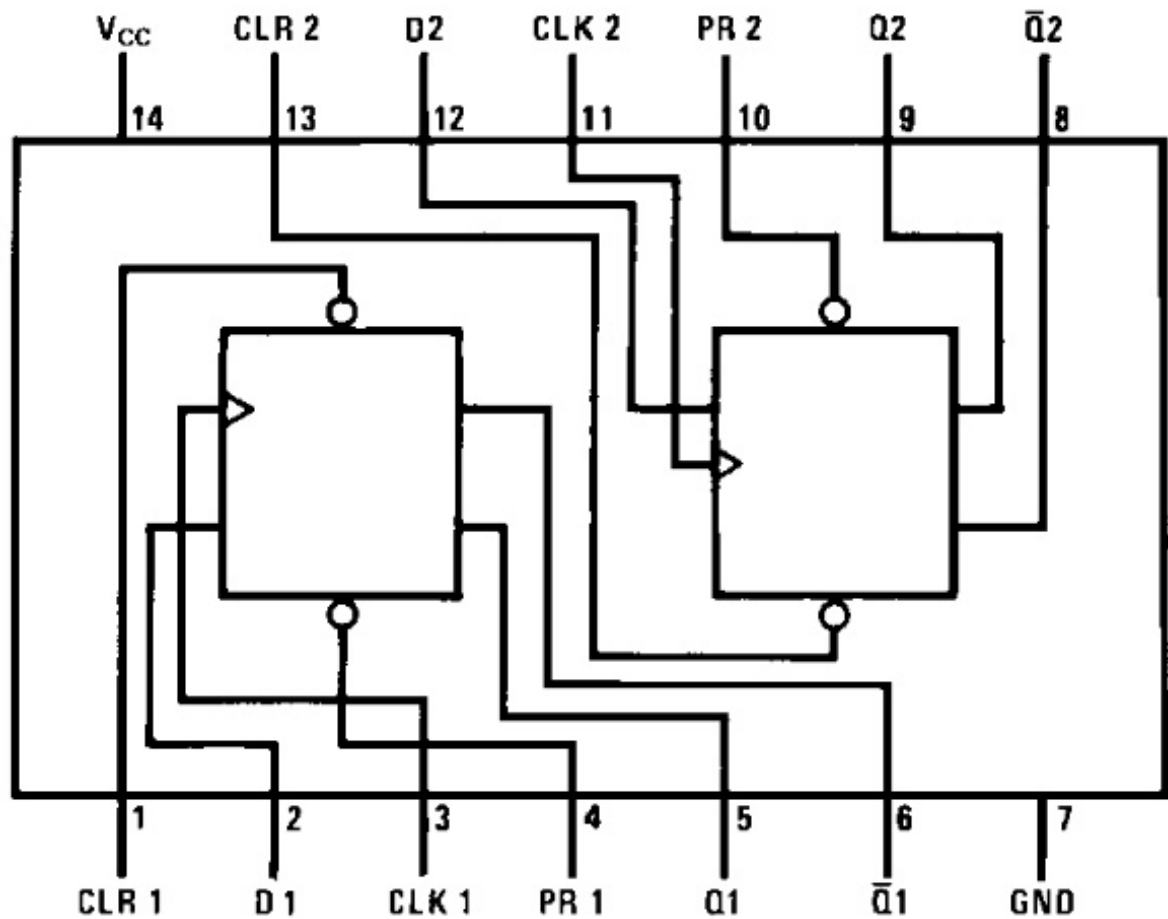


Diagrama esquemático do CI ULN2803



Octal High Voltage,
High Current Darlington
Transistor Arrays

The eight NPN Darlington connected transistors in this family of arrays are ideally suited for interfacing between low logic level digital circuitry (such as TTL, CMOS or PMOS/NMOS) and the higher current/voltage requirements of lamps, relays, printer hammers or other similar loads for a broad range of computer, industrial, and consumer applications. All devices feature open-collector outputs and free wheeling clamp diodes for transient suppression.

The ULN2803 is designed to be compatible with standard TTL families while the ULN2804 is optimized for 6 to 15 volt high level CMOS or PMOS.

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^{\circ}\text{C}$ and rating apply to any one device in the package, unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Output Voltage	V_O	50	V
Input Voltage (Except ULN2801)	V_I	30	V
Collector Current – Continuous	I_C	500	mA
Base Current – Continuous	I_B	25	mA
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to +70	$^{\circ}\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	–55 to +150	$^{\circ}\text{C}$
Junction Temperature	T_J	125	$^{\circ}\text{C}$

$R_{\theta JA} = 55^{\circ}\text{C/W}$
Do not exceed maximum current limit per driver.

ORDERING INFORMATION

Device	Characteristics		
	Input Compatibility	$V_{CE}(\text{Max})/I_C(\text{Max})$	Operating Temperature Range
ULN2803A	TTL, 5.0 V CMOS	50 V/500 mA	$T_A = 0 \text{ to } +70^{\circ}\text{C}$
ULN2804A	6 to 15 V CMOS, PMOS		

Order this document by ULN2803/D

ULN2803
ULN2804

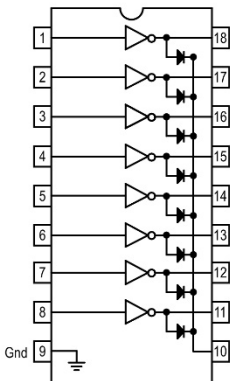
OCTAL PERIPHERAL
DRIVER ARRAYS

SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA



A SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707

PIN CONNECTIONS



PIN CONNECTIONS

