





Prof. Edgar Zuim

ÍNDICE

Tópicos	Página
Painel de Controle (Control Panel)	4
Extensões do Eagle	4
Arguivos de backup	5
Configurações individuais	5
Interface do usuário	6
Controles: Pulldown menu	8
Action toolbar	8
Parameter toolbar	9
Command buttons	10
Command texts	11
Sheet thumbnails	11
Bubble help	12
User guidance	14
Always vector font	14
Grids e coordenadas x, y	16
Conversões de medidas	19
Botões de comando	20
Teclas de atalho	21
Conhecendo alguns comandos e ferramentas:	22
Zoom	22
Stop	23
Text	24
Add	25
Move, Rotate	30
Name, Value	34
Smash	36
Сору	37
Cut, Paste	39
Mirror	42
Wire, Circle, Rect, Arc, Polygon	43
Mark	45
Invoke	46
Gateswap	49
Pinswap	50
Iniciando o Schematic	51
Inserindo uma moldura na área de trabalho	55
Posicionando os componentes no Schematic	56
Comando Info	58
Interligando os componentes no Schematic	59
ERC e Errors no Schematic	63
Iniciando o Board	68
Comando / Ferramenta Ratsnest	71
Roteando manualmente	75
Comando / Ferramenta Show	75

Comando / Ferramenta Route	77
Comando / Ferramenta Ripup	79
DRC e Errors no Board	80
Identificando o projeto	84
Comando / Ferramenta Display	85
Gerando lista de materiais	86
Comando Run	87
Colocando furos para fixação da placa	89
Ponto comum de terra (chapado ou Copper Area)	90
Roteamento automático	94
Comando / Ferramenta Auto	94
Roteamento automático na área de cobre (chapado)	98
Projeto a partir do Board	103
Comando / Ferramenta Hole	106
Comando / Ferramenta Signal	109
Projeto: Detector de Nível Lógico	113
Projeto: Gerador de Clock	120
Comando / Ferramenta Label	122
Impressão	130
Visualização da máscara de solda	132
Auto roteamento seletivo	133
Comando / Ferramenta Miter	137
Cam Processor – Geração de arquivos Gerber	139
Gerando arquivos Gerber	141
Criando arquivos de furação	146
Visualização dos arquivos Gerber com o programa Viewplot	151
Gerando imagem negativa do layout para impressão	157
Apêndice 1 – Barramentos no Eagle	161
Apêndice 2 – Criação de biblioteca de componentes	165

TUTORIAL EAGLE VERSÃO 5.9

O Software EAGLE é destinado ao desenho de diagramas esquemáticos e elaboração de placas de circuito impresso (layouts), não sendo utilizado para executar simulações, como ocorre com o Proteus e Multisim.

Ao clicar no ícone do EAGLE, abrirá uma janela que é o Painel de Controle (*Control Panel*), conforme abaixo:

Control Panel - EAGLE 5.	9.0 Professional	
File View Options Window	Help	_
Name	Description Libraries	EAGLE
Design Rules User Language Programs Scripts	User Language Programs Script Files	Easily Applicable Graphical Layout Editor
⊞ CAM Jobs ⊞ Projects	CAM Processor Jobs	Version 5.9.0 for Windows
		Professional Edition
		Copyright (c) 1988-2010 CadSoft All rights reserved worldwide
		Network License #6397917788- LSR-WLM-NCP
		Registered to: Edgar Zuim

No painel de controle é possível criar, salvar e abrir projetos, bem como executar a configuração de parâmetros importantes que o usuário poderá definir no decorrer do projeto.

A versão utilizada neste tutorial é a **5.9.0 Profissional**, embora o mesmo possa ser usado nas versões anteriores.

Extensões do EAGLE:

Nome	Uso	Extensão
Board	Editor de layout	*.brd
Schematic	Editor de esquema	*.sch
Library	Editor de biblioteca	*.lbr
Script File	Editor de texto	*.scr
User Language Program	Editor de texto	*.ulp

.

Arquivos de Backup:

Durante a execução de um projeto, o Eagle cria backups automaticamente do esquema (.sch), layout ou board (.brd) e biblioteca (.lbr), modificando suas extensões, até um máximo de 9 arquivos de backup.

Assim, *.sch* torna-se s#1...s#9; *.brd* torna-se b#1...b#9 e *.lbr* torna-se I#1... I#9.

Para configurar o backup, clicar no menu *Options* e em seguida em *Backup*:

File	View	Options	Window	Hel	р					
Name		Directo	ries		cription					
🗄 🛛 Lik	oraries	Backup			aries					
🗄 🛛 Design Ru		User in	terface		ign Rules					
∃ User Lang ∃ Scripts	Windov	v positions.	r Language Programs pt Files							
E C/	AM Jobs		CAM Processor Jobs							
. ⊕ Pr	ojects									

Maximum backup level	9								
Auto save interval (minutes)	5	*							
Automatically save project file									
OK Cancel									

A figura ao lado mostra que o backup foi configurado para a quantidade máxima permitida (total de 9) com intervalos de 5 minutos.

Observa-se que o campo *Automatically save project* file está marcado, indicando que o projeto será salvo automaticamente.

Onde é salvo o projeto e os arquivos de backup?

Durante a instalação do programa, é criada uma pasta em Meus Documentos com o nome de Eagle. Nessa pasta são salvos todos os backups bem como o projeto.

No Windows XP:

C: \Documents and Settings\usuário\My Documents\Eagle\nome do projeto

Configurações individuais:

Não obstante a instalação básica, o Eagle permite que sejam configurados vários parâmetros, como teclado e suas funções, menus e cor da tela e outros parâmetros mediante a edição de arquivos de script.

Ou seja, essas modificações poderão ser efetuadas após a instalação.

A figura abaixo mostra, por exemplo, o script padrão (default), para as cores. A partir de uma edição no Editor de Textos, esse padrão poderá ser

modificado de acordo com o desejo do projetista. Observe que a extensão é *.scr* (script).

•	Control	Panel	- C:\Do	cum	ents and Settings\EDG	jar	My Documents\ea;
File	View	Option	s Wind	dow	Help		
Vam	e		-		Description		Set the default colors:
	ibraries Design Ri Jser Lan Scripts	ules guage Pro defaultco	ograms lors.scr	N	Libraries Design Rules User Language Programs Script Files Set the default colors:		
	羀 17	Fext Edi	tor - C	:\Pro	gram Files\EAGLE-5.9	9.0)\scr\defaultcolors.
	File	Edit W	indow	Help			
	⊯ Se	t the	defau	ilt (colors:		
	set	palett	e bla	ck;			
	set set set set set set set set set set	palett palett palett palett palett palett palett palett palett palett palett palett	.e 0 .e 1 .e 2 .e 3 .e 4 .e 5 .e 6 .e 9 .e 10 .e 11 .e 13 .e 14 .e 15	0xF) 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB	F000000; 43232C8; 432C832; 432C8C8; 4C83232; 4C832C8; 4C8C832; 4C8C832; 4C8C8C8; 4C46464; 4000FFF; 400FFF00; 400FFFF; 4FF0000; 4FFFF00; 4FFFFFF;		
	set	palett	e col	.ore	±;		
	set set set set set set set set	palett palett palett palett palett palett palett palett	e 0 e 1 e 2 e 3 e 4 e 5 e 6 e 7 e 9 e 10	0xF) 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB 0xB	FEEEECE; 4000080; 4008000; 4008080; 4800000; 4800080; 4808000; 4808080; 4808080; 40000FF; 40000FF;		
	1:1	INS LOS	ided C:/	Progra	am Files/EAGLE-5.9.0/SCF/00	era	uncolors.scr

Interface do usuário:

A figura a seguir mostra essa configuração, obtida em *Control Panel – Options – User Interface.*

	🖊 Control	Panel - C	:\Doc	uments	and	Settings	\EDG			
	File View	Options	Windo	dow Help						
	Name	Directori	ies		criptior	ı				
	Libraries	Backup.			aries ion Rul	ec.				
	User Lang E Scripts	User into Window	positio	ns	r Langu ot Files	uage Progr	rams			
📕 User interface										×
-Controls				Layout						
Pulldown menu				Backgro	und:	 Black 	⊖ wł	ite (Colored	
Action toolbar				Cursor:		Small	🔘 Lar	ge		
Parameter toolb	ar									
Command butto	ns			Schema	tic —					
Command texts				Backgro	ound:	O Black	⊙ Wł	ite (Colored	
Sheet thumbnail	S			Cursor:		🔿 Small	 Lar 	ge		
Misc										
Always vector fo	ont									
✓ Limit zoom facto	r									
Mouse wheel zoom	1.2									
External text editor				 Bubbl User 	e help guidan	ce				
							ОК		Cancel]

A parte mais importante dessa configuração está no ajuste da cor de fundo da área de trabalho (background), tanto para o Schematic como para o Layout (PCB ou Board), além do tipo de cursor a ser utilizado para a movimentação e fixação dos componentes.

Veja na figura a seguir as diferenças entre os tamanhos do cursor: *small* e *large* respectivamente:

🕮 1 Schematic - C:\Documents and Setting	🕄 1 Schematic - C:\Documents and Setting
File Edit Draw View Tools Library Option	File Edit Draw View Tools Library Optio
i 🔁 🔚 🎒 🔚 🚼 1/1 🔽 🗰 📖	i 🔁 📑 🎒 📰 💲 1/1 🔽 🗰 🛒 🖳
<u>;</u>	1
0.1 inch (2.0 2.2)	0.1 inch (2.5 2.3)
■ E	
↔ <u>₹</u> <u>₹</u>	↔ \$\$
ti ♣ +	中
	··· 4
* >	6 >

Outro parâmetro importante é o zoom introduzido pelo scroll (rolagem) do mouse (*Mouse Wheel zoom*). O padrão ideal para trabalhar é o default 1.2, no entanto poderá ser modificado conforme desejo do projetista. Um fator maior, significa que a cada *step* do scroll o zoom será incrementado com base no fator introduzido. Essa função é desabilitada quando é introduzido o fator 0.

A figura a seguir mostra um componente com dois fatores de zoom (1.2 e 2.4 respectivamente).



→ *Pulldown menu* – elimina o menu da área de trabalho (layout e schematic).

Veja abaixo na figura superior que a barra de menu aparece, por estar o campo *Pulldown menu* marcado ou habilitado.

1 Schematic - C:\Documents and Settings\EDGAR\My Documents	ocun
File Edit Draw View Tools Library Options Window H	
: 🚘 🔚 🎒 📰 🖁 1/1 🕑 🗰 🧱 🖳 🔍 🔍	
:	
0.1 inch (-3.1 -2.3)	
I •	
+++ **	

Com o campo Pulldown menu desmarcado

🖫 1 Schemat	ic - C:\Docu	ments ar	nd Settir	ngs\EDG/	AR\My D)ocun
i 🗠 🖪 🎒 🛛	1/1	v		. 🔍 🕀	, <u>Q</u> , 🛛	<u>9</u>
:						
• • 0.1 ind	h (-7.0 -2.9)					
• #						
↔ <u><u>₹</u><u>₹</u></u>						
eia 🐥						
E 🌮						
8 >						

→ Action toolbar – serve para habilitar ou desabilitar a barra de ferramentas de ação, como Abrir, Salvar, Imprimir, etc.

As figuras a seguir mostram essa condição.

2 1	Schei	matic -	C:\Do	cumen	ts and S	ietting	s\ED	GAR\M	y Do	cum	ents	s\eag	gle\A	POS	TILA
File	Edit	Draw	View	Tools	Library	Optior	ns I	Window	He	lp					
i 🗠		B 📕	₽ 1/	1 💙		U EU	Q	<u>R</u> Q	R	<u>9</u>	ĸ	$\mathbf{C}^{\mathbf{a}}$	500		?
:															
i <	• •	1 inch (0	.3 1.2)												
21	Sche	matic -	C:\Do	cumen	ts and S	Setting	s\ED	GAR\M	ly Do	cun	nent	s\ea	gle\A	POS	TILA
File	Edit	Draw	View	Tools	Library	Optio	ns	Window	He	lp					
:															
i '	 ● ●	1 inch (0).0 1.6)												

Na primeira figura o controle *Action toolbar* está habilitado, enquanto que na segunda figura o mesmo está desabilitado.

→ Parameter toolbar – elimina os parâmetros dinâmicos da barra de ferramentas abaixo da barra de ação.

Por exemplo, quando você aciona o comando *Wire*, através do ícone correspondente ou digita o comando, aparecem os parâmetros desse comando.



Se você acionar o comando *Wire* pelo ícone, o efeito é o mesmo, porém não aparecerá o nome da função no campo de digitação.

A figura a seguir mostra o mesmo comando, porém com o campo *Parameter toolbar* desabilitado.



Observe que os parâmetros não são visíveis.

→ Command buttons - Quando esse campo é desabilitado todo o comando deve a ser digitado ou deve ser utilizado o botão direito do mouse.

Isto é interessante quando se deseja aumentar a área de trabalho.

Veja a diferença na figura abaixo, onde à esquerda o referido campo está marcado ou habilitado.



Como não aparece a barra de menu, significa que o campo *Pulldown menu* também está desabilitado.

→ Command texts – quando habilitado, mostra comandos do lado direito da área de trabalho, conforme ilustra a figura abaixo:



→ Sheet thumbnails – mostra o slide do esquema.

Pode ser útil quando um projeto é composto de várias folhas.

A figura abaixo mostra esse campo marcado (habilitado).



Ao clicar com o botão direito do mouse no slide, pode-se criar uma nova folha de esquema:



Da mesma forma, pode-se também remover a folha de esquema clicandose em *Remove*.

Ao se clicar com o botão direito do mouse nas barras de ferramentas, parâmetros ou na barra de botões de comando, ou ainda, em alguns botões de comando, as configurações do *Control Panel*: Sheets, Actions, Command buttons e Command texts podem ser habilitadas ou desabilitadas. Veja a figura abaixo.



→ Bubble help – mostra o significado ou aplicação dos botões de comando quando o cursor do mouse é colocado sobre ele, através de um "pop-up".

A figura a seguir mostra o "pop-up" de um botão de comando. Tem muita utilidade, pois não é preciso decorar as funções dos botões.



Dica:

Clicando com o botão direito do mouse em alguns botões de comando, será mostrado um histórico de ações do projeto corrente.

A figura abaixo mostra o histórico do botão de comando Add.



Observe os componentes e suas respectivas bibliotecas.

Todos estão disponíveis para a colocação na área de trabalho, não havendo necessidade de procurá-los novamente nas bibliotecas.

Isto agiliza bastante principalmente em projetos com muitos componentes semelhantes como capacitores, resistores, etc.

Veja a figura a seguir:

🕄 1 Schematic - C:\Documents a	1 Schematic - C:\Documents
File Edit Draw View Tools Lit	File Edit Draw View Tools L
i 🚘 🔚 🎒 🚟 🔓 1/1 🔽 📢	i 🚘 🖬 🎒 📅 🕆 1/1 🔽 📢
:	
0.1 inch (-1.6 4.0)	0.1 inch (-1.4 4.0)
• 12	
↔ <u>*</u> *	↔ %%
4 4	印 护
* >	* >
×	X
1N4004 (diode.lbr)	‡£ ••₽
₽3 4503N (45xx.lbr) 45	
R2 350760-4 (con-amp.lbr)	
M5-T144 (amd-mach.lbr)	<u>م</u> ۲
R-US_0411/3V (resistor.lbr)	V 28
R-US_0411/12 (resistor.lbr)	/ T
R-US_0309/10 (resistor.lbr)	00
R-U5_U3U9/12 (resistor.lbr)	

→ User guidance - quando essa caixa (checkbox) é marcada, habilita a função User guidance, que exibe um texto elucidativo, orientando o usuário qual seria a próxima ação significativa quando um comando está ativo.

Por default, essa função é habilitada.

No decorrer deste tutorial verificaremos a utilidade da mesma.

→ Always vector font – (sempre fonte vetor) altera o estilo da fonte

🔁 1 Schematic - C:\Documents and Settings\EDGA	
File Edit Draw View Tools Library Options Wir	
i 😋 🖬 🎒 🚟 🔒 1/1 🕑 🗰 📖 🔍 🔍	
;	
0.1 inch (-0.4 3.6)	Always vector font
Eagle PRO	desabilitado



As características do texto podem ser modificadas clicando com o botão direito do mouse sobre o mesmo (sinal de + à esquerda).

🕄 1 Sc	hematic	C:\Doc	umen	ts and	l Setti	ngs\El	DG
File Ed	dit Draw	View	Tools	Librar	у Ор	tions	W
) 🗠 🗖	i 🎒 🚰	⊉ 1/1	~	1		. 🔍	ŧ
;							
•	0.1 inch (-	1.5 4.1)					
∎ ∎ Ľ	E	ao	ıle	F	PR	C)
∲ [≵] ≵	* 5	Сору					
EP 🗗	×	Delete					
🖂 🏕	Е́З	Mirror					
$\not\leftarrow$	↓	Move					
× ₽	(†	Rotate					
11 0-0	•	Show					
8		Propertie	s				

Clicando em *Properties*, podemos modificar o texto quando ao tamanho, estilo, cor, etc.

🕄 Prop	erties 🔀
Text	
Position	-1.5 4.2
Angle	0
	Mirror
Size	0.07
Ratio	8%
Font	Proportional
Layer	91 Nets
Value	Eagle PRO
	OK Cancel Apply

Text	
Position	-1.5 4.2
Angle	0
	Mirror
Size	0.07
Ratio	8 %
Font	Proportional
Layer	Vector Proportional Fixed
value	
	OK Cancel Apply

Grids e Coordenadas x, y

Tem importância significativa no sentido de orientar a fixação de componentes na área de trabalho.

Os grids (grades) permitem um alinhamento dos componentes tanto no sentido vertical como no sentido horizontal, podendo ser configurados em:

mm - milímetro mil – milésimo de polegada inch - polegada mic - micrometro

O padrão de configuração é polegada (*inch*), pois muitos componentes, principalmente os circuitos integrados tem a distância entre os seus terminais especificada em polegadas.

O grid pode ser ajustado clicando no ícone correspondente ou em *Menu* – *View* – *Grid*, conforme mostra a figura abaixo:



🕄 2 Sc	ematic - C:\Documents and Settings\EDGAR\My Documen	ts
File Ed	t Draw View Tools Library Options Window Help	
i 🚘 🗖	الله الله الله الله الله الله الله ا	2
•••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	🖫 Grid	
. £	_DisplayStyle	
↔ %%	On Off Opts OLines	
Eja 📫		
🖸 🏕	Size: 0.1 inch 🖌 Finest	
1	Multiple: 1	
X &		
‡ _ 0+0	Alt: 0.01 inch 🖌 Finest	
	Default OK Cancel	

Normalmente, por se tratar de medida padrão internacional, costuma-se deixar as configurações como mostrada acima, podendo o usuário optar por ver ou não ver a grade (on = visível; off = invisível).

Caso o projetista deseje alterar as configurações, as opções são:

Display – mostra a grade (ligado/desligado) *Style* – estilo (pontos ou linhas) *Size* – medida (mm, mil, mic ou inch) *Multiple* – fator de multiplicação *Alt* – alternância

A figura abaixo mostra a área de trabalho com pontos e linhas:

🛚 2 Schematic - C:\Documents an	2 Schematic - C:\Documents and
File Edit Draw View Tools Libra	File Edit Draw View Tools Libra
i 🚘 🖶 🎒 🚟 🕆 1/1 🕑 🗰	i 🚘 🔚 🎒 🚟 🕆 1/1 🕑 🗰
:	:
• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	0.1 inch (-1.5 4.3)
	• E
	E3 护
	···· 14
륝 🍾	& >
Pontos (dots)	Linhas (lines)

A tecla de atalho para mostrar / esconder a grade é F6.

Durante a fixação ou movimentação dos componentes, através do cursor do mouse, um campo no lado superior esquerdo da área de trabalho mostra as coordenadas x e y.



A posição 0,0 é mostrada por uma marca na área de trabalho em formato de uma pequena cruz, conforme ilustra a figura a seguir.

1 Schematic - C:\Documents and Settings\EDGA	1 Schematic - C:\Documents and Settings
File Edit Draw View Tools Library Options Win	File Edit Draw View Tools Library Option
i 🔁 📑 🎒 📰 🖁 1/1 🕑 🗰 🗮 🖳 🔍 🕵	i 🔁 🔚 🎒 📰 🖹 1/1 🕑 🗰 🕎 📖 (
į III.	:
0.1 inch (13.4 - 13.7)	• • • • • • • • • • • • • • • • • • •
↔ %%	↔ %%
4 4	ti ↓
··· 4	
5 >	8 D
🗙 💫 indica 0,0 🕂	
¢⊥) ••ĝ	\$ ⊥ ••ĝ
83	23

Quando o ajuste do size é feito em 0.1 inch, múltiplo 1, significa que o posicionamento relativo do cursor entre os limites do *grid* é 0.1 (incremento e decremento), tanto na posição *x* como em *y*. Isto pode ser observado à medida que o cursor é movimentado.



Se for configurado o parâmetro multiple = 2, então o posicionamento relativo do cursor entre os limites do *grid* passa a ser 0.2; se for ajustado em 3, passa a ser 0.3 e assim por diante.

Levando-se em consideração que normalmente o padrão usado é polegada (*inch*), segue um breve comentário sobre conversões:

1 polegada = 2,54 cm ou 25,4 mm

1 mil (milésimo de polegada) = 0,0254mm

1.000mils = 1.000 x 0,0254 = 25,4mm = 2,54cm = 1 polegada

Exemplos:

1. Convertendo 3mm em mil:

$$\frac{3\text{mm}}{0,0254} = 118\text{mil}$$

2. Quantos centímetros equivalem 2.600mils?

 $2.600 \times 0.0254 = 66.04 \text{mm} = 6.604 \text{cm}$

3. Quantos mils equivalem 5,8cm?

5,8cm = 58mm

 $\frac{58\text{mm}}{0,0254}$ = 2.283,4mils

BOTÕES DE COMANDO

				-		
EDITO)R D	E ES	QUEMA	I	EDITOR P	СВ
Info	i	۲	Show	Info	i 📀	Show
Display		₽.	Mark	Display	🖣 🔛	Mark
Move		££	Сору	Move	↔ <u><u>₹</u>₹</u>	Сору
Mirror	ΕЗ	4	Rotate	Mirror	Eþa 📫	Rotate
Group	\square	Þ	Change	Group	0 🎤	Change
Cut	÷	\geq	Paste	Cut	F ゝ	Paste
Delete	×	Ð	Add	Delete	× �	Add
Pinswap	\$‡	¢₊ĝ	Replace	Pinswap	\$ _ ••§	Replace
Gateswap	83			Lock	Ð	
Name	R2 IOk	1017	Value	Name	R2 R2	Value
Smash	<u>يت</u>	r	Miter	Smash	± ۲	Miter
Split	V	55	Invoke	Split	\$ 1.	Optimize
Wire	/	Т	Text	Route	~ %	Ripup
Circle	0	\mathbf{c}	Arc	Wire	/ Т	Text
Rect			Polygon	Circle	00	Arc
Bus	٦	The second se	Net	Rect		Polygon
Junction	-+-	MBC	Label	Via	• `	Signal
Attribute	è			Hole	⊕ <a>#	Attribute
Erc	€	•	Errors	Ratsnest	Χ#	Auto
				Erc	€ €	Drc
				Errors	•	

A figura acima mostra os botões de comando do Eagle.

À esquerda estão dispostos os botões de comando para o Schematic e à direita para o Board (layout ou PCB).

No entanto, o acesso aos comandos pode ser feito de outra forma, conforme veremos durante o desenvolvimento deste tutorial.

A título de exemplo, veja na figura abaixo que ao clicar com o botão direito do mouse no componente fixado na área de trabalho, um menu (pop-up) é aberto com todas as opções para esse componente.



TECLAS DE ATALHO

Muitas teclas de atalho são predefinidas, exceto a tecla de atalho F1 que se destina ao HELP.

Essas teclas podem ser modificadas através do *Menu/Options* no Schematic ou Board.

🕄 1 Sche	matic - C:\Documents and Settings\EDGAR\My Documents\eagle\APOSTI
File Edit	Draw View Tools Library Options Window Help
े 🗠 🖥 🕯	🚍 🚟 Z 1/1 🔽 🐠 🕮 📖 🍳 🔍 🔍 🔍 의 💷 📓 1
: :::.	🗷 Assign
I 🗸	Key 🔶 Command
	Alt+BS Undo Shift+Alt+BS Redo k
↔ ££	F2 Window;
t∃ †	Alt+F2 Window fit F3 Window 2
🖸 🏕	F4 Window 0.5
F 🔰	F5 Window (@); F6 Grid;
X 🕸	F7 Move
\$ _ ∳•	F9 Undo
83	F10 Redo
ä /	OK Cancel New Change Del
17 22	

Veja abaixo as teclas definidas por default na instalação:

Alt + BS = Undo \rightarrow desfazer Shift+Alt+BS = Redo \rightarrow refazer F2 = Window redraw \rightarrow redesenha Alt+F2 = Window fit \rightarrow (zoom) preenche a tela F3 = Window 2 \rightarrow zoom com fator 2 F4 = Window 0,5 \rightarrow zoom com fator 0,5 F5 = Window(@) \rightarrow centralização F6 = Grid \rightarrow mostra/esconde o grid F7 = Move \rightarrow ativa o comando Move F8 = Split \rightarrow ativa o comando Split F9 = Undo \rightarrow desfazer F10 = Redo \rightarrow refazer

OBS: BS = *backspace* (*tecla de retorno*)

CONHECENDO ALGUNS COMANDOS E FERRAMENTAS

Vamos conhecer alguns comandos e ferramentas importantes antes de iniciarmos efetivamente com o Schematic e Board, com a finalidade de proporcionar uma prévia noção da utilização e configuração.

No momento adequado outros comandos e ferramentas com suas funções serão mostrados.

ZOOM – é uma ferramenta de ação, cujas opções são: *Fit, In, Out, Redraw, Select*



Veja na figura a seguir um exemplo da aplicação do zoom - Select.

- 1 clicar no ícone Select;
- 2 selecionar a área a ser ampliada com o botão esquerdo do mouse;
- 3 liberar o botão esquerdo do mouse;
- O resultado é a área selecionada ampliada.

Observe que a área selecionada foi o resistor R2.





Para voltar, basta clicar sucessivamente em Z*oom out* ou em Z*oom fit* e depois, se necessário, em Z*oom out*.

STOP – é também uma ferramenta de ação que é utilizada para desativar um comando

nents\eagle\APOSTILA\aposti	nents\eagle\APOSTILA\aposti
မာ က 💷 📓 🥉	<u>କରାଲେ 🕷 </u>
algum comando ativo	indica comando desativado

Quando um comando estiver ativo, por exemplo, *Move, Mirror, Add*, etc. o ícone *Stop* permanece vermelho.

Para desativar basta levar o mouse até o ícone *Stop* e clicar que o mesmo mudará de cor indicando que o comando foi desativado.

TEXT – insere um texto em qualquer parte da área de trabalho

Após a inserção do texto é possível movê-lo, modificar seu tamanho, estilo, etc.

Quando o mesmo é inserido, observe que existe um pequeno sinal de +, que serve como orientação para editá-lo no sentido de formatá-lo e ver suas propriedades.





Verificando suas propriedades: (clicar com o botão direito do mouse no sinal + ou sobre o texto)



Resultado da aplicação do Mirror Associação paralela Associação paralela A visualização das propriedades de um texto foi mostrada nas páginas 12 e 13 deste tutorial.

ADD – para a inserção de componentes na área de trabalho

O comando *Add* permite inserir componentes e ou objetos na área de trabalho, a partir de uma biblioteca existente.



Esta biblioteca contém todas as informações dos componentes ou objetos, e alguns parâmetros importantes como dimensões, package, dados do fabricante, etc.

Ao clicar em *Add*, abre-se uma janela com as bibliotecas do Eagle com o nome das bibliotecas e sua descrição.

🔁 ADD		
Name Description 19inch 19-Inch Slot Eurocar + 40xx CMOS Logic Devices, + 41xx 41xx Series Devices + 41xx 41xx Series Devices, + 41xx 1xx + 45xx CMOS Logic Devices, + 74ac-logic TTL Logic Devices, 74x + 74xt-luin TTL Devices with DIN + 74xx-little-de Single and Dual Gate + 74xx-little-us Single and Dual Gate + 74xx-us TTL Devices, 74xx Setes Devices	ds , 4000 Series , 4500 Series 4AC11xx and 74AC16xx Seri I Symbols eries with European Symbols s Family, US symbols eries with US Symbols s	19-Inch Slot Eurocards 100 x 160 mm with DIN 41612 connectors VME-BUS-Cards - http://www.int erfacebus.com/
Advanced-test-technolog advanced-test-technolog agilent-technologies allegro altera altera Altera Programmable illera-cvclone-II ALTERA Cvclone II F Search ♥ Smds ♥ Description ♥	s nologies - Phoenix, Arizona s, Inc Logic Devices PGA Preview OK Cancel	COTs_Cards_V ME.html Created by librarian@cads oft.de

Se clicarmos em 40xx, por exemplo, serão mostradas as opções para os circuitos CMOS da série 4000.

🛃 ADD						
Name		^ D	escription		^	
	xx 4000 4001 4002 4006 4007 4008 4009 4010 4011 4012 4013 4014 4015 4016 4017		MOS Logic De ual 3-input NO -input NOR 8-bit static SH ual COMPLIM -bit full ADDE lex BUFFER, in lex BUFFER, r ual 2-input N ual 2-input N ual 2-input N ual 0 FLIP FL -bit static SHI ual 4-bit stati uad bilateral OUNTER/DIV	evices, 4000 Series DR & INVERTER IOR AIFT REGISTER ENTARY PAIR plus INVERTER R nverting non-inverting IAND OP, set/reset FT REGISTER c SHIFT REGISTER ANALOG SWITCH IDER		CMOS Logic Devices, 4000 Series Based on the following sources: • Mot orol a <i>CM</i> OS
Search	Smds	V D	escription	Preview		LO GIC
6				ок	Cancel	Drop

Nessa série, vamos escolher como exemplo 4001 (*Quad 2-input NOR – quatro portas NOR com 2 entradas*).

🔜 ADD		
Name	Description	**
En 40xx Èn 4000	CMOS Logic Devices, 4000 Series Dual 3-input NOR & INVERTER	Quad 2-input VOR
	SO14 DIL14	
4002 4006 4006	4-input NOR 18-bit static SHIFT REGISTER	
4007 4008 ⊕ 4009	4-bit full ADDER Hex BUFFER, inverting	
4010 ⊕ 4011	Hex BUFFER, non-inverting Quad 2-input NAND	
4012 ⊕ 4013 ⊕ 4014	Dual 4-input NAND Dual D FLIP FLOP, set/reset	
+ 4015	Dual 4-bit static SHIFT REGISTER	
Search 🕑 Smds	Description V Preview	
-		
	OK Cancel	Drop

Uma nova janela foi aberta, mostrando as opções SO 14 (encapsulamento SMD) e DIL 14 (encapsulamento dual in line com 14 pinos)

Clicando em 4001D - SO 14:



Observe que o encapsulamento é para tecnologia SMD

Clicando em 4001N - DIL 14:

$\frac{1}{2} \xrightarrow{1} \sqrt{\frac{3}{2}} \xrightarrow{3} \sqrt{\frac{3}{2}} \xrightarrow{3} \sqrt{\frac{10}{2}} \sqrt{\frac{10}{2}} \xrightarrow{10} \sqrt{\frac{10}{2}} \sqrt$	0000000 >VALUE		
Quad 2-input NOR Package: DIL 14			
Dual In Line Package			

Observa-se que DIL 14 é o encapsulamento para soldagem em placa de CI convencional.

Clicando em OK o componente será inserido na área de trabalho (veremos esse procedimento mais adiante, no desenho de um esquema eletrônico)

Observe que existe além do CANCEL outra opção denominada DROP.

Se o projetista quiser trabalhar com bibliotecas específicas para um determinado projeto, poderá com o comando DROP, eliminar as bibliotecas que não interessam.

Quando isto ocorrer, as bibliotecas não são deletadas do Eagle, mas vão para outro arquivo e podem ser recuperadas na opção *Library - Use* do Menu principal.



Sendo acionada a opção *Use*, será aberta uma janela com as bibliotecas do Eagle. É só selecionar e clicar em *Open*.

Use			? 🛛
Look in:	🗁 lbr		*
\supset	elektro 📷 19inch.lbr	🖽 altera.lbr 📾 altera-cyclone-II.lbr	burr-brown.lbr
Recent	छि 40xx.lbr छि 41xx.lbr	🛅 altera-cyclone-III.lbr 🗐 altera-stratix-iv.lbr	🔟 buzzer.lbr 🔟 california-micro
Desktop	10 45xx.lbr 174ac-logic.lbr	國 am29-memory.lbr 國 amd.lbr	capacitor-wima chipcard-siemer
	74tt-din.lbr 74xx-eu.lbr 74xy-little-de.lbr	i amd-mach.lbr amis.lbr analog-devices lbr	con-3m.lbr
My Documents	74xx-little-us.lbr 74xx-us.lbr	analog-devices.ibi	con-amp.lbr
	751xx.lbr	📾 austriamdoosystems.lbr 📾 avago.lbr	con-amphenol.l
My Computer	i agilent-technologies.lbr allegro.lbr	📾 axis.lbr 🖬 battery.lbr	🚾 con-amp-mt6.lt 🚾 con-amp-mt.lbr
Sector 1	<		>
My Network Places	File name: atmel.lbr	•	Open
	Files of type: Libraries (*.lbr)	•	Cancel

É possível também selecionar o componente, digitando o nome do mesmo no campo apropriado:

Depois de digitado o componente desejado, clique em OK ou tecle ENTER.

2	ADD			
	Name Description		evices, 4000 NOR	
				Quad 2-input NOR
				Package: DIL 14
				Dual In Line Package
s	earch 🗹 Smds	Description	Preview	
	400 1N		~	
				OK Cancel Drop

Outra janela será aberta mostrando o componente solicitado.

Para voltar à condição inicial, ou seja, mostrando todas as bibliotecas é só apagar o que foi digitado no referido campo e clicar em OK ou teclar ENTER.

Observe que se digitarmos "resistor" nesse campo aparecerão todas as opções referentes a esse componente que estão disponíveis na biblioteca.

ADD		×
Name discrete R docu-dummy R linear-technology PTC-SOD70 	 Description Discrete devices (Anten Thermo Resistor Dummy symbols RESISTOR Linear Technology Devices Low Power, Single Resis PTC and NTC Resistors Positive Temperature C Resistors, Capacitors, I RESISTOR, European s Trimm resistor RESISTOR, American sy Resistors, Capacitors, I Description Preview 	Discrete devices (Antenna, Arrrester, Thermistor)
	C	OK Cancel Drop

MOVE, ROTATE – mover e rotacionar componentes na área de trabalho.

São botões de comando que se destinam a posicionar os componentes.



Considerando a associação paralela com 5 resistores, veremos como esses comandos operam.



Observe que o botão Move está em destaque.

Outra opção para esse comando é selecionar o componente que se deseja mover com o botão direito do mouse e clicar em *Move*.



O componente pode ser rotacionado de duas formas:

1 – selecionando o botão Rotate e clicando no componente.

2 – clicar com o botão direito do mouse sobre o componente e clicar na opção *Rotate* na caixa pop-up.



Movendo um conjunto de componentes:

Vamos acrescentar mais três resistores à associação paralela acima, e vamos mover todo esse conjunto de componentes.



Para mover todos os componentes:

1 – clicar em Group;



2 – Selecionar os componentes e serem movidos:



manter pressionado o botão esquerdo do mouse e selecionar

- 3 Liberar o botão esquerdo do mouse
- 4 Clicar no botão Move

5 – Clicar com o botão direito do mouse em qualquer um dos componentes selecionados e clicar em *Move: Group*

6 – Durante a movimentação dos componentes selecionados, ao clicar com o botão direito do mouse todo o grupo será rotacionado.

Observe na figura a seguir que a escolha dessa opção foi sobre o resistor R3 como poderia ser feita em qualquer outro componente ou mesmo, dentro de uma área qualquer selecionada pelo comando *Group*.

É possível também executar esse comando fora da área selecionada pelo comando *Group*.

Clicando com o botão direito do mouse em uma área qualquer fora daquela selecionada, aparecerá um botão: *Move: Group*

A figura abaixo mostra a caixa pop-up que abriu ao clicar com o botão direito do mouse em R3.



A figura a seguir mostra o comando *Move: Group* aplicado fora da área anteriormente agrupada.

Observe que neste caso surgiu um botão *Move: Group* bastando apenas clicar no mesmo para movimentar todo o conjunto selecionado.



O resultado final é exatamente o mesmo.

NAME, **VALUE** – coloca nome e o valor no componente.



Tomemos ainda como exemplo a associação paralela e os três resistores, R6, R7, R8

Vamos alterar o nome do resistor R1 para R1A.

Existem duas opções:

1 – clicar no botão de comando Name e a seguir no resistor R1

2 – clicar com o botão direito do mouse no resistor R1 e clicar em *Name*¹ na caixa pop-up que irá abrir.

Nos dois casos aparecerá uma janela com o nome do componente selecionado:

¹ Alguns programas para a elaboração de esquemas elétricos e simulação tratam Name como Label (rótulo)



Basta alterar para R1A e clicar em OK ou teclar ENTER.

Com o comando ativo, podemos renomear os demais resistores.



Para especificar o valor do componente o procedimento é idêntico ao anterior, porém clicando agora em *Value*:




SMASH – modifica a posição do valor (*Value*) e nome (*Name*) do componente.

Observe na figura anterior que o nome R1A e o valor 10K parecem meio confusos. Podemos arranjar isso modificando o posicionamento dos mesmos com o comando *Smash.*



Da mesma forma que em Name e Value, existem duas opções:

1 – clicar no botão de comando Smash e a seguir no resistor R1A

2 – clicar com o botão direito do mouse no resistor R1A e clicar em *Smash* na caixa pop-up que irá abrir.



Observe que aparecerão dois sinais de $\,+\,,\,$ um em frente do nome e outro em frente do valor.

Basta clicar em *Move* e alterar o posicionamento de um deles ou dos dois.



Procure sempre posicionar o cursor no sinal +

Clicando com o botão direito do mouse no componente marcado pelo *Smash*, e em seguida em *unSmash* na janela pop-up que abrirá, este comando será desfeito, eliminando o sinal de +, porém sem alterar o posicionamento do valor ou nome.



COPY – para copiar qualquer componente, incluindo textos

Para copiar:

1 – clicar no ícone *Copy*2 – clicar no componente a ser copiado

Ou

1 – com o botão direito do mouse, clicar no componente a ser copiado (preferencialmente no sinal de + para evitar qualquer tipo de erro)

2 – selecionar a opção Copy que aparece no menu pop-up

Após uma das duas opções acima, basta arrastar o componente para o local desejado e clicar com o botão esquerdo do mouse.

Antes de fixar o componente com, um clique no botão direito do mouse fará esse componente rotacionar.



As opções de *Copy* descritas acima, aplicam-se totalmente para copiar um conjunto de componentes ou grupo.

Para copiar vários componentes (grupo)

- 1 clicar no ícone grupo
- 2 selecionar os componentes a serem copiados
- 3 clicar em Copy

4 – clicar com o botão direito do mouse na área selecionada e clicar em *Copy: Group*



OBS: quando é feita a cópia de componentes ou de um grupo, esses componentes obedecem a hierarquia dos nomes (*Name*), ou seja, se for feita a cópia do resistor R1 na figura acima, o resistor copiado receberá o nome ou "label" R6, pois o resistor R5 é o de hierarquia mais alta.



Veja a figura abaixo:

CUT, PASTE – recortar e colar

É muito similar ao comando *Copy* visto anteriormente, pois tem o mesmo efeito, mas a diferença está na quantidade de vezes que podemos inserir determinado componente ou grupo selecionado na área de trabalho, ou seja:

1 – quando usamos o Copy, apenas uma inserção é feita

2 – quando usamos Cut e Paste, várias inserções podem ser feitas



Suponhamos que queiramos fazer três cópias do resistor R1 da associação paralela mostrada na figura abaixo:



1 – clicar no botão Cut

2 – clicar em R1

3 – Clicar no botão Paste a cada cópia que se desejar fazer do resistor R1



Podemos também fazer uma cópia de um grupo de componentes, usando os mesmos procedimentos adotados anteriormente, selecionando o grupo a ser copiado. Selecionar o grupo e clicar em no botão Cut



Com o botão direito do mouse, em qualquer ponto da área delimitada pela seleção ou sobre qualquer um dos componente, escolha a opção *Cut: Group*



Clique em *Paste* tantas vezes quantas você quiser copiar o grupo para a área de trabalho (na figura abaixo, três vezes)



MIRROR – destina-se ao espelhamento de componentes, grupo de componentes, textos, etc.



O procedimento para espelhar grupo tem o mesmo princípio visto anteriormente ou seja:

1 – clicar no botão Group

2 - selecionar o conjunto de componentes desejado

4 – com o botão direito do mouse, selecionar dentro de qualquer parte da área delimitada a opção *Mirror: Group*

As figuras a seguir mostram o resultado do espelhamento.

componente na área de trabalho

componente espelhado

R1

R2

R3

R4

R5



ciruito na área de trabalho



WIRE, CIRCLE, RECT, ARC, POLYGON – ferramentas de desenho



São ferramentas muito úteis para incrementar efeitos de visualização de esquemas e layouts.

É muito importante observar a barra de parâmetros quando da utilização de cada ferramenta, pois podemos construir linhas retas, curvas, diagonais, etc. bem como construir círculos, retângulos, polígonos, com ou sem preenchimento.

As figuras abaixo mostram a barra de parâmetros das ferramentas, com exceção do retângulo que não possui parâmetros de configuração.



Exemplos:



Especial atenção deve ser dada a ferramenta de desenho *Polygon*, que na confecção das placas de circuito impresso em *Board*, serve para traçar chapado (copper area) para interligação de pontos comuns como "terra" e "alimentação" (GND e VCC).



A opção visível deve preferencialmente estar ativada (On) no caso de haver uma área de chapado (copper area) isolada, é possível visualizá-la.

O termo chapado (copper area) se refere a película cobreada que geralmente interliga os pontos comuns de terra.

Mais adiante veremos sua aplicação.

MARK – serve para criar coordenadas relativas.



1 – clicar no botão Mark

2 – posicionar o cursor do mouse em qualquer ponto da área de trabalho e clicar

🕄 1 Sc	hematic -	C:\Docun	nents an	d Settir	ngs\EDO	GAR\My	Docum	ents\e
File E	dit Draw	View To	ols Libra	ry Opt	ions V	/indow	Help	
i 🚘 🗖	🖨 📕	D □ 1/1	v		�, ∉) 🔍	2, 21	50
: :::.								
÷ 📀	0.1 inch (-	1.3 4.0) (R	0.0 0.0) (F	P 0.00 0.0	00°)			
€ Ľ			coorde	nadas				
↔ ½⅔			relati	vas				
E¦∃ ∔								
* >								
A 4€ ↑↑ 0+8		ĸ						
23 23			inser	ะลัก				
		(P	onto de	origen	1)			

Nas coordenadas relativas representada por R, temos os valores de *x* e *y* no primeiro grupo, entre parêntesis, enquanto que no segundo grupo representado por P, temos o comprimento e o ângulo, no caso de alguma figura geométrica ser desenhada.

Observe que as coordenadas normais e relativas mudam de acordo com o posicionamento do cursor do mouse, porém a referência são as coordenadas relativas.

Para entender melhor as coordenadas relativas, tomaremos como referência o triângulo retângulo desenhado na área de trabalho a partir do ponto de inserção das coordenadas relativas.

O triângulo retângulo desenhado tem os lados iguais que correspondem a 0,2inch. Unindo os vértices temos a hipotenusa.

Essa ferramenta é muito útil para definir outro ponto de origem dentro de um projeto.



O triângulo retângulo desenhado tem as coordenadas de 0,2inch em "x" e em "y".

Analisando o comportamento das coordenadas relativas pelas figuras 1, 2 e 3:

figura 1 – cursor na posição inicial: R (0.0 0.0) (P 0.00 0.00°)

figura 2 - cursor à direita: R (0.2 0.0) (P 0.20 0.00°)

figura 3 - cursor no vértice superior: R (0.2 0.2) (P 0.28 45.00°)

Para eliminar as coordenadas relativas:

1 – clicar em Mark

2 – clicar em Go na barra de ações

INVOKE – convocar parâmetros



É um comando que permite convocar parâmetros, como alimentação ou outras funções de um componente. Alguns componentes ao serem inseridos na área de trabalho não mostram, por exemplo, os pinos de alimentação.

Tomemos como exemplo o CI comercial LM358N

2	1 Sc	hen	natic -	C:\	Doc	umer	nts ar	nd Se	ett
File	Ed	lit	Draw	Vie	w	Tools	Libra	ary	0
🗖	ŧ 🗖	8	ž 🚟	₽	1/1	*	1	SCR.	
1	Ļ								
:	•••••	0.1	inch (-:	2.3 3	.0)				
•	₽₽°								
	££								
Е́З	4								
\square	Þ			3		IC1/	Ą		
F	\mathbf{b}			2	+	\geq^1	-		
\mathbf{x}	Ð					LM3	58N		
\$ T)	¢≁Ç								
D-3									

Para visualizar os pinos de alimentação para permitir as ligações em um esquema:

1 – clicar no botão Invoke

2 – clicar no componente

E	Invok	e:	IC1 (L	N	358N)				Σ	<
	Gate	•	Symbo	I	Add	Swa	p	Sheet		
	Р		PWR+	•	Request		0	0		
	В		OPAMP)	Next	ЧÇ	1	0		
	Α		OPAMP		Next		1	1		
					OK			Cancel		

3 - ao abrir a janela de diálogo, selecionar PWR +-



Os pinos de alimentação do CI ficam então disponíveis para as ligações no *Schematic.* Esses pinos podem ser colocados em qualquer parte do esquema, não necessariamente ao lado do CI.

Observe que na caixa de diálogo aberta existe a opção de inserir também a parte 2 do CI LM358N (o mesmo é composto de 2 partes). Selecionando essa opção, no caso Gate B, a segunda parte é inserida.



Observe que todos os 8 pinos estão disponíveis para ligação.

GATESWAP – troca ou inversão de portas (gates) equivalentes



Tomemos como exemplo a figura anterior, com as duas partes do CI LM358N, e que os pinos 2 e 3 devam estar no lugar dos pinos 5 e 6, para aperfeiçoar uma ligação.

Neste caso a ferramenta Gateswap é a indicada.

1 – clicar no botão Gateswap

2 – clicar na parte IC1A onde estão os pinos 2 e 3 e logo em seguida em IC1B.

Imediatamente ocorrerá a troca (barganha) entre os pinos 2 e 3 com 5 e 6 e ocorrerá também a troca entre os pinos de saída 1 e 7.

Veja a figura a seguir.

🕄 1 Scher	natic - C:\D	ocument	ts and l	🕄 1	Sche	matic -	C:\Do	cumen	ts and S
File Edit	Draw View	Tools	Library	File	Edit	Draw	View	Tools	Library
i 🚘 🖪 🍯	i 📅 🖥	1/1 🗸	💓 🔤	i 🚘		S 🚰	₽ 1/	1 🗸	1
				:					
• • 0.1	1 inch (0.4 2.4)			•••••	0	. 1 inch (-	0.2 1.9)		
∎ ∎ £				•	40 ++				
₩ ₹ ₹				⊕	££				0
t⊐ ∔ `				ЕјЗ .	ê				+
🖂 🏕			+		5				
F 🔰		IC1A	4	£	2		5	IC1E	3
$\times $		1	I	×	Q.	_			_
\$ _ •• ₽	_2	LMOS	ON	‡‡) (p+ĝ	_		LM3	58N
83		LIVIJO	ION	8				IC14	7
	5+	IC1B				_	² +	1012	
× 7	6	*>~		E.		_	2		CON
V \$5		LM35	i8N	1	55			LM3	081/
						aplica	ação d	lo Gate	eswap

Na figura a seguir usando o mesmo procedimento, trocamos a posição dos pinos do IC4A com IC4D.



PINSWAP – troca ou inversão de pinos equivalentes



Neste caso é possível trocar os pinos da parte de um CI, mas apenas de uma parte, ou seja, não é possível efetuar a troca de pinos entre as partes diferentes de um CI.



Vamos supor que na figura acima haja a necessidade de trocar os pinos 4 e 5 do IC1B (74AC32N)

1 – clicar no botão Pinswap

2 – clicar no pino 4 e em seguida no pino 5

Imediatamente ocorrerá a troca entre os pinos.

OBS: não é possível trocar a posição dos pinos 1 e 5, por exemplo, por pertencerem a partes diferente, embora sendo o mesmo CI.

Da mesma forma, não é possível trocar os pinos de entrada com os pinos de saída.

A figura abaixo mostra os pinos 4 e 5 trocados.



INICIANDO O SCHEMATIC

A partir de agora faremos uso do Schematic, muitas ferramentas e comandos vistos anteriormente serão aplicados.

A construção da placa de circuito impresso é possível apenas após o desenho do esquema.

Segue um resumo dos comandos e respectivas páginas para a pesquisa, caso esta for necessária.

Zoom – 22 Stop – 23 Text – 24 Add – 25 Move, Rotate – 30 Name, Value – 34 Smash – 36 Copy - 37

```
Cut, Paste – 39
Mirror – 42
Wire, Circle, Rect, Arc, Polygon – 43
Mark – 45
Invoke – 46
Gateswap – 49
Pinswap – 50
```

Iniciaremos com um circuito simples, um multivibrador astável o qual denominaremos Vagalume Biônico, conforme mostra o circuito abaixo.



Lembre-se: somente será possível a construção da placa de circuito impresso depois de estar concluído o desenho do esquema.

Vamos nomear nosso projeto como: Vagalume bionico

1 – abra o programa Eagle

2 – no Painel de Controle, dê um duplo clique Projects

3 –clique com o botão direito do mouse em *eagle* e em seguida em *New Project.*

🖊 Control Panel - EA	GLE 5.9.0 Prot	fessional
File View Options	Window Help	
Name	^	Description
Libraries Design Rules User Language Progra Scripts CAM Jobs Projects	ms	Libraries Design Rules User Language Programs Script Files CAM Processor Jobs
⊜ <mark>, eagle</mark> ⊕, <u>©</u> examples	New Folder New Project Edit Description Use all Use none	amples Folder

- 4 digite no campo que aparece: Vagalume bionico
- 5 tecle ENTER

🖊 Co	ntrol	Panel - (:\Docum	ents a	nd Settings\EDGAR\My Documents
File	View	Options	Window	Help	
Name			- -		Description
Libr Libr Des Cal CAL	raries sign Ru er Lang ipts M Jobs rjects	iles juage Progr agle	ams		Libraries Design Rules User Language Programs Script Files CAM Processor Jobs
	ė- 🍓	🐹 Vagalun	ne bionico		Empty Project
÷.	е 🦲 е	xamples			Examples Folder

6 – clique com o botão direito do mouse em *Empty Project* escolha *New e* clique em Schematic.

Veja a sequência na figura abaixo:

Control Panel - C:\Documents and Settings\EDG	AR\My Documents\eagle\Vagalume bi
File View Options Window Help	
Name Description	n Empty Project
⊡ Libraries Libraries ⊡ Design Rules Design Rules ⊡ User Language Programs User Language ⊡ Scripts Script File ⊡ CAM Jobs CAM Proc □ Projects □ □ eagle □	les uage Programs s essor Jobs
🖻 🎆 Vagalume bionico 🕒 Empty Pro	oject
	Folder Close Project
	Rename Board Copy Library Delete CAM Job Edit Description CAM Job
	ULP Use all Script Use none Text
	Folder Project

Ao clicar em Schematic, deverá abrir a área de trabalho para desenhar o esquema.

Podemos agora salvar o esquema, com o nome vagalume (sugestão).

Não se preocupe em colocar a extensão, pois o próprio Eagle se encarrega disso.

Lembrar que a extensão para o Schematic é .sch

Observe que quando abrir a janela *Save as*, já está definida a pasta do nome do projeto: Vagalume bionico

📰 1	Scher	natic	C:\Doc	cument
File	Edit	Draw	View	Tools
1	New		Ctrl+N	~
🗁 (Open		Ctrl+O	
	Open re	cent	I	
.	Save		Ctrl+S	
5	Save as		N	
5	Save all		N	
F	Print set	tup		

🕄 1	Scher	natic -	C:\Doc	umen	ts and S	ettin	gs\E	DGAR\	Ny Do	ocun	nents	s\eag	le\V	agalı	u		×
File	Edit	Draw	View	Tools	Library	Optic	ons	Window	v H	elp							
i 🗠	🔲 🍯	i 🚰	⊉ 1/1	~	💓 🔛	L E	Q	₽, 0	, 🔍	9	K)	\cap	STIP		?		
:																	
	0.	1 inch (5	.9 4.2)														~
	4 0																^
- 1																	
тт Х Fia J	а С																
	F G																
	5					λ́R	ΕΔ Γ			но							
× -	R.							/ 110									
\$ <u>1</u>) •	-Q																
83																	
	0																
ı چ																	
Ø \$	8																~
×	<															>	

Caso esteja tudo correto, a Painel de controle deverá ter o aspecto abaixo:

Control Panel - C:\Docum	ients and	Settings\EDGAR\My Documents\eagle\\
File View Options Window	Help	
Name	≜ [Description
Libraries Design Rules User Language Programs Scripts CAM Jobs Projects eagle		Libraries Design Rules User Language Programs Script Files CAM Processor Jobs
🚊 🖓 Vagalume bionico	۲	Empty Project
🔤 🔛 vagalume.sch		
🗄 📄 examples		Examples Folder

Antes de iniciar a inserção dos componentes, colocaremos uma moldura na área de trabalho.

1 – clique em no botão Add

2 – ao abrir a biblioteca, procure em frames por A4L-LOC e clique em OK

A4L refere-se a folha tamanho A4 em landscape (paisagem) A4P refere-se a folha tamanho A4 em portrait (porta-retrato)

E	ADD	
	Name	Description
	Name	Description
	. ⊞. fifo	First In First Out Memories
	😟 flexipanel	PIXIE (TM) Controller
		FOX Electronics Crystals; Oscillators
	🚊 frames	Frames for Sheet and Layout
	- A3L-LOC	FRAME
	A3P-LOC	A3 Portrait Location
	A4-35SC	FRAME
	- A4-35SCP	A4 35SCP
	- A4-S35CP	FRAME
	- A4-SMALL-DOCFIELD	FRAME
	A4L-LOC	FRAME
	A4P-LOC 15	A4P LOC
	A5L-LOC	A5L LOC
	A5P-LOC	A5P LOC

3 – ao abrir a moldura, fixe-a no ponto de origem das coordenadas x e y, conforme ilustra a figura:



4 – na barra de ações clique no botão Zoom Fit

A moldura deverá preencher toda a tela

Ajuste o fundo da área de trabalho para o estilo linhas (lines). Use o ícone *Grid*, conforme visto anteriormente.

🔜 1	Sche	matic -	C:\	Doci	umen	ts ar	nd Se	ettin	gs\El	DGA	R\M	y Do	ocum	ents	s\eag	gle\V	agal	um		×
File	Edit	Draw	Vie	w .	Tools	Libra	ary	Opti	ons	Win	dow	He	elp							
i 🚘		🗟 🗾	₽	1/1	*	1	SCR.	ulp.	Q	₽	Q	R	<u>Q</u>	N	CM.	STIP		?		
:	←Gr	id																		
•••••	0	1 inch (1	2.0 -	0.2)																*
	40 +								.:		1	4					•			^
↔	££			ŕ														~		
Eļ3 .	4			Н														Η		
E3 -	5																	e l		
Æ	2																			
X	₽£																			
1) 1) 1	p+ Ç			1														8 		
€Ð <u>R2</u>	R2			Н														Н		
iok इस्त्राँ																				
7	88										1					Vagaluna Britozete Breede 17	64.2466 P	H		~
×	<			:															>	

Posicionando os componentes

É muito importante ao inserir um componente na área de trabalho para compor um esquema, que este seja escolhido em função do seu "package" (embalagem) pois esta última será determinante na elaboração do layout (board).

Isto quer dizer que se for escolhido um resistor, embora os símbolos sejam iguais podemos ter package para tecnologia SMD ou para fixação através de ilhas.



Esta observação vale não só para resistores como para qualquer tipo de componente.

No nosso exemplo não utilizaremos a tecnologia SMD.



A figura abaixo mostra os componentes posicionados provisoriamente.

Os códigos dos componentes e bibliotecas são:

COMPONENTE	CÓDIGO/DEVICE	PACKAGE	BIBLIOTECA
resistores	R-US_0414/15 (R-US_)	0414/15	resistor
transistores	BC548A (BC548*)	TO92-EBC	transistor-npn
capacitores	CPOL-USE5-6 (CPOL-US)	E5-6	rcl
leds	LED5MM (LED)	LED5MM	led
terra - GND	GND	-	supply1
bateria	AB9V	AB9V	battery

Veja que na área de trabalho foi introduzida uma bateria de 9V, pois na biblioteca não tem bateria de 3V.

No entanto a bateria de 9V possui um "package" que atende plenamente os requisitos.

É possível ainda, após os componentes serem inseridos na área de trabalho, verificar suas características.

O botão Info, tem essa finalidade.

躍 1 Schematic -								
File Ed	lit Draw							
i 🚘 🗖	i 🚑 🚰							
:								
······································	0.1 inch (1.							

Clique em *Info* e depois em cada componente, que será aberta uma caixa com todas as informações sobre o componente.

W.		
	Part	
	Name	Q1
₂¥	Position	2.2 4.6
	Gate	(NPN)
48A	Angle	0
		Mirror
	Device	BC548A (BC548*)
	Package	TO92-EBC
	Library	transistor-npn
GND	Smashed	
	NPN Transistor	
		OK Cancel Apply

A figura a seguir ilustra as informações do transistor Q1

Utilizando as ferramentas adequadas vistas anteriormente, vamos posicionar os componentes, de tal forma a ficar com o aspecto do circuito proposto.

Observe que os resistores R1, R2, R3 e R4 não estão na mesma sequência do esquema, isto porque, ao serem posicionados na área de trabalho o programa atribui automaticamente o nome em ordem crescente.

A figura a seguir mostra os componentes em sua disposição final, para receber as ligações.



Dicas:

1 – para reposicionar Q1, use a ferramenta Mirror

2 – C2 pode ser reposicionado (sinal de + para cima) usando os comandos *Rotate* e *Mirror*

3 – para modificar o valor da bateria use a ferramenta Value

Interligando os componentes

A interligação de componentes deve ser feita com a ferramenta Net.



Ao clicar no botão correspondente a ferramenta estará ativa, bastando clicar nos terminais do componente para interligação.

Veja na figura a seguir, as instruções para essa interligação.



Veja na figura abaixo as interligações completadas.







Dica: como o Eagle não permite duplicação de nomes, atribua aos resistores R2 nome 3, R3 nome 4, e R4 nome 2. Depois nomeie 3, 4 e 2 como R3, R4 e R2.

É possível visualizar o package dos componentes no esquema. Basta clicar no componente com o botão direito do mouse e em seguida clicar em "package" na janela pop-up que irá abrir.



É possível também obter informações sobre o comprimento das ligações, sua localização (início e fim) bem como das junções.

Para isto é só clicar no botão Info e depois sobre a ligação ou junção.

Veja um exemplo na figura abaixo, onde são obtidas as informações da ligação entre os resistores R3 e R4 (parte superior):

		📰 Proper	rties	2	
		Wire			
		From	2.8	6.1	
		То	3.1	6.1	
		Length	0.3		
		Angle	0		
		Width	0.006	~	
3		Style	Continuous	~	
		Curve	0]
		Net			
~	<	Name	N\$7		1
,	┱┫	Net Class	0 default	~	
	²≤		ок	Cancel Apply	
	F			-	

Outra maneira de obter informações sobre um componente, ligação ou junção é clicar com o botão direito do mouse sobre o objeto e ao abrir a janela pop-up, escolher e clicar na opção Properties.

→ Interpretando as informações:

2.8 to 3.1 refere-se a coordenada x

6.1 é a coordenada y (observe que não se altera)

Observe ainda que é mostrado o nome do nó (Net) e sua classe

É possível ainda mudar a largura (*Width*) e o estilo (*Style*) nesse intervalo.

Só para exemplificar, veja na figura a seguir as modificações de *Width* para 0.016 e *Style* para ShortDash.



Antes de iniciarmos o Board para a confecção da placa de circuito impresso, vamos verificar se existem erros no esquema.

Para isso é utilizada a ferramenta Erc (Electrical Rule Check)



O comando *Errors* a princípio tem o mesmo efeito, no entanto, esse comando serve para mostrar os erros detectados pelo *Erc*.

A figura a seguir ilustra as informações do nosso projeto vagalume.sch

ERC Errors	
Type Consistency not checked (no boar Errors (0) Warnings (9) Part C1 has no value Part C2 has no value Part FRAME1 has no value Part LED1 has no value Part LED2 has no value Part R1 has no value Part R2 has no value Part R3 has no value Part R4 has no value Approved (0)	Sheet
Centered	Clear all
Processed	Approve

Pelas informações, não existem erros (Errors 0), mas apenas avisos (warnings) do tipo: falta nomear componentes (part).

Se quisermos prosseguir não haverá problemas.

Como o objetivo é mostrar as funcionalidades e os recursos do Eagle, vamos colocar os valores nos componentes, de acordo com o esquema proposto.



Foram colocados os valores em todos os componentes conforme mostrado na caixa de diálogo *ERC Errors*.

Se você clicar em *Erc* agora, provavelmente nada acontecerá pois não existem mais erros ou avisos. Aí então é só clicar no botão *Errors* que aparecerá uma caixa de diálogo com as informações.

ERC Errors	
Type Consistency not checked (Errors (0) Warnings (0) Approved (0)	Sheet no board loaded)
Centered	Clear all
Processed	Approve

O valor atribuído à moldura (FRAME 1) foi Treinamento.

Dica:

Para atribuir um valor à moldura (FRAME 1) clique com o botão direito do mouse no ponto de origem (x,y) em que a mesma foi introduzida.

Esse ponto de origem pode ser facilmente encontrado diminuindo-se caso necessário, a visualização pelo controle *Zoom* no botão de rolagem do mouse.



Ao abrir o menu pop-up selecione a opção Properties

Ao clicar em Properties surgirá a caixa de diálogo mostrada a seguir

Em Value, digite Treinamento

Clique OK (veja a figura a seguir)

Properties	
Part	
Name	FRAME1
Position	0 0
Gate	(A4L-LOC)
Angle	0
	Mirror
Device	A4L-LOC
Library	frames
Value	Treinamento
Smashed	\mathbb{R}
FRAME	
	OK Cancel Apply

Nota-se que o circuito tem dimensões pequenas se comparado à moldura inserida na área de trabalho.

ſ		N	×	3		7	0	-
	~							~
	a							ø
								-
						Second of Control	vegefune 6/2/2418 ØØSa22 PH Sheetr 4/4	
		1	8		3	T	0	

Outra opção é após o circuito estar pronto, desenhar uma moldura (frame) envolvendo o circuito.

Para isso utiliza-se o comando *Draw – Frame* que se encontra no Menu, conforme mostra a figura a seguir:

A moldura pode ser desenhada a partir de qualquer ponto da área de trabalho, não necessariamente a partir do ponto de origem.



	🔍 🗠 🗠 💷 📓 🛛 😮
💙 Rows: 5 🔽	



números 1 a 8 (colunas)





A figura abaixo mostra uma moldura com 4 linhas e 6 colunas.

INICIANDO O BOARD

Agora podemos iniciar a confecção da placa de circuito impresso, clicando em *Board.*

퀺 1	Scher	matic -	C:\Do	cumen	ts ar	nd Se	ettin
File	Edit	Draw	View	Tools	Libra	ary	Opt
₽	📙 é	B 📕	⊉ 1/	1 🗸	1	SCR.	ШР,
	0.	1 inch (0	Boar .2 7.2)	d			
I <	•>				1		

Ao clicar em *Board* aparecerá a mensagem mostrada na figura abaixo:

🕄 Warr	ning 🔀
1	The board C:\Documents and Settings\EDGAR\My Documents\eagle\Vagalume bionico\vagalume.brd does not exist.
	Create from schematic?
	Yes No

O programa está avisando que o arquivo não existe no diretório padrão e pede para criá-lo com o nome *vagalume.brd*

Clique Yes.

Surgirá então uma nova área de trabalho para a construção do layout da placa de circuito impresso.

2	Boar	d - C:\l	Docum	nents a	and Se	tting	gs\EDG	AR\My	Doc	ument	s\eag	le\V	agalur	ne bio.	🔳 🕻	
File	Edit	Draw	View	Tools	Libra	ry	Options	Wind	low	Help						
i 🗠	📙 🤅	i 🖥	₽	()	t Wi	Q	₽, Q	<mark>,</mark> 🔍 (<u>n</u>	\sim \sim	STIP		?			
:																
•••••	0.	05 inch ((0.65 0.	.00)												~
	4 0			Γ												^
	••••															
+ ↓ ; _:=	**															
193 - 1931 -	⊢ `															
ू भ	22 62-	, f	<u>∾+</u> j•													
↑↑ 1	₩ 1+ñ		·> + •													
•-∠ · €	`*															
82.	R2	6														
iok E		÷.														
∇	1	é é	-\$													
· ·	<															>

Orientando-se pelo esquema, arrastar os componentes para a área de trabalho. Utilize sempre que necessário a ferramenta *Zoom* para melhor orientar o posicionamento e ative a visualização do *Grid*.



A figura a seguir mostra uma visão geral (a área de trabalho foi minimizada)



Observe que o tamanho da placa (orientando-se pela borda) é muito grande em relação ao circuito, mas isto não é problema, pois veremos mais adiante como fazer o reajuste do tamanho.

Considerações:

No Schematic o *Grid* tem um ajuste padrão de 0.1inch (ótimo para trabalhar)

No Board esse ajuste padrão (ótimo para trabalhar) é 0.05inch

A partir do ponto de origem, podemos estimar o tamanho da placa: 6.300mils x 3.950mils (algo em torno de 16 x 10cm)

 $6.300 \times 0.0254 = 160,02mm = 16cm$ ou $6.3 \times 2.54 = 16,002cm$ $3.950 \times 0,0254 = 100,33mm = 10cm$ ou $3.95 \times 2,54 = 10,03cm$

Para ajustar o tamanho da placa ao circuito, clicar no botão *Move* e com o botão esquerdo do mouse arrastar as bordas até ajustar-se adequadamente.

Observe na figura ampliada anterior que o circuito está um pouco afastado da borda. É recomendável aproximá-lo mais da borda, mas sem exagero, pois isto poderá ocasionar erro ao rodar o DRC.

Veja na figura abaixo a borda ajustada e o circuito reposicionado adequadamente.



Dica: procure sempre reposicionar o circuito e redimensionar a borda tendo como referência o ponto de origem.

Orientando-se pelas coordenadas x e y, vemos que essa placa tem as medidas de aproximadamente $5,46 \times 4,7$ cm (2.15inch x 1.85inch)

Vamos agora otimizar as linhas usando uma ferramenta chamada Ratsnest



Essa ferramenta faz a atualização das linhas que interligam os componentes (linhas amarelas que são as "nets").

Funciona como um *Redraw*, isto é, procurar encurtar o máximo possível o comprimento das nets (linhas amarelas).

Isto é muito importante quando se faz um roteamento manual.

As figuras abaixo mostram as diferenças. Na figura inferior foi aplicado o comando *Ratsnest*. Como o circuito é pequeno somente duas linhas foram otimizadas: Q1 e Q2 em relação ao Led1 e Led2.


Ratsnest aplicado



Observando a figura acima, vemos que o Led2 está desalinhado em relação ao Led1 e que os nomes e valores de C1 e C2 estão se sobrepondo, ocasionando dificuldades na sua identificação.

Tudo isto pode ser acertado usando as mesmas ferramentas comuns ao Schematic: *Move, Smash, Rotate* e *Mirror.*

Veja a figura abaixo com o reposicionamento:

O próximo passo é definir a largura da linha da borda, que por default é 0.

1 – clique com o botão direito do mouse sobre a linha (wire) que define a borda

2 – no menu pop-up selecione Properties



Na caixa de diálogo que se abre, ajuste *Width* para 0.01inch. Repita esse procedimento para todos os lados.





bordas redimensionadas

Ferramenta Show:



Antes de iniciarmos o roteamento, um breve comentário da ferramenta *Show*, que está disponível tanto no Schematic como no Board.

A mesma tem por objetivo mostrar os pontos de ligação comuns, tanto para o Schematic como para o Board.

Normalmente o roteamento manual deve começar pelas trilhas críticas, como VCC e GND.

No Schematic, ao clicar no botão *Show* e no terminal + da bateria, todos os componentes pertencentes a esse net serão destacados e estarão visíveis também no Board.

Veja na figura abaixo que as ligações pertencentes a esse net estão destacadas com um verde mais claro e os terminais dos componentes em vermelho.



Alternando para o arquivo *Board*, veremos que esses pontos estão destacados com verde claro.

Dica: mantenha sempre os arquivos Board e Schematic disponíveis na barra de status, pois a alternância entre os mesmos é fundamental para o bom desenvolvimento do projeto.

Veja na figura a seguir os mesmos pontos destacados no Board.



No entanto, a ferramenta Show poderá ser usada no Board.

Por exemplo, se quisermos verificar os pontos comuns a partir do polo negativo de C2, basta clicar no botão *Show* e no terminal negativo de C2, que serão destacados os pontos comuns, conforme mostra a figura abaixo.



Alternando para o Schematic, veremos esses pontos em destaque.



terminal negativo de C2 - catodo do Led2 e coletor de Q2

Antes de traçar as trilhas, temos que verificar em qual layer o processo será desenvolvido.

Nossa placa é de face simples, portanto, as trilhas devem ser traçadas no lado cobreado. Neste caso o layer é *Bottom.*



Ao clicar na caixa pop-up várias opções de layers são oferecidas.

Para traçar as trilhas utiliza-se a ferramenta Route



Ao ativar essa ferramenta surgem alguns parâmetros inerentes a mesma, sendo o mais importante o ajuste da largura da trilha.



Vamos iniciar pelo VCC. Ajustaremos Width para 0.04inch.



1 - com o botão esquerdo clique na ilha + (no centro da mesma) e arraste, acompanhando a linha amarela (*Ratsnest*) até a próxima ilha e clique ou então, até ao fim do último componente pertencente a esse net, no caso R2 e clique, pois as ligações serão feitas automaticamente.

2 – a linha amarela deve desaparecer, indicando ligação OK.

3 – a partir daí comece nova ligação como no item 1 até terminar a ligação dos componentes do VCC.



4 – ligue agora os componentes de GND (sinal de -) conforme orientado anteriormente.

Para as demais ligações, altere a largura (*Width*) para 0.032 e proceda da mesma forma.

No caso de errar alguma linha de roteamento, para deletar use a ferramenta *Ripup.*



A figura abaixo mostra o circuito roteado.



O próximo passo é verificar se existem erros no roteamento.

Basta clicar no botão *Errors*, como no Schematic e será exibida uma caixa de diálogo *Drc* (Design Rule Check) apontando os mesmos, ou caso não haja erros, avisos referentes a operacionalização.

Verifica-se que não existem erros.

BRC Errors	\mathbf{X}
Type Errors (0) Approved (0)	A Layer
Centered	Clear all
Processed	Approve

Outra opção é clicar no botão *Drc* e ao abrir a caixa de diálogo, clicar no botão Check.



E	DRC	(default)								X
	File	Layers	Clearance	Distance	Sizes	Restring	Shapes	Supply	Masks 4	Þ
	EAGL	E Design R	ules							
	The de have d rules u	fault Desigr lifferent req nder a new	n Rules have bee juirements, so pl name.	en set to cove lease make the	r a wide ra e necessar	inge of applica y adjustments	ations. Your p s and save ye	oarticular de our customiz	sign may zed design	
								Edit D	escription)
							Load	t	Save as)
					Check	Selec	t (ancel	Apply	

Na caixa de diálogo DRC, existem vários parâmetros que podem ser ajustados no caso de erros.

📕 DRC (default)					X
File Layers Clearance Dis	tance	Sizes	Restring	Shapes	Supply Masks
	_			Different Si	ignals
		V	/ire		
	Wire	8mil		Pad	
	Pad	8mil		8mil	Via
	Via	8mil		8mil	8mil
				Same Sig	nals
		s	md	Pad	Via
	Smd	8mil		8mil	8mil
Minimum Clearance between objects	s in signa	l layers.			
The Same Signals check between Smo	dand <i>Via</i>	does not	apply to Mic	ro Vias.	
Setting the values for the Same Signa	I Is check	s to 0 disa	bles the resp	pective check.	
		Che	:k	Select	Cancel Apply

No momento vamos dar atenção especial ao parâmetro *Clearence*, que é a distância (folga) entre trilhas, ilhas e vias.

Atualmente o padrão considerado ideal e adotado pela maioria das indústrias é de 12mil. Então vamos ajustar todos para 12mil.

DRC (default *)						X
File Layers Clearance I	Distance	Sizes	Restring	Shapes	Supply	Masks
			I	Different Sig	nals	
		Wi	ire			
	Wire	12mil		Pad		
	Pad	12mil		12mil		Via
	Via	12mil		12mil	12mil	
				Same Signa	ale	
		Sn	nd	Pad	113	Via
	Smd	8mil		8mil	8mil	
1		L	(

Clique em *Apply* e execute mais uma vez o DRC e em *Errors* certifique-se de que não existem erros.

Outro parâmetro importante é o *Distance*, que determina a mínima distância entre trilhas, ilhas, e trilhas e ilhas em relação a borda da placa.

Os padrões do programa na instalação são:

BIRC (default *)		actring Sha	anec Supply	Maske ()		
	Copper/Dimension	40mil	ipes Supply			
Minimum Distance between objects in signal layers (pads, smds and any copper connected to them) and the board dimensions, and between drill holes. Setting the value for the Copper/Dimension check to 0 disables that check.						
	Check	Select	Cancel	Apply		

Copper/Dimension = 40mil Drill/Hole = 8mil

Vamos alterar o campo Copper/Dimension para 150mil somente a título de exemplo, para verificar como atua a ferramenta Drc.

		Copper/Dimension Drill/Hole	150mil 8mil
	-		

1 – clique no botão Check

BRC Errors	×
Туре	🚔 Layer
Errors (19)	
🔤 🖸 🔀 Dimension	1
- 😧 Dimension	1
- 😧 Dimension	1
- 😧 Dimension	1
- 😯 Dimension	1
🛛 🙆 Dimension	1
🛛 🙆 Dimension	16
🛛 🙆 Dimension	16
🙆 Dimension	16
- 🖸 Dimension	16
🛛 🙆 Dimension	16
🗌 🙆 Dimension	16
Approved (0)	
Centered	Clear all
Processed	Approve

Observe que existem 19 erros devido a modificação feita no campo *Distance*.

Essa modificação exagerada foi forçada apenas para mostrar a eficiência dessa ferramenta.

Ao clicar em uma das linhas o erro será apontando.

Dimension refere-se ao layer da borda da placa.



Se voltarmos ao valor original de 40mil, os erros desaparecerão.

Identificando o projeto:

Vamos colocar um nome na nossa placa, como sugestão: Vagalume

Use a ferramenta Text



Porém não queremos que o nome fique no layer Bottom e sim no layer do lado do componente (Top).

Clique com o botão direito do mouse no texto e em propriedades. Selecione o layer *tNames* e clique em Apply

	Properties			
	Text			
	Position	1.35 0.05		
	Angle	0		
▝ᠫ╜║ ┢╸∎⊓₋ゐ		Mirror Spin		
	Size	0.07	~	
	Ratio	8 %	~	
	Font	Proportional	~	
	Layer	16 Bottom	~	
	Value	1 Top	^	
		16 Bottom		
E \&		18 Vias		
		19 Unrouted		
		20 Dimension 21 tPlace		
		22 bPlace		
Vadalume		23 tOrigins		
		24 bOrigins		
		25 tNames		
		26 bNames		
		27 tValues 28 bValues		
		29 tStop		
		30 bStop		
		31 tCream	~	

Lembrar que:

t = top = lado dos componentes b = bottom = lado da solda

Desmarque a opção *Mirror* e reposicione o texto com a ferramenta *Move*.



Usando o comando Display



O comando display permite visualizar os layers separadamente, apenas como sendo uma ferramenta auxiliar. Ao clicar no mesmo um menu pop-up mostra os layers disponíveis.

📕 Dis	play			R\My Do
1				Window
Layers	S:			Q. Q1
Nr	Name		<u>^</u>	
1	Тор			
16	Bottom			
17	Pads ^K			
18	Vias			
19	Unroute	d		
20	Dimensio	n	~	
21	tPlace			
	New	Change	Del	
			Nana	
			INONE	
_				
	OK	Cancel	Apply	
DO				

Os layers com fundo azul estão ativos, isto é, visíveis desde estejam sendo usados no projeto. Por default todos são habilitados.

A título de exemplo vamos desabilitar o layer Bottom.

É só clicar no número 16 e em seguida em Apply.

📱 Display 🔀	
Layers:	
Nr Name	
1 Top 16 Bottom AV Pads 18 Vias 19 Unrouted 20 Dimension 21 tPlace New Change Del	
All None	a a Macalume Sature
OK Cancel Apply	

Observe que as trilhas desenhadas no layer *Bottom* não estão mais visíveis.



O mesmo procedimento deve ser adotado para a não visualização de outros layers que pertencem ao projeto.

Gerando lista de materiais:

A ferramenta para essa finalidade é Run.



A extensão desse arquivo é .*ulp* (user language program) e funciona só para o Schematic.

Ao clicar em *Run* vários programas serão abertos. Para a lista de materiais selecione bom.ulp e clique em Open.

Run		? 🔀
Look in:	🗁 ulp	- 🛍 🚔 🎫
Recent Desktop My Documents	bom ulp cam2xf.ulp cam2xf.ulp cam2print.ulp cam	Image: Cond-showzoom.ulp Image: Cond-snap-board.ulp Image: Cond-snappads.ulp Image:
		>
My Network Places	File name: bom.ulp Files of type: User Language Program	ms (*.ulp)

Será aberta então a caixa Bill of Materials (lista de materiais) contendo os parâmetros:

Part Value Device Package Description

Clique em Save e salve como "vagalume"

Desta forma essa lista estará disponível na pasta do projeto Vagalume biônico com o nome *vagalume.bom*

E	Eag	le: I	Bill Of N	laterial			
	Part	*	Value	Device	Package	Description	
	C1 G1 LED1 LED2 Q1 R1 R2 R3 R4		100uF 100uF 3v 5mm BC548A BC548A 100R 100R 10k 10k	CPOL-USE5-6 CPOL-USE5-6 AB9V LED5MM BC548A BC548A R-US_0414/15 R-US_0414/15 R-US_0414/15 R-US_0414/15	E5-6 E5-6 AB9V LED5MM T092-EBC 0414/15 0414/15 0414/15 0414/15	POLARIZED CAPACITOR, American symbol POLARIZED CAPACITOR, American symbol 9-V BATTERY CLIP LED NPN Transistor NPN Transistor RESISTOR, American symbol RESISTOR, American symbol RESISTOR, American symbol RESISTOR, American symbol	
	Databa	ase:				Load New	
	-List t	ype				Output format	
	•	Parts Value	s			 Text HTML 	
	Edit View Save Help Close						

Esse arquivo poderá ser salvo também com formato HTML recebendo o nome de *vagalume.htm* (Output format)

O tipo de lista gerado acima é *Parts* (componentes e características), no entanto, pode ser gerada a partir dos valores (*Values*) em List type. Clicando em *Values* e gerando nova lista.

E	e Ea	agle	: Bill Of	Material							×
	Qty	,	Value	Device	Parts						
	1 2 2 2 2		3∨ 5mm 10k 100R 100uF BC548A	AB9V LED5MM R-US_0414/15 R-US_0414/15 CPOL-USE5-6 A BC548A	G1 LED1, LE R3, R4 R1, R2 C1, C2 Q1, Q2	ED2					
	Data	base	:						Load	New	
	Lis	t typ	e				utput fo	rmat			
	0) Pa	rts				Text				
		/ va	ues					-			
			Edit	Viev		Sa	ve		Help	Close	

A lista salva com a opção Values, tem como vantagem mostrar as quantidades.

Colocando furos para fixação da placa:

Considerando o layout do Vagalume biônico, vamos inserir símbolo de furação para a fixação da placa.

Esses furos estão presentes na biblioteca Holes:

ADD	×
Name Description Image: Second sec	MOUNTIN G HOLE 3.0 mm
Search 🗹 Smds 🗹 Description 🗹 Preview	with drill center
OK Cancel	Drop

Clique no botão *Add* e ao abrir a caixa de diálogo, digite no campo de pesquisa holes.



Vamos selecionar o símbolo para furo de 3mm.

Observe que a borda da placa teve que ser redimensionada e reposicionado também o nome do Q2.

A figura abaixo mostra os detalhes do símbolo para furação, onde se observa a medida do seu diâmetro.



Construindo um ponto comum de terra (chapado ou copper area)

Conforme comentários da página 41, vamos aplicar a ferramenta de desenho *Polygon* para interligação comum dos pontos de terra. O chapado ou *copper area* ocupa toda a área da placa delimitada pela ferramenta *Polygon*.

Consideremos o layout do Vagalume biônico, sem a interligação dos pontos de terra:



Siga os passos a seguir:

1 – clique no botão *Polygon* e ajuste os parâmetros conforme ilustra a figura abaixo:

largura da linha (width) = 0.012 solid em ON alívio térmico em ON visibilidade em ON isolate = 0.012



2 – trace o polígono cobrindo a área de placa, conforme sugerido na figura abaixo:



3 - clique no botão Name e no polígono e nomeie como GND e clique OK.





4 - clique agora no botão Ratsnest.

Toda a área do cobre (chapado ou *copper area*) passa a ser o terra, uma vez que interliga o polo negativo da bateria com emissores de Q1 e Q2.

Verifique que a isolação separa as trilhas e ilhas de toda a parte cobreada a qual denominamos popularmente "copper area" (chapado).

O valor de 0.012inch (12mil) é considerado bom pelas indústrias que fabricam placas de circuito impresso.

É preciso verificar se durante esse processo não ocorreram erros. Basta clicar no botão *Errors*.

1 40	Туре	A Layer
	Errors (0) Approved (0)	
	Centered	Clear all

OBS: ao abrir o arquivo vagalume.brd, o "copper area" (chapado) não é visível sendo preciso clicar no botão *Rastnest* para torná-lo visível.



Roteamento automático:

Outra opção que o Eagle oferece é o roteamento automático, que muitas vezes pode ser útil.



Vamos utilizar o mesmo circuito, conforme mostra a figura abaixo:



Antes faremos algumas alterações usando o comando o Drc.

U	DRC (default *)						×
ſ	File	Layers	Clearance	Distance	Sizes	Restring	Shapes	Supply	Masks 🜗 🕨
	EAGLE The de have d rules u	Design Ri fault Design ifferent req nder a new	ules I Rules have bee uirements, so pl name.	en set to cove ease make the	r a wide ra e necessar	inge of applica y adjustments	ations. Your p s and save yo	articular des our customize	ign may ed design

Clearence = distância mínima entre objetos (trilhas, ilhas, etc.)

Ajuste tudo para 12mil (é um valor ótimo) adotado pela maioria das indústrias de placas de circuito impresso.

DRC (default *)						×
File Layers Clearance	Distance	Sizes	Restring	Shapes	Supply	Masks 4
			D	ifferent Sigr	nals	
		Wir	e			
	Wire	12mil		Pad		
	Pad	12mil	1	L2mil		Via
	Via	12mil	1	L2mil	12mil	
				Same Signa	ls.	
		Smo	d	Pad		Via
	Smd	12mil	1	L2mil	12mil	
		-				

Clique em Apply

Outro parâmetro importante é *Distance* – distância entre os objetos (trilhas, vias, pads, etc.) e a borda.

📕 DRC (default	*)						
File Layers	Clearance	Distance	Sizes	Restring	Shapes	Supply	Masks 4
		Сорр	er/Dimens	ion 16mil			
		Drill/	Hole	8mil			
	•						

Clique em Apply

E finalmente faremos um ajuste em Sizes

Um valor mínimo de 16mil é bastante aceitável.

Esse valor corresponde a largura das trilhas que interligam os objetos podendo ser ajustadas conforme a preferência do projetista.

Um valor muito alto pode provocar erros durante o roteamento.

G	DRC (default *)		×
[File Layers Clearance Dista	nce Sizes I	Restring Shapes Supply Masks
		Minimum Width	16mil
		Minimum Drill	24mil
		Min. Micro Via	9.99mm
		Min. Blind Via Ratio	o 0.5

Os demais parâmetros sem alterações por enquanto.

Agora é só clicar no botão Auto

General	Follow-me	Busses	Route	Optimize 1	Optimize2
-Preferred	Directions —			Routing Grid	50
1 Top	N/A 🔽	9 Route9	N/A 🔽	Via Shape	Round
2 Route2	N/A 💌 :	10 Route10	N/A 🐱		
3 Route3	N/A 💌 :	11 Route11	N/A 🐱		
4 Route4	N/A 💌	12 Route12	N/A 🔽		
5 Route5	N/A 💌 :	13 Route13	N/A 🔽		
6 Route6	N/A 💌 :	14 Route14	N/A 🔽		
7 Route7	N/A 💌 :	15 Route15	N/A 🔽		
8 Route8	N/A 💌 :	16 Bottom	I 🖌		
			- <u>L</u>		

Surgirá uma caixa de diálogo para a configuração final mostrando as direções preferenciais de roteamento:

vertical:
horizontal: -
diagonais: / ou \
qualquer um: *

Vamos deixar no sentido vertical (|) em *16 Bottom*, pois é onde queremos fazer o roteamento (lado da solda) e clicar em OK.



Verificando erros clicando no botão Errors.



Tudo em ordem, sem erros. No caso de erros, os parâmetros ajustados anteriormente deverão ser revistos e reajustados.

Roteamento automático na área de cobre (chapado)

Vamos utilizar o mesmo esquema do vagalume e fazer o roteamento automático sobre uma área de cobre (chapado), com o objetivo de interligar somente os pontos de terra.



O objetivo como anteriormente descrito é interligar os pontos de terra através de área de cobre.

É interessante salientar que esse tipo de procedimento tem como principal objetivo evitar a interferência elétrica, em muitos casos prejudicial ao bom funcionamento do circuito.

O processo é exatamente o descrito anteriormente.

1 – desenhe com a ferramenta *Polygon* um polígono que cubra a área do circuito

2 - ajuste Width em 0.01 e Isolate em 0.012

3 – nomeie o polígono como GND

4 - clique no botão Ratsnest

Observe na figura a seguir, que as linhas que interligam os pontos de terra desaparecem, faltando apenas executar o roteamento automático.



5 – clique no botão Drc

6 – ajuste os parâmetros de Clearence para 12mil

🗒 DRC (default *)				
File Layers Clea	rance Distance	Sizes Re	string Shapes	Supply Masks
			Different Sign	nals
		Wire		
	Wire	12mil	Pad	
	Pad	12mil	12mil	Via
	Via	12mil	12mil	12mil
			Same Signa	ls
	<u> </u>	Smd	Pad	Via
	Smd	12mil	12mil	12mil

7 – ajuste em *Distance* o parâmetro *Copper/Dimension* em 16mil e clique em *Apply*

Clearence é a folga que deve existir entre os objetos como trilhas, ilhas, vias, etc.

O valor 12mil é considerado ótimo para trabalho.



8 – ajuste em *Sizes* o parâmetro *Minimum Width* em 20mil. Esta será a largura da trilha a ser traçada no roteamento automático.

DRC (default *)					
File Layers Clearance	Distance	Sizes	Restring	Shapes	Supply
	Minin	num Width	20mil		
	Minin	num Drill	24mil		
	Min.	Micro Via	9.99mm		
	Min.	Blind Via Rat	tio 0.5		

Como esse parâmetro define a largura da trilha, após clicar em *Apply* é recomendável clicar no botão *Check* para verificar possíveis conflitos ou erros.

Type Type Type Errors (1) Width Approved (0) Centered Clear all		DRC Errors	
Centered Clear all		Type Errors (1) Width Approved (0)	▲ Layer
	yayatame	Centered (Clear all

Observe que quando o botão Check foi acionado, foi mostrado um erro em relação a borda e o chapado.

Existem duas opções:

1 – alterar o Minimum Width para 10mil

2 – por se tratar de erro sem significado importante, é só clicar no botão *Approve*.

Vamos optar pela opção 2 e em seguida clicar no botão Auto para o roteamento automático.

G	Autoroute	r Setup						
	General	Follow-me		Busses	Route	•	Optimize 1	Optimize2
	-Preferred I	Directions –				_	Routing Grid	50
	1 Top	N/A 💌	9	Route9	N/A 🗸	•	Via Shape	Round
	2 Route2	N/A 🔽	10	Route 10	N/A 🗸			
	3 Route3	N/A 🔽	11	Route 11	N/A 🗸			
	4 Route4	N/A 🔽	12	Route 12	N/A 🗸			
	5 Route5	N/A 🔽	13	Route 13	N/A 🗸			
	6 Route6	N/A 🔽	14	Route 14	N/A 🔽	•		
	7 Route7	N/A 🔽	15	Route 15	N/A 🔽	•		
	8 Route8	N/A 💌	16	Bottom				
					. 0			

Como nos interessa o roteamento do lado da solda, o layer a ser escolhido é o *Bottom*.

Como dito anteriormente existem várias opções de direção de roteamento:

vertical: | horizontal: diagonais: / ou \

qualquer um: *

Vamos optar pelo direcionamento vertical, mas outras tentativas podem ser feitas no sentido de verificar o melhor resultado.

Depois de concluídos os ajustes dos parâmetros é só clicar em OK.

Depois de concluído o roteamento verificar se ocorreram erros, clicando no botão *Errors*.



<u>م</u>	BRC Errors
	Type Layer Errors (0) Approved (1) Width 16
	Centered Clear all
	Processed Approve

A mensagem mostra que não ocorreram erros no processo de roteamento automático.

Observe que aparece a informação de que o erro ocorrido anteriormente é mencionado como aprovado "Approved".

PROJETO A PARTIR DO BOARD

Vamos executar um projeto de confecção de placa de circuito impresso a partir do *Board*, isto é, sem o Schematic.



Vamos desenhar a placa de circuito impresso do esquema abaixo:

Trata-se de um regulador eletrônico com o CI 7805.

A placa deverá ter a dimensão de 4,6 x 3,6cm, sendo que o transformador ficará fora da placa e os pontos em vermelho correspondem aos conectores de entrada e saída.

Observe ainda, que o capacitor C3 é um componente SMD.

Procedimentos:

1 - abra o programa Eagle e em File escolha New \rightarrow Board





A informação acima aparece porque não estamos iniciando o Board a partir do Schematic, ou seja, as funções *forward-/backannotation* não serão executadas.

Essas funções tem a finalidade de atualizar qualquer alteração entre o Schematic e o Board. Click em OK

2 – em *Grid* altere as medidas para milímetros (mm), e habilite a opção Grid visível (Display On) e estilo (Style) Dots.

On Off	O Dots O Lines
Size: 0.05 Multiple: 1	inch V Finest
Alt: 0.025	OK Cancel

Observe que o referencial do Grid que era de 0.05inch passa para 1.27mm.

I 1	Bo	ard	- (C:\I)oc	um	ent	Sā	Ind	Se	etti	ing	gs/	ED	GA	R\	M
File	Ed	it	Dra	aw	Vi	ew	Т	ools	I	Libra	ary		Ор	tio	ns	١	Wir
: 🗠		4	3		₽		(I)	50	Į.		(2	€	Ç (2	Ģ	R
: :::.																	
•	~~~	1.2	27 m	m (·	-13.	977	7.4	7)	$\left[\right]$								
	• •	•	k	•	· ·	•	· ·	•	· ·	•	•		 			-	-
÷ ;	₹£																
ЕјЗ "	۵l																

3 – clique no botão *Wire* e no layer *Dimension* e a partir do ponto de origem desenhe a borda da placa: 46mm x 36mm (4,6cm x 3,6cm)

📕 1	Boar	d - C:\[)ocum	ient	s an	d Se	ttin	gs\E	DGA	R\M	y Do	ocu	ment	s\eag	le\Vag
File	Edit	Draw	View	То	ols	Libra	ry	Opt	ions	Wi	ndow	H	Help		
i 🗠	-	S 📰	₽	1	SCR.		Q	₽	9	9	<u>Q</u>	ĸ	n na	911	
1		16 Botto	m	*		2	/ .		— .	<u> </u>	23	5	Miter	: 0	~
	• • •	1 Top		<u>^</u> ,	5)										
i '	•	16 Botto	m												
	÷	17 Pads													
		18 Vias													
⊕ 3	£:	19 Unro	uted	Ξ.											
Е ^і з .	î 📃	20 Dime	nsion	2											
		21 tPlac	e n	8											
1.1.4	∕>	22 bPlac	e												
£	N	23 tOrig	ins												
Ŷ.	n	24 bOrig	jins												
\sim	4	25 tNam	ies												
\$ <u>1</u>) (0 +	26 bNan	nes												
a .		27 tValu	es												
		28 bValu	les												
iok -		29 tStop													
	7 🖏	30 bSto	p												
		31 tCrea	am	~											
V .															
٦.'	X 1														
÷	-														
	Т														



Devido as conversões dos sistemas métricos e do ajuste do Grid, foi obtida a dimensão de 45.72 x 35.56mm.

Como desejamos exatamente 46.0 x 36.0mm devemos fazer as alterações através da ferramenta *Info*.

4 – clique no botão Info e em seguida no ponto de origem da borda (x = 0 e y=0)

A caixa das propriedades mostrará a coordenada ${\it y}$ From 0 to 35.56. Altere esse valor para 36.0 e clique Apply

🗒 Prop	perties	
Wire		
From	0	35.56
То	0	0
Length	35.56	

Length = comprimento

📕 Prop	erties	×
Wire		
From	0	36.0
То	0	0
Length	35.56	

5 – proceda de forma idêntica para os demais cantos, lembrando que nas coordenadas y devemos ter 36.0 (esquerda e direita) e em x devemos ter 46.0 (inferior e superior).

6 – seguindo o esquema clique em *Add* para adicionar os packages.

7 – clique no botão *Hole* e posicione quatro furos para a fixação da placa.



8 – clique no botão Info e nos furos posicionados na placa.

9 - ao abrir a caixa Properties ajuste o Drill (diâmetro da broca) para 3.2

Lembrar que o *Grid* foi ajustado para mm, portanto, a unidade de medida do diâmetro da broca é 3.2mm

📕 Prop	erties	×
Hole		
Position	2.54 33.02	
Drill	3.2	~
	1 1.1 1.2 1.3	^
	1.4 1.5 1.6	
	2.2	
	3.2	~

Neste projeto foram escolhidos os *Packages*:





10 – clique no botão Name e nomeie todos os componentes da placa:

```
E\$1 = D1 

E\$2 = D2 

E\$3 = D3 

E\$4 = D4 

E\$5 = AC-IN 

E\$6 = OUT 

E\$7 = C1 

E\$8 = C2 

E\$9 = C3 

E\$10 = 7805
```

Observe que o *Package* SMD referente ao C3 está com outra cor, pois automaticamente ele é inserido no layer Top.

Como utilizaremos uma placa de face simples, para corrigir devemos espelhar o componente, clicando no botão *Mirror* e em seguida sobre o componente.


Observe que o Package do C3 já está espelhado para o lado da solda (layer Bottom).



11 – coloque um nome no projeto: Fonte Regulada 5V, no layer tNames.

12 – o próximo passo é a criação das "nets" com o auxílio da ferramenta Signal.

Para criar as "nets" utiliza-se a ferramenta *Signal*, que serve para estabelecer uma conexão elétrica entre os componentes. Em outras palavras, essa ferramenta serve para traçar as "nets".



A figura abaixo mostra a net do GND devidamente nomeada. Esse procedimento deverá ser adotado também para o VCC (pino 3 do LM7805 para o conector de saída).



Observe ainda que, o conector OUT tem o seu terminal inferior ligado ao GND e para isso o terminal inferior foi nomeado como Gnd no layer *tNames*, objetivando deixar bem claro o posicionamento das polaridades no conector de saída.

Sempre que traçar alguma "net" é aconselhável clicar no botão *Ratsnest* para a atualização.



A figura a seguir mostra as "nets" interligadas.

13 – clique no botão Route e trace as trilhas.

Não traçar as trilhas do terra, pois será feita a interligação através da área de cobre (copper area ou chapado).

Atenção: traçar as trilhas no layer *Bottom*, ajustando a largura da mesma para 1.016mm.

Observações:

Ao iniciar o traçado de uma "net" verifique sempre suas conexões através da mudança da cor dos "pads".



Observe na figura ao lado que os pontos que formam a "net" a partir do terminal superior de AC-IN são constituídos pelo catodo e anodo de D1 e D2 respectivamente.

Veja que estes pontos estão com uma cor verde mais clara.

Para terminar a ligação entre pontos de uma "net" é só clicar com o botão esquerdo do mouse.

A figura abaixo mostra as trilhas interligadas com exceção dos pontos comuns de terra.



Vamos interligar todos os terras com a área de cobre (chapado).

14 – com a ferramenta Polygon trace um polígono cobrindo a área da placa.

Dica:

Ao traçar o polígono procure sempre utilizar a mesma largura da linha que foi utilizada na borda.

Se você clicar em Info e na linha da borda obterá essa informação.

No nosso projeto adotaremos a largura de .04064mm que é a mesma largura da borda.

N. N	📕 Prop	erties		×	· ·	
k	Wire					
	From	0	36			
	То	0	0			
	Length	36			<u>.</u>	
	Angle	270				- D2
	Width	0.4064		*		

A figura abaixo mostra a placa terminada. Os parâmetros adotados foram:



Isolate: 0.8128mm *Spacing*: 1.27mm

A figura abaixo mostra o aspecto da placa do lado da solda, gerada em 3D pelo programa Eagle 3D e visualizado pelo programa POV-Ray.



Observe que o capacitor C3 (SMD) está do lado da solda.



Finalmente, a verificação de possíveis erros.

PROJETO: DETECTOR DE NÍVEL LÓGICO



O projeto consiste em construir uma placa de circuito impresso para o circuito em questão.

Trata-se de um detector de nível lógico, ou seja, quando na entrada for aplicado nível lógico 1 o led vermelho acenderá e o led amarelo ficará apagado.

No caso de ser aplicado nível lógico 0, ocorre o contrário, ou seja, o led amarelo acenderá enquanto que o led vermelho estará apagado.

O primeiro passo é construir o esquema.

Abrir o programa Eagle \rightarrow (File – New – Project)

Nomear o projeto como Detector de Nível Lógico

Utilizando os procedimentos anteriores, desenhe o esquema escolhendo o *Package* compatível para cada componente. Vamos construir uma placa de circuito impresso de face simples.

A figura abaixo mostra os componentes na área de trabalho com os respectivos valores e nomes.



Salvar o esquema como Detector N. Lógico

Packages usados:





A figura acima mostra as conexões com a ferramenta Net A figura abaixo mostra o Erc (Electrical Rule Check)

ERC Errors	×
Туре	Sheet
Board and schematic are consistent Errors (0) Every schematic are consistent	
POWER pin IC1P V+ connected to VCC	1
POWER pin IC1P V- connected to GND	1

Interpretando as informações do ERC: não existem erros, apenas 2 avisos:

→ conexões do VCC e GND com os pinos correspondentes do circuito integrado (é exatamente isso que queremos). Veja na figura abaixo a lista de materiais, salva como Detector N. lógico.bom

E	a Eag	le: I	Bill Of M	aterial			×
	Part		Value	Device	Package	Description	>
	IC1		LM358N	LM358N	DIL08	OP AMP also LM158; LM258; LM2904	
	LED1		3mm	LED3MM	LED3MM	LED	Ξ
	LED2		3mm	LED3MM	LED3MM	LED DESISTOR Evenence evented	-
	R2		39K 39k	R-EU_0207/7	0207/7	RESISTOR, European symbol	
	R3		39k	R-EU_0207/7	0207/7	RESISTOR, European symbol	
	R4		1k2	R-EU_0207/7	0207/7	RESISTOR, European symbol	¥
	Databa	ase:				Load New	
	-List t	ype				Output format	
	0 F	Parts				 Text 	
	0	Value	s			O HTML	
				Edit	View	Save Help Close	

Podemos então considerar o esquema finalizado.

Partiremos agora para a confecção da placa de circuito impresso, clicando no botão Board e em OK para salvar o arquivo dentro do projeto Detector de Nível Lógico.



A figura a seguir mostra os componentes posicionados dentro da área da placa de circuito impresso.



A largura da borda foi ajustada em: width = 0.01inch

A figura abaixo mostra a placa com o roteamento automático:



Configurações do DRC:

Clearence → 12mil Distance → 16mil Sizes → 20mil



Acionando o DRC:



Dimensões da placa: 4 x 3,5cm aproximadamente.

O mesmo circuito roteado automaticamente com área de cobre (copper area ou chapado) para interligação dos pontos de terra.

Introduzir também os furos de fixação. Por isso as dimensões da placa serão levemente maiores.





Medidas da placa: 4,3 x 4,3cm

Parâmetros usados:

Configurações do DRC:

Clearence → 12mil Distance → 16mil Sizes → 20mil

Configurações do Polygon:

Isolate \rightarrow 0.012 Spacing \rightarrow 0.012

PROJETO - GERADOR DE CLOCK

Desenvolver a partir do Schematic uma placa "dupla face" com componentes convencionais e SMD de um gerador de clock.



Vamos iniciar um novo projeto

CAM Jobs CAM Processor Jobs . ⊡ · Projects 🖨 🔠 eagle New Folder 🗄 📓 Detector Vagalume New Project 📕 fonte.bri hĝ Edit Description 🕅 fonte.mp R fonte.pro Use all examples Examples Folder ÷... Use none

Nomeie como Gerador de Clock

≟ · Projects ⊨ · eagle		
Detector de Nível Lógico Gerador de Clock Wigelume bionico Gordente de Clock	Close Project New	/Project
fonte.mpd	Rename Copy Delete Edit Description Use all Use none	CAM Job ULP Script Text
		Folder Project

Ao abrir a área de trabalho do Schematic, salve como gclock

🖃 Projects		
🖨 🔄 eagle		
🖮 🎆 Detector de Nível Lógico	0	
🖨 🍓 Gerador de Clock	۲	Empty Project
🔤 📆 gdock.sch		
🕀 🚵 Vagalume bionico	0	
🔤 🚽 fonte.brd		
fonte.mpd		
fonte.pro		
🗄 🧰 examples		Examples Folder

Posicionando os componentes.

Bibliotecas usadas e respectivos Packages:

resistores - R-US_M0805 - Package - M0805 (SMD)

capacitores - CPOL-USE2.5-5 - Package E2,5-5

transistor – BC547 – Package – TO92

circuito integrado - LM555D - Package - SO08

trimpot - TRIM_US-ST10 - Package - ST10

led – LED3mm – Package – LED3mm

conector de alimentação - KK-156-2 - Package - KK-156-2

conector de saída – KK-156-2 – Package – KK-156-2

A figura a seguir mostra os componentes posicionados e interligados.

Observe que os pinos 2 – 6 e 4-8 não existe uma ligação com fio, mas labels que identificam a "net".



Usando a ferramenta Label (rótulo):

Observe que ao invés de interligarmos os pinos 2 - 6 e os pinos 4 - 8, utilizamos um recurso para evitar a sobreposição de fios no esquema. Esse recurso é o uso da ferramenta *Label* que serve para identificar a "net".

٦	
∳n	ABC
ò	
€	•

Por exemplo, ao invés de ligar o pino 6 com o pino 2, no pino 6 traçamos um pequeno segmento e colocamos um label. No pino 2 o procedimento é o mesmo.

Para colocar um label, clicar no botão *Label* e clicar sobre o fio de ligação (net). Automaticamente a "net" será identificada.

O mesmo procedimento deverá ser adotado para os pinos 4 – 8.

Como as "nets" são diferentes não ocorrerá interligação. Assim, devemos com a ferramenta *Name*, nomear essas "nets" com nomes iguais para que ocorra a ligação.

A figura abaixo mostra os erros de ligação em virtude da discordância dos nomes das "nets".

ERC Errors	X
Туре	A Sheet
Consistency not checked (no board loaded)	
Only INPUT pins on net N\$10	1
Only INPUT pins on net N\$3	1
Warnings (3)	
	1
Only one pin on net N\$3	1
POWER pin IC1 V+ connected to VCC	1
Approved (0)	

Clicar no botão *Name* e renomear as "nets" N\$2 e N\$3 como J1 (jumper 1) e as "nets" N\$10 e VCC como J2.



Ao renomear a "net" N\$3 será pedida a confirmação da interligação com



O procedimento deve ser idêntico para as "nets" VCC e N\$10.



J1.

Verificando erros no Erc, a figura abaixo mostra apenas o aviso de interligação do VCC que é o que desejamos.



No caso, a alimentação VCC está sendo feita no pino do circuito integrado que está interligado ao VCC.



A figura abaixo mostra o esquema na moldura e respectiva identificação.

A moldura foi desenhada com o auxílio da ferramenta *Draw Frame*, cujo procedimento é mostrado na página 66 deste tutorial.

Projeto da placa de circuito impresso (Board):

Clicar em Board e clicar em *Yes* para salvar automaticamente o arquivo dentro da pasta do projeto Detector de Nível Lógico.



Os componentes em vermelho são os com Package SMD, pois estes são roteados automaticamente no layer *Top*.



Vamos fazer um chapado no layer *Top*, para os componentes SMD.

Usar para o polígono Width = 0.016, Isolate 0.012 e Spacing 0.05 e nomeá-lo como GND.





Parâmetros usados do Drc:

Clearence = 12mil
Distance = 16mil
Sizes = 12mil

A figura abaixo mostra o ajuste do *Routing Grid* (grade para roteamento) para 25. Outros valores podem ser tentados e verificar os resultados, bem como os layers *Bottom* e *Top* habilitados, por se tratar de uma placa dupla face.

Autorout	er Setup				
General	Follow-me	Busses	Route	Optimize 1	Optimize
Preferred	Directions			Routing Grid	25
1 Top	💙 9	Route9	N/A 💙	Via Shape	Rund
2 Route2	N/A 🔽 10	Route 10	N/A 💙		
3 Route3	N/A 🔽 11	Route 11	N/A 💙		
4 Route4	N/A 🔽 12	Route 12	N/A 💙		
5 Route5	N/A 🔽 13	Route 13	N/A 💙		
6 Route6	N/A 🔽 14	Route 14	N/A 💙		
7 Route7	' N/A 🔽 15	Route 15	N/A 💙		
8 Route8	N/A 🔽 16	Bottom	- 🗸		

Observe também que existe uma área escura no centro da placa. Isto ocorreu devido ao campo *Orphans* nas propriedades do polígono estar desabilitada.

Veja a figura abaixo:

Polygon		
Polygon Pour	Solid	*
Spacing	0.01	*
Isolate	0.012	*
Rank	1	*
Orphans		
✓ Thermals		
Signal		
Name	GND	
Net Class	0 default	*
Airwires hidde	n	

Veja o resultado na placa:



Orphans (órfãos) são áreas da placa de cobre sem conexão elétrica. Vamos deixar esse campo desabilitado.

Somente o layer Top visível:



Somente o layer Bottom visível:



Relatório de erros (DRC):

	DRC Errors	×	
	Туре	🚔 Layer	
Ē	Errors (0) Approved (0)		

Layer Top



Layer Bottom



IMPRESSÃO

A impressão dos layouts bem como do esquema não apresenta qualquer dificuldade. No entanto é preciso ficar atento a uma configuração importante: *a escala*.

A figura a seguir mostra a caixa de diálogo para a impressão onde vários parâmetros podem ser configurados. Trata-se do layout do projeto visto anteriormente, o Vagalume Biônico.

Para o Schematic o fator de escala pode ser alterado, no entanto para o Board, esse fator deve permanecer em 1, pois o resultado da impressão poderá ser utilizado para a confecção da placa de circuito impresso.

Uma escala maior ou menor afetará o dimensionamento real dos Packages, tornando inviável a confecção da placa de circuito impresso.

📕 Print		×
Printer:	EPSON Stylus C79 Series	וו
Output file:		
Paper:	A4 (210x297 mm, 8.3x11.7 inch)	
Orientation:	Landscape	
Alignment:	Center	
Area:	Full	
	Preview	
Options —	Scale	
Mirror	Scale factor: 1	
Rotate	e Page limit: 0	

Outra opção importante é o *Mirror* (espelhamento), dependendo da forma como o layout será transferido (serigrafia, fotolito, etc.)

📕 Print					X
Printer:	EPSON Sty	lus C79 Series		•	
Output file:					
Paper:	A4 (210x29	97 mm, 8.3x11.7 inch)		✓ …	11218
Orientation:	Landscape			~	
Alignment:	Center			~	● ¶ , u ⊕ ●
Area:	Full			~	
				Preview	
Options —		Scale			
Mirror		Scale factor:	4		
Rotate	down	Page limit:	0		

Veja na figura abaixo o mesmo circuito para um fator de escala 4 e a opção *Mirror* habilitada.

A figura acima mostra uma pré-visualização de todos os layers. Através da ferramenta *Display* podemos imprimir os layers que nos interessam.

Apenas a título de visualização (fator de escala 4) a figura abaixo mostra apenas as trilhas e ilhas, também com a opção *Mirror* habilitada.

📕 Print				×
Printer:	EPSON S	Stylus C79 Series	~	
Output file:				
Paper:	A4 (210	x297 mm, 8.3x11.7 inch)	~	1 T? 1 *
Orientation:	Landsca	pe	~	
Alignment:	Center		~	
Area:	Full		~	
			Preview	
Options —		Scale		
Mirror		Scale factor:	4	
Rotate	e down	Page limit:	0	

Da mesma forma, a figura abaixo mostra apenas os componentes para uma impressão no layer Top, com o objetivo de orientar a inserção dos componentes durante o processo de montagem.

Neste caso, a opção Bottom foi desabilitada na ferramenta Display.

📕 Print						×
Printer: Output file:	EPSON S	tylus C79 Series		 		
Paper:	A4 (210)	<297 mm, 8.3x11.7 inch)		✓ …		
Orientation:	Landscap	pe		~		
Alignment:	Center			~	() () () () () () () () () () () () () (
Area:	Full			~		-
			✓	Preview		
Options —		Scale				
Mirror		Scale factor:	4			
Rotate	e down	Page limit:	0			

Visualização da máscara de solda:

A máscara de solda é acionada pelos layers *tStop* (Top) e *bStop* (Bottom)

Quando o layer referente a máscara de solda é habilitado (*tStop ou bStop*) os pontos de solda aparecem hachurados, tanto do lado dos componentes (no caso de placa dupla face) como do lado da solda conforme mostra a figura abaixo:



A figura abaixo mostra a pré-visualização da impressão da máscara de solda:

📕 Print							
Printer:	EPSON Stylus C	79 Series		v]
Output file:					• •	•••	• •
Paper:	A4 (210x297 mm	n, 8.3x11.7 inc	1)	✓ …	•	•••	::
Orientation:	Landscape			~		••••	
Alignment:	Center			~	© :		<u> </u>
Area:	Full			~			
-Ontions	Scale			Preview			
Mirror	Scale	e factor:	4				
Rotate	Page	e limit:	0				
Upside	down						
		©	0		>	0	
)						\otimes
	۲	<u> </u>	©		0	0	
		© •	• •	۲	\odot	⊗ ⊘	
)						\odot

AUTO ROTEAMENTO SELETIVO

No auto roteamento podemos selecionar a largura das trilhas para determinadas "nets', como por exemplo, VCC, GND, sinal, etc.

1 - Vamos exemplificar através do esquema de um pré-amplificador de áudio.



2 - Verificação de erros - ERC

_ QI-4	R 7 .		. .
- 244		ERC Errors	
	1.1		ŀ
		Type A Sheet	
8 [.]		Consistency not checked (no board loaded)	ŀ
		Errors (0)	
-1		Warnings (0)	
		Approved (0)	Ŀ
	1.1		
	1.1		

3 - Iniciando o Board:

	· ·
······································	
	I
R6 R4	1 · ·
	· · ·
	I
	I
The read of the re	· · ·
	· · ·
	· · ·
	· · ·
	I
47 UF 2,2UF 1700 1.00E	
	1
	· · ·
	I
	I
	· · ·
GIG	· · ·
- 5554 BC548 BC548 m T →	· · ·
1 UURF 、 こここここ - こここここ - ×	· ·
	I
	1
	· · ·
	· · ·
and a second secon	· · ·
	!
······································	· •

4 – Posicionando os Packages:



5 - Roteando as trilhas de GND com 40mil

Passos:

a – clicar no botão *Show* do Schematic e clicar na "net" GND (esta deverá ficar destacada tanto no Schematic como no Board)

b - em *Board* ajustar o DRC:

c - ainda em Board após o ajuste do DRC, clicar no botão Auto e ajustar:

→ desabilitar Top

 \rightarrow escolher qualquer modo de direção de roteamento (preferencialmente -)

- d clicar em Select
- e Clicar na "net" que foi identificada anteriormente pela ferramenta Show
- f Clicar em GO.

A figura a seguir mostra apenas a "net" GND roteada automaticamente.

Para rotear, por exemplo, a "net" VCC com 60mil, é só seguir os procedimentos acima. Veja os resultados nas figuras a seguir:



As demais trilhas poderão ser roteadas automaticamente com Size = 20mil. Neste caso é só fazer os ajustes não havendo mais a necessidade de fazer qualquer tipo de seleção das "nets".

Trata-se apenas de um exemplo, apenas para demonstrar a funcionalidade de se utilizar o roteamento automático seletivo.

Evidentemente é preciso verificar a existência de erros antes de cada etapa.

A figura abaixo mostra o final do roteamento automático seletivo, sem a preocupação da verificação de erros.



Observe que existem algumas trilhas traçadas com ângulo de 90°, o que não é conveniente devido a problemas de interferências em determinados tipos de circuitos.

Uma forma para solucionar esse inconveniente é a utilização da ferramenta *Miter*.



As figuras a seguir mostram a praticidade dessa ferramenta.



O ângulo de 90° foi quebrado com o ajuste da ferramenta *Miter* na opção *Straight* e *Radius* de 0.05inch.

Quando maior for o valor de ajuste do *Radius* mais acentuada se torna a quebra do ângulo.

Outra opção de ajuste para a ferramenta *Miter* é *Round*, que deixa os cantos arredondados.

A figura a seguir mostra o uso da opção de ajuste *Round* para o valor de *Radius* de 0.1

	R6										Ť
	<u>_3</u> ;	<u>30</u>	<u>k</u>	J	0						
										Ì	- }
										•	म्
 									<u>م</u>		- آ

Dica:

Um parâmetro muito importante no roteamento automático (Autorouter) é o Routing Grid (padrão 50mil).

No caso de não ocorrer o roteamento é conveniente alterá-lo para 25mil ou 12.5mil ou em último caso, reposicionar os *Packages*.

General	Follow-me	Busses	Route	Optimize 1	Optimize2	Optimize3	Optimize4
1 Top		9 Route9	N/A 🗸	Via Shape	Round		
2.2.1	2 21/2 22 2	0. Deute 10	N1/A AA				

CAM PROCESSOR – GERAÇÃO DOS ARQUIVOS GERBER

Os arquivos *Gerber* são arquivos que são enviados às indústrias de placas de circuitos impressos, contendo todas as informações das coordenadas para a geração de fotolitos, geralmente em um aparelho denominado PHOTOPLOTTER.

Nestes fotolitos estão contidas as informações de furação, máscara de solda, serigrafia, etc.

Para cada *Gerber* é gerado um fotolito. Assim podemos ter arquivos *Gerber* do Top (lado dos componentes), Bottom (lado da solda), Máscara de solda, Furação (Drill), Serigrafia (Silk), etc.

Para a demonstração de como gerar esses arquivos, vamos iniciar um projeto novo: Fonte regulada, pois todos os arquivos serão gerados dentro desse projeto, facilitando sua visualização e compreensão.



Tomemos então como exemplo o esquema abaixo.

Verificando erros em ERC:



Não existem erros, a não ser dois avisos de interligação dos pinos de entrada em +V e GND. Exatamente o que precisamos.

A figura abaixo mostra os Packages posicionados e interligados nos layers *Top* e *Bottom*.



Arquivos salvos como:

Schematic = freg.sch Board = fregtb.brd

Lembrar que t = Top e b = Bottom

GERANDO OS ARQUIVOS GERBER:

Antes vamos alterar o estilo da fonte do texto "Fonte regulável" para Vector. Tal procedimento é recomendado para textos mais longos para evitar possíveis desproporções no Gerber da serigrafia em relação ao que é visualizado. Como os demais textos que identificam os Packages são pequenos, não haverá problemas.

Clicar com o botão direito do mouse no texto "Fonte regulável" e em Propriedades, alterar o campo *Font* para *Vector*.



Procedimento para gerar os arquivos Gerber:

1 – clicar em CAM (CAM Processor)

Edit	Draw	View	Tools	Librar
8	ð 🛒			
Radiu	s: 0.00	AM	r	r
0.0)5 inch (-2.25 1.	75)	

3 CAM Processor - EAGLE 5.9.0 Professional		
CAM Processor - EAGLE 5.9.0 Professional File Layer Window Help File Coutput Device File File File	Style Nr 1 Mirror Rotate Upside down Quickplot Optimize Fill pads Nr 1 16 17 16 17 20 20 20 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33	Layer Top Bottom Pads Vias Unrouted Dimension tPlace bPlace torigins borigins tNames bNames tValues tValues tValues tStop bStop tCream bCream tFinish
Process Job Proces	34 35 36 ss Section Description	Add Del
C: \Documents and Settings \EDGAR \My Documents \eagle \Fon	te regulada \fregtb.brd	

Cada aba representa um arquivo Gerber. Vamos criar um Gerber (Section) para o layer Top, preenchendo os campos:

em Section \rightarrow Top

em Device → GERBER_RS274X

em File \rightarrow fregtb.top

2 - selecionar os layers:

Top (1) → lado dos componentes Pads (17) - ilhas Vias (18) – conexão elétrica entre Top e Bottom Dimension (20) – tamanho da placa

3 CAM Processor - EAGLE 5.9.0 Professional									
File Layer Window Help									
Top Job Section Top Prompt Output Device GERBER_RS274X ♥ op ♥ fill File fregtb.top Offset X Oinch Y Oinch	ror tate side down s. Coord ickplot timize pads								
Process Job Process Section	Process Job Process Section Description Add Del								

Ao clicar em *Add*, poderá ser criado outro arquivo (Section) Gerber seguindo o mesmo procedimento e assim por diante.

A tabela abaixo mostra os arquivos Gerber a serem criados para este exemplo e seus parâmetros.

Gerber	Section	Layer (s)	Extensão	Device
Тор	Тор	1, 17, 18, 20	.top	GERBER_RS274X
Bottom	Bottom	16, 17, 18, 20	.bot	GERBER_RS274X
Top Mask	Top Mask	29	.tsm	GERBER_RS274X
Bottom Mask	Bottom Mask	30	.bsm	GERBER_RS274X
Top Silk	Top Silk	20, 21, 25	.tsk	GERBER_RS274X
Drill File	Drill File	44, 45	.ncd ou .txt	EXCELLON

A figura a seguir mostra os arquivos Gerber criados. Cada aba corresponde a um Gerber.

Depois de concluída a criação do último arquivo Gerber, no caso Drill File, clicar em *Process Job.*

Nenhuma alteração será necessária no campo Style, deixando habilitadas as opções: *pos. Coord* e *Optimize*.
3 CAM Processor - EAGLE 5.9.0 Professional		
Top Bottom Top Mask Bottom Mask Top Silk Drill File Job Section Drill File Mirror Rotate Prompt Quidquot Image: Post Cond Upside down Device EXCELLON Image: Post Cond Quidqlot File fregtb.ncd Image: Pile File File pads Offset X Oinch V Oinch	NrLayer27tValues28bValues29tStop30bStop31tCream32bCream33tFinish34bFinish35tGlue36bGlue37tTest38bTest39tKeepout40bKeepout41tRestrict42bRestrict43vRestrict44Drills45Holes46Milling47Measures48Document	
C: \Documents and Settings \EDGAR \My Documents \eagle \Fonte regulada \fregtb.brd	on Add	Del

Ao fechar a janela (window) acima, será solicitado o salvamento do arquivo com a extensão .cam



Basta salvar como *fregtb* (que é o nome dado a este projeto exemplo) que automaticamente será adicionada a extensão *.cam* e o mesmo será salvo na pasta CAM Jobs.

gerb274x.can gerber.cam layout2.cam schematic.can	1		
File name:	fregtb	•	Save
Save as type:	CAM Processor Job Files (*.cam)	•	Cancel

A figura abaixo mostra os arquivos Gerber na pasta do projeto "Fonte regulada" e o arquivo *fregtb.cam* na pasta CAM Jobs.

Scripts	Scri	pt Files
CAM Jobs	CAN	1 Processor Jobs
excellon.cam	Gen	erates Excelion Dr
megto.cam		
gerb274x-4layer.cam	Gen	erates Extended
gerb274x.cam	Gen	erates Extended
gerber.cam	Gen	erates Gerber For
🔤 layout2.cam	Gen	erates EPS Format
schematic.cam	Exa	mple for cam2print
Projects		
🖨 🔄 eagle		
🖶 🎆 Detector de Nível Lógico	0	
🖨 🍓 Fonte regulada	۲	
🔤 📴 freg.brd		
📆 freg.sch		
🔄 fregch.brd		
🔤 📆 fregch.sch		
🔣 fregtb.bot		
📕 fregtb.brd		
📰 freatb.bsm		
📰 freatb.dri		
Freatb.api		
freatb.ncd		
Freatb.sch		
Freath.top		
Freeth tsk		
E freath tem		
ineguo.tam		

A título de ilustração, vamos clicar (duplo clique) em *fregtb.tsk* e visualizar o editor de texto (Text Editor).

📓 3 Text Editor - C:\Documents and Settings\EDGAR\My Document 🔚 🔲 🔀
File Edit Window Help
G75*
G70*
%OFA0B0*%
%FSLAX24Y24 * %
%IPPOS*%
%LPD*%
/ΑΠΟΕ0* Ε 1 0 0 0 1 00000001 00 E*
5,1,0,0,0,1.00237A\$1,22.3★ %
~ %ADD10C_0_0100★%
%ADD11C.0.0080*%
%ADD12C,0.0050*%
%ADD13C,0.0060*%
%ADD14R,0.6200X0.0450*%
%ADD15R,0.0400X0.0150*%
%ADD16R,0.1050X0.0150*%
%ADD17R,0.0200X0.1000*%
%ADD18R, 0.0750X0.0300*%
%ADD19C,0.0070*%
AADD200,0.0020≭A V\DD21D 0 0200V0 4000≠V
∿ADD21R,0.0200A0.4000▼∧ ΥλΠΠ22Β Ο Ο450¥Ο Ο250¥Ύ
%ADD23R 0 1600X0 0100*%
1 : 1 Ins Loaded 'C:/Documents and Settings/EDGAR/My Documents/eagle/Fonte regulada/freg

CRIANDO OS ARQUIVOS DE FURAÇÃO:

O arquivo de furação é criado a partir do arquivo Gerber Drill File.

1 – clicar em Run e abrir drillcfg.ulp

	Tools Library	Options	
li l		. 🔍 🔍	
	<u> </u>		
	Run_		
			? 🗙
ulp			
bom.ulp		cmd-showzoom.ulp	
🖬 cam2dxf.ulp		🖻 cmd-snap-board.ulp	
🖬 cam2image.ulp		🚾 cmd-snappads.ulp	
🚾 cam2print.ulp		🖻 copy-layer-to-any-laye	er.ulp
🔟 change-pad-in-lbr.ulp		🔟 copy-silk-screen.ulp	
🔟 clear-layer-in-lbr.ulp		copy-text-as-wire.ulp	
cmd-change-brd-width.ul	p	opy-wire-to-solder-m	ask.ulp
cmd-change-class.ulp		🔟 count.ulp	
cmd-change-swap-layer.u	qlu	del-devices.ulp	
cmd-draw.ulp		del-empty-devices.ulp	
cmd-net-list2sch.ulp		del-pack-sym.ulp	
cmd-netscript2sch.ulp		🔄 dif40.ulp	
cmd-place-restrict-name-	value.ulp	dose-pro.ulp	
cmd-rename-in-lbr.ulp		🔤 drill-aid.ulp	
Cmd-renumber.ulp			
			>
File name: drillcfg.uk	D	•	Open
Files of type: User Lan	iguage Programs ('	.ulp)	Cancel

2 - manter a unidade de medida em milímetros

Eagle: Drill Configuration	×
Select unit for output file	ОК
O inch	Quit

3 – a próxima janela mostra as configurações de furação.

São padrões predefinidos e só devem ser alterados por projetistas muito experientes, tanto que, a mensagem é bastante clara:

Edite somente se você tiver certeza do que fazer!

Vamos deixar inalterado, clicando em OK.

📕 Eagle: Edit Drill Configuration 🛛 🛛 🔀
Edit only if you are sure what you do!
T01 0.81mm T02 1.12mm T03 1.20mm T04 1.32mm T05 1.40mm T06 1.70mm T07 2.79mm
Ok
Cancel

Salvar na mesma pasta do projeto Fonte regulada, com o nome *fregtb.drl* (o próprio Eagle se encarrega de colocar a extensão).

Save Configura	tion File					? 🔀
Save in:	Conte regulad	a		•	+ 🗈 📸 🎟 -	
0 Recent						
Desktop						
My Documents						
My Computer						
My Network Places	File name: Save as type:	fregtb	2		•	Save Cancel

4 - no Menu clicar na ferramenta CAM e ao abrir a janela clicar em:

File \rightarrow Open \rightarrow Job

3 CAM Processor - EAG	LE 5.9.0 Profe	ssional	
File Layer Window Help			
Dpen Open	Board Schematic		
Save job Ctrl+S	Drill rack	Style	Nr
Close Ctrl+F4	Wheel	Mirror	
Exit Alt+X	Job N	Rotate	
		Upside down	
Output		pos. Coord	
Device		Quickplot	
		Optimize	
		✓ Fill pads	

5 – abrir o arquivo excellon.cam

Open CAM Job						? 🗙
Look in:	🚞 cam		-	- 🗈 💣 🛙	∷ -	
Content Conten	excellon.cam fregtb.cam gerb274x-4layer gerb274x.cam gerber.cam	.cam				
Desktop	i schematic.cam					
My Documents						
My Computer						
My Network Places	File name: Files of type:	excellon.cam CAM Processor Job Files (*.cam	1)	•		Open Cancel

A janela que se abrirá nos dará as informações:

Section: Generate drill data

Device EXCELLON

File: %N.drd

Layer: 44 (Drills) e 45 (Holes)

3 CAM Processor - C:\Program Files\EAGLE-5.9.0\cam\excellor	n.cam - EAGLE 5 🔳 🗖 🔀
File Layer Window Help Generate drill data Job Section Generate drill data Prompt Output Device EXCELLON © pos. Coord Quickplot © Optimize File %N.drd Offset X Oinch Y Oinch	Nr Layer 28 bValues 29 tStop 30 bStop 31 tCream 32 bCream 33 tFinish 34 bFinish 35 tGlue 36 bGlue 37 tTest 38 bTest 39 tKeepout 40 bKeepout 41 tRestrict 42 bRestrict 43 vRestrict 44 Drills 45 Holes 46 Milling 47 Measures 48 Document 40 Datestrest
Process Job Process Section Descript C:\Documents and Settings\EDGAR\My Documents\eagle\Fonte regulada\fregtb.brd	ion Add Del

6 – fazer as alterações:

3 CAM Processor - C:\Program Files\EAGLE-5	.9.0\cam\excellor	n.ca
File Layer Window Help		
Generate drill data		
Job	Style	Nr
Section Generate drill data	Mirror	
Promot	Rotate	
	Upside down	
-Output	yos. Coord	
Device SM3000	Quickplot	
	Optimize	
Rack ts/eagle/Fonte regulada/fregtb.drl	✓ Fill pads	
File %N.sbm		

Ao mudar para o campo *Device* para SM3000, surgirá um botão com o label Rack.

Clicar no mesmo e abrir o arquivo com extensão . *drl* que está na pasta projetos "Fonte regulada".

7 – depois de alterado o campo do file de %N.drd para %N.sbm, clicar em Process Job

8 – clicar em *File* → *Save Job*



9 - salvar na mesma pasta de projetos "Fonte regulada"

Save CAM Job					? 🔀
Save in:	Fonte regulad	а	•	+ 🗈 💣 🖩	
CO Recent					
Desktop					
My Documents					
My Computer					
					
My Network Places	File name: Save as type:	fregtb.cam CAM Processor Jo	ob Files (*.cam)	•	Save Cancel

OBS: na pasta CAM Jobs existe um arquivo com o nome *freg.cam*, mas este se refere aos arquivos Gerber criados anteriormente.

Caso opte por salvar o trabalho nessa pasta, para evitar sobrescrever adicione um ou mais caracteres para diferenciar (por exemplo: *fregdrill.cam*) até porque é interessante manter os arquivos Gerber criados anteriormente para eventuais consultas.

Com isto o processo de geração dos arquivos Gerber está concluído. A figura a seguir mostra uma visão geral, a partir do painel de controle do Eagle.



VISUALIZAÇÃO DOS ARQUIVOS GERBER COM O PROGRAMA VIEWPLOT

O programa VIEWPLOT permite visualizar todos os arquivos Gerber criados.

1 – clique no ícone Open para carregar os arquivos Gerber, ou tecle F3

8 N	lew				
File	Edit	Units	View	Check	Help
D					
Ę	<mark>Ope</mark>	en F	3		

2 – selecionar na pasta de projetos "Fonte regulada" os arquivos Gerber com as extensões:

.bot - .bsm - .top - .tsk - .tsm - .ncd

Veja a figura a seguir:

				? 🛛
🗀 Fonte regulad	a	•	+ 🗈 💣 🎟-	
eagle.epf freg.b#1 freg.b#1 freg.s#1 freg.s#2 freg.s#3 freg.s#4 freg.s#5 freg.s#6 freg.s## % freg.sch fregch.brd fregtb.b#1 fregtb.b#2	fregtb.b#3 fregtb.b#4 fregtb.bot fregtb.brd fregtb.brd fregtb.cam fregtb.cam fregtb.drd fregtb.drd fregtb.drl fregtb.drl fregtb.gpi fregtb.sw1 fregtb.sw1 fregtb.sw1 fregtb.sbm % fregtb.sch	ចៅ fregtb.top ចៅ fregtb.tsk ចៅ fregtb.tsm		
File name:			•	Open
Files of type:	All files (*.*)		▼	Cancel

3 – clique em open:

					×
	1				
		File type			_
cuments\eagle\Fonte regulada\fregtb.tsm	>>	Gerber file	L0 -	View file	
cuments\eagle\Fonte regulada\fregtb.bot	>>	Gerber file	L1 -	View file	
cuments\eagle\Fonte regulada\fregtb.bsm	>>	Gerber file	L2 💌	View file	
cuments\eagle\Fonte regulada\fregtb.top	>>	Gerber file	L3 🗸	View file	
cuments\eagle\Fonte regulada\fregtb.tsk	>>	Gerber file	L4 💌	View file	
cuments\eagle\Fonte regulada\fregtb.ncd	>>	Drill file	L5 💌 🔄	View file	
1	551	-	-	View file	1

A figura acima mostra os arquivos Gerber e o Drill file.

L0 a L5 representam os layers.

Clicando em View pode-se visualizar o conteúdo de cada um dos arquivos.

4 – clique em OK.

Load drill file	X
First drills	
% M48 M72 T01C0.0320 T02C0.0440 T03C0.0472 T04C0.0520 T05C0.0550 T06C0.0669 T07C0.1100 % T01 X4651Y6151 X5651Y6151 X5651Y6151 X9651Y8151 X9651Y9151 X6151Y10151 X5151Y10151 X4151Y10151	
Drill format	ОК
1 3 1 4 1 5 C Leading zero suppression	Cancel
2 3 2 4 2 5 2 6 3 3 3 4 Hint by program	Help
Units Mils/mm/inch/0.01mm jinch	

Ao abrir a janela altere o Number format para 2 4

Para justificar esse ajuste, veja a correlação na figura abaixo, no editor de texto de *freg.gpi*

📓 1 Text Editor - C:\Documents and Settings\EDGAR\My Documents\eagle\ 🔳 🗖 🔀
File Edit Window Help
EAGLE CAM Processor 5.9.0
Info File: C:/Documents and Settings/EDGAR/My Documents/eagle/Font
: 8/15/2010 2:37:50 PM : C:/Documents and Settings/EDGAR/My Documents/eagle/Fonte r : generated: : Gerber RS-274-X photoplotter, coordinate format 2.4 inch
ttings:
rtures : no rmal : no ulus : no

5 – clique em OK.

Todos os layers serão visualizados



Clicando na barra de status é possível destacar cada um dos layers



A figura a seguir mostra o layer Bottom (*fregtb.bot*) em destaque.

Observe que as trilhas traçadas no layer Bottom se sobrepõem as demais.



É possível visualizar separadamente os layers, com o uso da ferramenta para visibilidade de objetos.



Ao clicar no botão ou pelo atalho CTRL A, aparecerão as opções mostradas na figura abaixo.

Viewable objects		
Objects	Layers	
🔽 Drills	Layer 0	Gerber C:\Documents and Settings\EDGAR\My Docum
✓ Pads	Layer 2	Gerber C: Documents and Settings EDGAR My Docum
✓ Traces/lines/arcs	Layer 3 Layer 4	Gerber C:\Documents and Settings\EDGAR\My Docum Gerber C:\Documents and Settings\EDGAR\My Docum
Errors	Layer 5 Layer 6	Drill C:\Documents and Settings\EDGAR\My Docum
🔽 Polygons	Layer 7 Laver 8	
Only polygon contours	Layer 9 Layer 10	
Clearances	Layer 11	
	Layer 12 Layer 13	
- Specials	Layer 14 Layer 15	

Clique em Deselect All e clique somente no layer que desejar visualizar





A figura abaixo mostra apenas o layer de serigrafia visível (fregtb.tsk)

Veja em destaque todos os layers selecionados:



GERANDO IMAGEM NEGATIVA DO LAYOUT PARA IMPRESSÃO

É possível gerar uma imagem negativa de um layout e imprimi-la em uma transparência, papel vegetal, etc.

A partir dessa imagem negativa pode-se gerar um fotolito para a confecção de placas de circuito impresso.

Vamos utilizar o projeto Fonte regulada (*fregtb.brd*) para demonstrar como isso pode ser feito.

Neste caso vamos gerar uma imagem negativa dos layers Top e Bottom.



Iniciando pelo Top:

Vamos esconder os layers que não nos interessam:

Bottom; tPlace; tNames; tValues; tOrigins; tDocu



1 – no Menu, em File, clique Export \rightarrow Image

	1 Board	I - C:\[)ocum	ents ai	
File	Edit	Draw	View	Tools	
	New		Ctr	I+N	
D	Open		Ctr	I+0	
	Open re	cent		•	
	Save		Ctr	I+S	
	Save as.				
	Save all				
	Print set	up			
5	Print		Ctr	I+P	
	CAM Pro	cessor			Corint
₽	Switch to	o schem	atic		Directory
	Frank				Netlist
SCR:	Export.	·			Partlist
::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	Script	-			Pinlist
	кип				NetScript
	Close		Ctr	I+F4	Image

2 – salve na pasta de projetos, no caso, Fonte regulada, preferencialmente com a extensão .*bmp*

Crie uma pasta para salvar essas imagens

Export Image					? 🗙
Save in:	imagens		•	🗢 🗈 💣 🎟 •	
\supset					
Recent					
Desktop					
My Documents					
My Computer					
My Network	File name:	fregtb		•	Save
Hiddes	Save as type:	Windows Bitmap Files (*.bmp	o)	•	Cancel

3 – ajuste os parâmetros conforme indica a figura abaixo: Monochrome e Resolution – 300 (pode ser outra) e clique em OK

Export	Image		
File Resolution	pulada/imagens/fregtb.bmp Clipboard 300	Browse Monochrome dpi	 eagle Detector de Nível Lógico Fonte regulada imagens Gerador de Clock
Image Size Area	1248 x 810 Full V	pixel	 Pré amplificador Vagalume bionico

A figura abaixo mostra a imagem criada, no editor de imagens PaintShop PRO



Outra opção é a captura da imagem para o Clipboard e a mesma poderá ser colada em qualquer documento de texto ou editor de imagem.

Neste caso, basta selecionar apenas a opção Clipboard e Monochrome.

Vejamos um exemplo, capturando o layout no layer Bottom.

Como no caso anterior esconder os layers:

Top; tPlace; tNames; tValues; tOrigins; tDocu

Vamos capturar com uma resolução = 100

🔡 Export	lmage	X
File		Browse
	Clipboard	Monochrome
Resolution	100	dpi
Image Size	416 x 270	pixel
Area	Full	•
	ОК	Cancel

A figura abaixo mostra a imagem colada no Paint do Windows.



APÊNDICE 1

Barramentos no EAGLE:

A ferramenta "Bus" auxilia na identificação de contactos elétricos entre componentes.



Tomemos como exemplo a interligação de alguns pinos entre dois circuitos integrados, conforme ilustra a figura abaixo:

12 DC 2 TE 1 TE		12 12	G G	17 1 7
14 ATNI ATNI-FI	12 9 01 21		1A	2Y 6
15 EOI + EO 13 SRO SRO	12 8 12 10	7	2A -	3Y
20 REN REN	12 <u>3</u> 4	9	3.4	3Z D
16 DAV DAV 18 NDAC NDAC	2 7 2 5 2 6	15	4A	4Y 4Z D
)2		75192F	>

Vamos através do comando Bus desenhar uma linha que permite visualizar as ligações elétricas entre os pinos 9, 10, 7 e 6 do IC1 com os pinos 1, 7, 15 e 13 o IC2.

Usando a ferramenta Net.



A primeira providência é desenhar ligações em aberto nos referidos pinos, conforme ilustra a figura a seguir:



O próximo passo é atribuir os nomes para essas ligações através da ferramenta "Label".





Com as ligações identificadas devemos agora renomear as mesmas. Para isso devemos usar a ferramenta "Name"





Observe que o IC1 teve suas ligações renomeadas como A1, A2, A3 e A4:

Vamos utilizar o mesmo procedimento e renomear as ligações em aberto do IC2.

Se quisermos que o pino 9 do IC1 seja interligado eletricamente com o pino 1 do IC2, devemos atribuir o mesmo nome para este último, ou seja, A1.

Assim procedendo o Eagle mostrará uma caixa de diálogo para confirmar a ligação elétrica entre esses pontos.



Basta proceder de forma idêntica para os demais pinos, usando a sequência das ligações desejadas.

A figura a seguir mostra as ligações entre os dois componentes identificada.



Com o auxílio da ferramenta "Bus", podemos identificar essas ligações. Embora essas ligações elétricas já estejam concretizadas, a identificação tem por objetivo permitir uma visualização mais rápida das mesmas.





APÊNDICE 2

CRIAÇÃO DE BIBLIOTECA DE COMPONENTES

O Eagle permite a criação de biblioteca de componentes, tanto para símbolos como para o encapsulamentos.

No painel de controle (Control Panel) siga a sequência mostrada na figura abaixo:

🖊 C	Control Panel - C:\Documents and Settings\EDGAR\My Docume						
File	View	Options	Window	Help	1		
P	Vew		×.	1	Project		
	Open Open rec	ent project	s 🕨	2	Schematic	ıms	
	5ave all			<u>_</u>	Library		
E	Ilose pro Exit	ject	Alt+X		CAM Job		
	-	- 🔛 Dete	ect		ULP		
		📴 Deta	ect		Script		
	<i>"</i>	Dete	ect ect ect		Text		

File \rightarrow New \rightarrow Library



Selecione no menu Library a opção *Description* na qual deverá constar a descrição do componente que irá compor a biblioteca.

Neste exemplo, vamos criar o símbolo e o encapsulamento para um NTC – Resistor Térmico de Coeficiente Negativo.

File Edit	Draw View	Library	Options	Winde	w	Help			
) \$\$ @Q :	Des 33 Dev	ice	29	Ŗ	SI	R)	<u>∩</u>	511
0.1 inch	(-0.7 0.2)	Pad	kage						
-		-1/ Syll	001	-					
		Ren	ame						
		Upd	ate						
.									. FA
🖉 Descripti	on of untit	le d						0	- EA
Description Headline:	o <mark>n of untit</mark> l NT	l <mark>ed</mark> C - Resisto	r Térmico d	e Coefi	iente	: Neg	ativo	3 ()	- EA
Description Headline: NTC - Resisto	<mark>on of untitl</mark> NT	l ed C - Resisto Coeficiente	r Térmico d Negativo	e Coefi	ciente	: Neg	ativo	30	- EA
Description Headline: NTC - Resisto	on of untitl NT or Térmico de (l e d C - Resisto Coeficiente	r Térmico d Negativo	e Coefi	ciente	: Neg	ativo	30	- EA(
Description Headline: NTC - Resisto	on of untitl NT or Térmico de (l e d C - Resisto Coeficiente	r Térmico d Negativo	e Coefi	ciente	: Neg.	ativo	30	- EA(
Description Headline: NTC - Resiston	on of untitl NT or Térmico de o or Térmico de	l e d C - Resisto Coeficiente Coeficiente	r Térmico d Negativo Negativo	e Coefi	ciente	: Neg	ativo		- EA(
Description Headline: NTC - Resiston	on of untitl NT or Térmico de o or Térmico de	l e d C - Resisto Coeficiente Coeficiente	r Térmico d Negativo Negativo	e Coefi	tiente	⊧ Neg	ativo		- EA(
Descripti Headline: NTC - Resisto	on of untitl NT or Térmico de «	l e d C - Resisto Coeficiente	r Térmico d Negativo • Negativo	e Coefi	ciente	I Neg	ativo		- EA(
Description Headline: NTC - Resiston NTC - Resiston	on of untitl NT or Térmico de or Térmico de	l e d C - Resisto Coeficiente	r Térmico d Negativo • Negativo	e Coefi	ciente	P Neg	ativo		- EA(

Clique em OK.

Esta descrição irá aparecer ao selecionar a biblioteca pelo comando Add no Schematic ou no Board.

O próximo passo é identificar o símbolo, conforme indica a figura abaixo:

2 1	Libra	ıry - C:'	Progr	am Files	s\EAGLE-	5.9.0\[
File	Edit	Draw	View	Library	Options	Window
: 🗠	; 🖬 🤅	3 3 2	1 1 1 1		ų 🔍 🤅) <u>Q</u>
:				Symbol		
	0.1 inc	h (-0.4 1	.0)	I		
0						

Basta digitar o nome do símbolo, no caso, NTC.

🖉 Edit 🛛 🔀	
Symbol	
	🖉 Warning 🛛 🔀
New: NTC	Create new symbol 'NTC'?
Dev Pac Sym	
Cancel	

Ao aceitar a criação do símbolo surgirá então a área para desenhar o mesmo, com as respectivas ferramentas. Esta área é o Editor do Símbolo.



Basta desenhar o símbolo nesta área usando os recursos disponíveis.

DICA: procure sempre usar o Grid adequado para tal, conforme já visto em aulas anteriores.

Procure tomar como base as medidas de componentes que já existem.

A figura a seguir mostra o componente desenhado. A ferramenta para essa finalidade é *Wire*, já vista anteriormente.



Para isso foram usados os seguintes valores de Grid:

Com grid = 0.0125 inch \rightarrow corpo do NTC

Com grid = 0.0625 inch \rightarrow setas e t^o



Por padronização de medidas em relação aos componentes já existentes na biblioteca, o corpo foi desenhado com a ferramenta *Wire* com o grid 0.0125 (16 x 6)



A figura a seguir mostra o grid visível 0.0125 inch.

O próximo passo é a fixação dos pinos para conexão elétrica.

Para isso usa-se o comando/ferramenta "Pin".





Durante a colocação dos pinos devem-se respeitar as características elétricas do sinal, que é usada na checagem elétrica do esquema através do ERC.

No menu suspenso do campo Direction, temos as opções:

NC – não conectado In – Entrada Out – Saída I/O – Entrada e saída (bidirecional) OC – Coletor ou dreno aberto Pwr – Pino de alimentação (VCC, GND, VSS, VDD, etc.) Pas – Passivo (resistores, capacitores, etc.) Hiz – Saída de alta impedância (tri-state) Sup – Pino de neutro

Para o símbolo em questão a direção é Pas, por se tratar de um resistor.



Depois de desenhado os pinos os mesmos deverão ser renomeados para posterior associação com o encapsulamento.

Os mesmos poderão ser renomeados como 1 e 2 através do comando Name.



Podemos por questões estéticas esconder a identificação dos pinos, bem como alterar o seu comprimento.

Basta clicar com o botão direito do mouse sobre o círculo verde que envolve o extremo dos pinos e alterar as propriedades que desejamos.

Pas 0 [₹] [₹] Copy × Delete E ⁱ ³ Mirror ↔ Move ^B Name		t°-
	🖉 Properti	ies 🛛 🔀
Show	Pin	
Properties	Name	1
. 4	Position	-0.3 0
Pas 0	Angle	0
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		Mirror
\sim	Direction	Pas 💌
	Swap Level	0
	Length	Middle
	Function	None
	Visible	Both
		OK Cancel Apply

Vamos alterar o campo Lenght para Short e Visible para Off.

Position	-0.3 0
Angle	0
	Mirror
Direction	Pas 💌
Swap Level	0
Length	Short 💌
Function	None
Visible	Off 🗸 🗸
	OK Cancel Apply

A figura abaixo mostra o componente e as modificações.



Finalizando, devemos inserir os rótulos:

>NAME para identificação seqüencial no circuito

>VALUE para a identificação dos valores para componentes passivos e código de identificação nos circuitos integrados.

Essa identificação deve ser feita pela ferramenta Text, respeitando-se os layers correspondentes.

A identificação >NAME deve ser inserida no layer 95 (Names) A identificação >VALUE deve ser inserida no layer 96 (Values)

A figura a seguir mostra o símbolo do NTC finalizado. Os rótulos >NAME e >VALUE foram inseridos com Size: 0.05



Construindo o encapsulamento (Package)

Para construir o encapsulamento do componente utilizamos a ferramenta Package.

🦉 1	Libra	ry - C:\	Progr	am Files	AAGLE-	5.9.0\lbr	\unt
File	Edit	Draw	View	Library	Options	Window	Hel
i 🗠	8	3 8 8 C	∰ Ð		ų 🔍 🤅) <u>q</u>	<u>Q</u>
:			ト Pack	aae			
		0125 inch	(-0.53	75 0.2375)		

🖉 Edit 🛛 🔀	
Package	Warning X Create new package 'NTC/20'? Yes No
New: NTC/20 Dev Pac Sym OK Cancel	

Observe que foi digitado NTC/20, onde /20 pode representar, por exemplo, um grid de 20mm.

Após aceita a criação do encapsulamento, surgirá então a tela destinada a elaboração do mesmo.



Clicando em *Description*, no canto esquerdo inferior podemos identificar o tipo de encapsulamento.

Ę	Description of NTC/20		×
	Headline:	NTC - Grid de 20mm	
	NTC - Grid de 20mm		
	NTC - Grid de 20mm		
	OK Cancel	Undo Redo	

A figura acima mostra apenas uma sugestão, pois outras informações poderão ser adicionadas.

Isto feito, basta desenhar o encapsulamento com as ferramentas adequadas. O grid usado foi 0.0125 inch.



Desenho do contorno com a ferramenta Wire





Colocação dos Pads com a ferramenta Pad



Torna-se necessário renomear os Pads, de forma a coincidir com os pinos do símbolo do Schematic, no caso, 1 e 2.



A exemplo da construção do símbolo do NTC, no encapsulamento devemos também colocar rótulos, para identificação de sequência e valores.

No entanto ao invés de usarmos os layers 95 e 96, usaremos os layers 25 (tNames) e 27 (tValues), lembrando que "t" representa o layer top.

🖉 Display	×	br\u
Layers:		» н Э.С
Nr Name	^	₽∿ ⊏
25 tNames 26 hNames		
27 tValuqs		
28 bValués 29 24 tStop		
30 Stop		
31 4 tCream		
New Change Del		
All None		
	_	
OK Cancel Apply		
>NAME		

Os rótulos foram introduzidos com Size: 0.032.

As dimensões do PAD (diâmetro e furação) ficam a critério do projetista, bem como a posição dos rótulos >NAME e >VALUE.

Estando pronto o símbolo e o encapsulamento, resta agora criar o dispositivo através do comando *Device*.

File	Edit	Draw	View	Library	Options	Wind
. 🚘	8	3 88	🗱 Ð		ų 🔍 🤅) Q
;	Angle	: 0 K	evice pc)'9¥ ⁺ []		

🖉 Edit 🛛 🔀	
Device	
	🖉 Warning 🛛 🔀
	Create new device 'NTC'?
New: NTC	Yes No
Dev Pac Sym	
OK Cancel	

Vamos digitar no campo New – NTC, que é o nome que queremos dar ao dispositivo.

Ao aceitar a criação do dispositivo, abrirá uma tela mostrada na figura abaixo.

📕 1 Lit	orary - C:\Progr	am Files\EAGLE-	5.9.0\lbr\i	untitled.lb	or (NTC.dev)	- EAGLE 5	
File Ec	lit Draw View	Library Options	Window	Help			
i 🗠 🖥	i 🚑 🕺 👯 🖽 t), 🕮 🕮 🔍 🤅	R Q R (🔍 🗠 ເ	× 💷 📓 🕇	?	
:							
•	0.1 inch (-2.1 0.1)						~
∎ <u>∓</u> ₽			~				
Ψ Π Δ							
X 🖡							
	<u>s</u>						
t		I					
				Package	 Variant 		
			~				
			>	,	New	Connect	
	Description	Technologies At	tributes		Prefix]	
	Use the DESCRIPTION	NIC	~	Value	 Off 	• 🔿 On	
Add a pa	rt			a	-		:

Clique em Add para adicionar o símbolo criado.



Clique em New e defina *Variant* como 1 (por exemplo) e clique OK.

New Prefix Value Off	Connect
Create new package variant for I	лтс 🛛 🔀
Packages	
NTC/20	>NAME O >VALUE
Variant name	
	OK Cancel

Defina o prefixo (Prefix) como R \rightarrow no caso, R de resistor, pois o NTC é na realidade um resistor.



Resta agora fazer a conexão símbolo/encapsulamento.

Clique em Connect

🖉 1 Lil	orary - C:\Program Files\EAGLE-5.9.0\lt	or\untitled.lbr (NTC.dev) - EAGLE 5 🔳 🗖 🔀
File Ed	dit Draw View Library Options Window	v Help
i 🗠 🗖	😂 🕄 📖 💐 🕮 📖 🍳 🔍 😫	R 🔍 🗠 🗠 💷 📓 🛛 🤋
;		
• •	0.1 inch (0.3 0.2)	×
I 🕹		
• •		
₩ 		>NAME
i	Add=Next	0 0
へ 14。 啓	Swap=u >NAME	■ >VALUE
10k 	Pas 0 Ras 0	
<u> </u>		
	1↓	Package
	>VALUE	NTC/20 1
		New Connect
	Description Technologies Attributes	
	Use the NTC1	
	DESCRIPTION	

Ao clicar em Connect surgirá uma caixa de diálogo mostrando que existem duas ligações a serem conectadas, entre o símbolo e o encapsulamento (Package), conforme ilustra a figura a seguir.

Basta clicar duas vezes no botão Connect dessa caixa para estabelecer então a ligação.

🖉 Connect 1 (NTC/20)		
Pin	Pad	Connection
Name	▲ Name	A Pin A Pad
G\$1.1 G\$1.2	1 2	
	Connect	Disconnect
Copy from:		
		OK Cancel
Connect 1 (NTC/20)		OK Cancel
Sonnect 1 (NTC/20) Pin	Pad	OK Cancel
Pin Name	Pad Name	OK Cancel
Pin Name	Pad Name	OK Cancel Connection Pin Pad G\$1.1 1 G\$1.2 2
Pin Name	Pad Name	OK Cancel

A figura abaixo mostra que a conexão foi executada com êxito.

ackage	≜ Variant		
пс/20	1	1	
11420	1	×	

Vamos digitar uma descrição para o dispositivo.


Description of NTC				
Headline:	Resistor Térmico com Coeficiente Negativ	10		
Resistor Térmico com Coeficiente Negativo				
Resistor Térmico com Coeficiente Negativo				
ОК	Cancel Undo Redo			

A figura abaixo mostra uma visão geral.



Para finalizar, basta salvar o trabalho, cuja extensão é .lbr

No Menu \rightarrow File \rightarrow Save as

Vamos salvar como user.lbr (poderá ser outro nome)



A figura abaixo mostra a biblioteca criada

ADD 🔀			
Name			
 telecontrolli to telecontrolli RF Receivers, RF Tra telefunken Telefunken Devices testpad Test Pins/Pads texas Texas Instruments Devices toshiba TOSHIBA fiber optic devices traco-electro TRACO (R) POWER DC DC Konverter trafo trafo-bei Brownsburg Elektrinic Inc. Transfor trafo-siemens Siemens Transformers, Filters, Indu trafo-xicon Xicon [Ultra-Mini] Audio Transformers transistor-fet Field Effect Transistors transistor-ne NPN Transistors transistor-ne. 		∿h¢4⊊ ● •\r¢£LE	
transistor-pnp PNP Transistors	Resistor Térmico com Coeficiente Negativo		
 transistor-po Power Transistors transistor-sm Small Signal Transistors triac Thyristors, Triacs, Trigger Diodes tripas TRIPATH Audio Amplifier u-blox Produkte für GPS und drahtlose Ko uln-udn Driver Arrays user NTC - Resistor Térmico de Coeficien wreg Voltage Regulators Search Smds Description Preview 	Package: NTC/20		
	ОК Са	ncel Drop	

Observe no Schematic que as dimensões do componente criado está condizente em relação aos resistores existentes no banco de dados.

Portanto, é importante observar esse detalhe na criação de bibliotecas de componentes.



A figura a seguir mostra a biblioteca *user.lbr* no painel de controle.



DICA: Você pode se valer das ferramentas copiar, recortar e colar para aproveitar os desenhos de símbolos e encapsulamentos de outras bibliotecas existentes.