

TUTORIAL – ALTIUM DESIGNER SOFTWARE



Autores: Daniel da Silva Gomes Davi Rabelo Joca, M.Sc. Eng.

Versão 1.0

Novembro de 2015

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	
1.1. Iniciar um novo projeto	3
1.2. Adicionar componentes ao esquemático e conectá-los	5
2. CRIAR COMPONENTES E ADICIONAR AO PROJETO	
2.1. Adicionar Biblioteca Integrada	12
2.2. Criar o esquemático do componente	14
2.3. Criar footprint e adicionar ao componente	24
3. ADICIONAR MODELO 3D DE UM COMPONENTE	
3.1. Desenhando o modelo 3D do componente	48
3.2. Adicionar modelo 3D com arquivo formato STEP	50
4. POSICIONAMENTO DOS COMPONENTES E ROTEAMENTO DA PLACA	
4.1. Posicionar os componentes	56
4.2. Roteamento da placa	62
4.3. Regras	66
4.4. Malhas de potencial	72
5. IMPRESSÃO	
6. GERBER FILES / NC DRILL FILES	
6.1. Gerber Files	81
6.2. NC Drill Files	87
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	
8. REFERÊNCIAS	

1. INTRODUÇÃO

1.1. Iniciar um novo projeto

Para iniciar um novo projeto no *Altium Designer*, deve-se ir no menu e clicar *em File* >> *New* >> *Project* >> *PCB Project*, criando assim um arquivo do projeto que conterá as informações sobre o mesmo, como os esquemáticos, placas e pode conter ainda bibliotecas de componentes que serão utilizados.

Aparecerá então uma aba como mostra a figura 1.1 com o arquivo criado, inicialmente sem nenhum documento adicionado.

Projects			▼ Ø ×
Workspace1.Ds	nWrk	▼ Wo	rkspace
PCB_Project1.P	rjPCB	F	Project
) File View 🔘	Structure Editor	۲) 🗾
E 📄 PCB_Pro	oject1.PrjPCB		
No Doc	cuments Added		

Figura 1.1. Aba Projects com o projeto adicionado.

Fonte: Elaborada pelo autor

Ao adicionar o projeto, com o clique no botão direito do *mouse* sobre o mesmo, aparecerá um menu como mostra a figura 1.2. É recomendável clicar inicialmente em *Save Project As.*. e atribuir um nome ao projeto além de criar e selecionar uma pasta na qual serão salvos todos os arquivos referentes ao projeto.



Figura 1.2 – Menu do arquivo do projeto.

Em seguida, deve-se abrir novamente o menu mostrado na figura 1.2 e adicionar um esquemático para o projeto, indo em *Add New to Project >> Schematic*, além de um arquivo PCB indo em *Add New to Project >>* PCB. No arquivo esquemático, será feito o desenho do circuito, inserindo os componentes e então fazendo as conexões entre eles, e no arquivo PCB, será feito o posicionamento dos componentes e as trilhas do circuito para a confecção da placa.

É recomendável também, com um clique no botão direito do *mouse* sobre o arquivo do esquemático e sobre o do PCB, clicar em *Save As...* para atribuir nomes aos arquivos e salvar na pasta do projeto, como mostra a figura 1.3.

Workspace1.DsnWrk Workspace	🔾 🗢 🚽 « 1 🕨 Tuto	oriais ► Altium ► projeto-tutorial ►	✓ ↓ Pesquisar p	projeto-tutorial
projeto-tutorial.PriPcb Project	Organizar 👻 Compart	ilhar com 🔻 Gravar Nova pasta	1 Jat.	≣ • 🔟 (
projeto-tutorial.PriPcb * Source Documents	🔆 Favoritos 💻 Área de Trabalho	Biblioteca Documentos		Organizar por: Pasta 🔻
🖬 projeto-tutorial (Esquemático). Sch 🗎	Downloads	Nome	Data de modificaç 28/07/2015 11:28	Tipo Tam Pasta de arquivos
	Bibliotecas	projeto-tutorial (Esquemático).SchDoc projeto-tutorial (PCB).PcbDoc	28/07/2015 11:43 28/07/2015 11:42	Altium Schematic Protel PCB Docu
	imagens ♪ Músicas Vídeos	💓 projeto-tutorial.PrjPcb	28/07/2015 11:28	Altium PCB Project

Figura 1.3. Projeto com arquivos esquemático e PCB adicionados.

Fonte: Elaborada pelo autor

1.2. Adicionar componentes ao esquemático e conectá-los

Selecionando o arquivo esquemático, aparecerá uma área conforme mostra a figura 1.4.



Figura 1.4 – Área do esquemático.

Fonte: Elaborada pelo autor

No menu, clicando em *Place >> Part* (ou digitando PP), aparecerá a janela mostrada na figura 1.5.

Physical Component	History Choose
Logical Symbol	*
<u>D</u> esignator	×
<u>C</u> omment	×
<u>F</u> ootprint	None Available 👻
<u>P</u> art ID	1
Library	×
Database Table	

Figura 1.5 – Adicionar componente.

Em *History*, é possível ver os componentes que foram utilizados recentemente, e clicando em *Choose*, aparecerá a janela conforme mostra a figura 1.6.

rowse Libraries		S ×
Libraries 🌮 Miscellaneous Devices IntLib		▼ … Find
Mask	•	
Component Name 2N3904 - 2N3906 - Antenna - Battery - Bridge1 - Bridge2 - Cap Feed - Cap Pol1	A HE	Q? 2N3904
Cap Pd2 Cap Pd3 Cap Semi Cap Semi Cap Var Cap2 Circuit Breaker D Schottky m Tit Scomponents		
Model Name 10-32A 2N3304 2N3304 2N3304		
		OK Cancel

Figura 1.6. Pesquisa por componentes.

Fonte: Elaborada pelo autor

Fonte: Elaborada pelo autor

Na aba *Libraries*, é possível selecionar as bibliotecas adicionadas ao programa e ver os componentes de cada uma. Selecionando uma das bibliotecas e um dos seus componentes, clicase em OK e OK novamente na janela seguinte para poder adicioná-lo à área de trabalho do *Altium*.

Ao adicionar o componente, com um clique duplo sobre o mesmo, aparecerá uma janela mostrada na figura 1.7.

Properties			Parame	ters			
			Visible	Name	∠ Value	Тур	e
Designator	D?	Visible 🔲 Locked		Code_JEDEC	DO-214-AB	STR	ING
Comment	Diode	 Visible 		LatestRevisionDate	17-Jul-2002	STR	IING
				LatestRevisionNote	Re-released for DXP Platform.	STR	IING
		Part 1/1 🔲 Locked		PackageDescription	DO-214-AB/SMC; 2 C-Bend Li	eads; Boi STR	IING
Description	Default Diode			PackageReference	SMC	STR	ING
()	0000001///			PackageVersion	Sep-1996	STR	ING
Unique la	USPCUBKH	Reset		Published	8Jun-2000	STR	ING 💌
Type	Standard	•		Publisher	Altium Limited	STR	IING
Link to Libran Design Item ID V Library Name	ry Component Diode Miscellaneous Devices.IntLib	Use Vault Component	Add	Remoye	Edit	_	
Link to Librar Design Item ID V Library Name	ry Component Diode Miscellaneous Devices.IntLib	Use Vault Component	<u>A</u> dd	Remoye	Edit Add as <u>B</u> ule		
Link to Librar Design Item ID V Library Name Table Name Graphical	ry Component Diode Miscellaneous Devices.IntLib	Use Vault Component	Add	Remoye	Edit Add as <u>B</u> ule	March	Itom Paujoj
Link to Librar Design Item ID Clibrary Name Table Name Graphical	ry Component Diode Miscellaneous Devices.IntLib	Use Vault Component	Add Models Name SMC	Type / Des ▼Footorint DD	Edit Add as <u>B</u> ule cription 214-48/SMC: 2 C-Bend Leads: Boc	Vault	Item Revisi.
Link to Librar Design Item ID Clibrary Name Table Name Graphical Location X	ry Component Diode Miscellaneous Devices.IntLib 240 Y	Use Vault Component	Add Models Name SMC Diode	Remo⊻e Type / Des Footprint DO- Signal Integrit	Edit Add as <u>B</u> ule cription 214 AB/SMC; 2 C-Bend Leads; Boc	Vault	Item Revisi.
Link to Librar Design Item ID I Library Name Table Name Graphical Location X	ry Component Diode Miscellaneous Devices.IntLib	Use Vault Component	Add Models Name SMC Diode DIODE	Type / Des ▼ Footprint DO- Signal Integrity Simulation Dioc	Edit Add as <u>B</u> ule cription 214-AB/SMC; 2 C-Bend Leads; Boo	Vault Is	Item Revisi.
Link to Librar Design Item ID CLibrary Name Table Name Graphical Location X Drientation Mode	ry Component Diode Miscellaneous Devices.IntLib 240 Y Degrees Normal	Use Vault Component	Add Models Name SMC Diode DIODE	Type / Des ▼ Footprint D0- Signal Integrity Simulation Dioc	Edit Add as <u>B</u> ule cription 214AB/SMC; 2 C-Bend Leads; Boc le	Vault Is	Item Revisi.
Link to Librar Design Item ID Library Name Table Name Graphical Location X Orientation Mode	ry Component Diode Miscellaneous Devices.IntLib	Use Vault Component	Add Models Name SMC Diode DIODE	Type / Des Footprint DO- Signal Integrity Simulation Dioc	Edit Add as <u>R</u> ule cription 214AB/SMC; 2 C-Bend Leads; Boo le	Vault Is	Item Revisi
Link to Librar Design Item ID Clibrary Name Table Name Graphical Location X Drientation Mode	ry Component Diode Miscellaneous Devices.IntLib 240 Y 0 Degrees Normal Show All Pins On Sheet (Eve	Use Vault Component	Add	Remove Type / Des ✓ Footprint DO- Signal Integrit Simulation Dioc	Edit Add as <u>Bule</u> cription 214-AB/SMC; 2 C-Bend Leads; Boo	Vault Is	Item Revisi.

Figura 1.7 - Características do componente.

Em *Designator*, é possível atribuir um nome que irá designar o componente em questão, no exemplo, pode-se substituir "?" por "1", sendo assim, esse diodo será designado por D1, e caso outros diodos sejam adicionados, pode-se pôr D2, D3... para designá-los.

Ainda é possível designá-los automaticamente, indo em *Tools >> Force Annotate All Schematics*, clicando *Yes* para confirmar as mudanças nos designadores.

Após adicionar os componentes, deve-se fazer as conexões indo em *Place >> Wire* no menu do programa (ou clicando no ícone *Place Wire* na barra de ferramentas abaixo do menu do programa, como mostra a figura 1.8).

Fonte: Elaborada pelo autor





Será utilizado como exemplo o circuito mostrado na figura 1.9.



Figura 1.9. Astable Multivibrator circuit utilizado como exemplo.

Fonte: Elaborada pelo autor

Procurando os componentes na Library Miscellaneous Devices e Miscellaneous Connectors, foram utilizados, da biblioteca Miscellaneous Devices, 2 transistores 2N3904, 2 LEDs LED3, 4 resistores Res1, dois capacitores Cap, além do conector Header 2H da biblioteca Miscellaneous Connectors.

Deve-se então adicioná-los na área do esquemático, posicionando e designando-os como sugere a figura 1.9, resultando no circuito mostrado na figura 1.10.

Para rotacionar algum componente, com ele selecionado, clica-se na barra de espaço do teclado. Selecionando o componente e mantendo pressionado o botão esquerdo do *mouse*, aperta-se Y ou X para espelhar vertical ou horizontalmente, respectivamente.



Figura 1.10. Esquemático do circuito utilizado como exemplo.

Com um clique duplo sobre os valores das resistências e capacitâncias, aparecerá a janela mostrada na figura 1.11.

Name		Valu	Je			
Value		1	00pF			
Visible	Lock		Visible	Lock		
Properties						
Location X	360	Color		Туре	STRING	•
Location Y	610	Font Times	New Rom	an, 10		
	Locked			Unique I	D YNRNSVJO	Reset
Orientation	0 Degrees	•	Allo	w Synchro	nization With	Database 🔽
	🗸 Autopositi	on	Allo	w Synchro	nization With	Library 🔽
Justification	Bottom	▼ Left	•]			

Figura 1.11. Propriedades dos parâmetros.

Fonte: Elaborada pelo autor

Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Value*, deve ser colocado o valor de resistência ou capacitância de acordo com o circuito apresentado de todos os componentes, e então pressionar OK. Com um clique duplo sobre os designadores dos componentes ("R?", "C?" e etc), aparecerá uma janela semelhante à figura 1.11, devendo então os alterar em *Value*, sendo possível também utilizar o recurso no menu *Tools* >> *Force Annotate All Schematics*, como visto anteriormente.

Clicando no ícone *Place Wire* e conectando os componentes de acordo com o circuito da figura 1.9, obtêm-se o esquemático mostrado na figura 1.12.



Figura 1.12. Esquemático do circuito.

Fonte: Elaborada pelo autor

Após a finalização do esquemático do circuito, deve-se salvar em *File >> Save* e o exportar para o arquivo PCB a fim de posicionar os *footprints* dos componentes na placa e desenhar as trilhas do circuito, processo que será visto no item 4 desse material.

2. CRIAR COMPONENTES E ADICIONAR AO PROJETO

2.1. Adicionar Biblioteca Integrada

Para adicionar um novo componente, adiciona-se uma biblioteca integrada (que une o esquemático e o *footprint* do componente) indo no menu e então: *File >> New >> Project >> Integrated Library*. Na aba de *Projects* será adicionada um projeto chamado *Integrated_Library1*, inicialmente sem nenhum arquivo adicionado, conforme mostra a figura 2.1.

Figura 2.1.	Biblioteca	integrada	adicionada.
0		0	

Projects	▼ 🖉 ×
Workspace1.DsnWrk	Workspace
	Project
File View Structure Editor	•اف
🗆 🗐 projeto-tutorial.PrjPcb	
🗆 🚞 Source Documents	
🔜 projeto-tutorial (Esquemático). SchDoc	: B
🕮 projeto-tutorial (PCB).PcbDoc	Ē
🗆 🔂 Library(tutorial). LibPkg	
No Documents Added	

Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando com o botão direito do *mouse* sobre o projeto, surgirá a janela mostrada na figura 2.2. Deve-se inicialmente clicar em *Save Project As...* para atribuir um nome, selecionar a pasta na qual será salvo e então salvar o projeto.

E Bi projeto-tutorial.PrjPcb	
projeto-tutorial (E squemático) SchDoc B
projeto-tutorial (PCB). PobDo	
🗆 🔂 Library(tutorial).LibPkg	
No Documents Added 🔡	Compile Integrated Library Library(tutorial).LibPkg
	Recompile Integrated Library Library(tutorial).LibPkg
	Add New to Project
🕑 🖄	Add Existing to Project
	Save Project
	Save Project As
	Open Project Documents
	Hide All In Project
	Close Project
	Explore
	Locate and Install Missing Plugins
(B)	<u>S</u> how Differences
2	Version Control
2	Local His <u>t</u> ory
9	Project Packager
	SVN Database Library Maker
	Project Options

Figura 2.2. Opções da Integrated Library.

Clicando com o botão direito do *mouse* sobre o projeto, deve-se ir em *Add New to Project >> Schematic Library*, criando um arquivo onde será feito o esquemático do componente, e abrir novamente as opções e ir *Add New to Project >> PCB Library*, onde será feito o *footprint* do componente, e o projeto resultante é mostrado na figura 2.3.

Figura 2.3. Adição das Schematic/PCB Library.

Projects		▼ 🖉 ×
Workspace1.DsnWrk	•	Workspace
Library(tutorial).LibPkg		Project
File View O Structure Editor		•اف
🗆 🚔 Library(tutorial).LibPkg		
🗆 🚍 Source Documents		
😪 😪 Schlib1.SchLib		E .
🚔 PobLib1.PobLib		

Fonte: Elaborada pelo autor

Será utilizado como exemplo o PIC da série 16F87XA da *Microchip*, com encapsulamento DIP com 40 pinos. Clicando com o botão direito do *mouse* sobre os arquivos SchLib e PcbLib e então em *Save As...*, pode-se atribuir o nome do componente a ser criado para os arquivos, como mostra a figura 2.4.



Figura 2.4. Salvando os arquivos SchLib e PcbLib.

Fonte: Elaborada pelo autor

Com os arquivos devidamente salvos e nomeados, deve-se adicionar o esquemático do componente no arquivo SchLib.

2.2. Criar o esquemático do componente

Inicialmente, deve-se clicar no ícone *Place Rectangle* na barra de ferramentas (mostrado na figura 2.5) e desenhar o retângulo na área de trabalho, não se preocupando de início com o seu tamanho, como mostra a figura 2.6. É importante deixar o esquemático próximo do centro da área de trabalho.

Figura 2.5. Ícone Place Rectangle.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 2.6. Desenho inicial do esquemático.



Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, devem ser adicionados os *Pins*, representação para os pinos do componente, que podem ser adicionados indo em *Place Pin* na barra de ferramentas (figura 2.7), ou então mais facilmente digitando o atalho "PP".



Figura 2.7. Place Pin na barra de ferramentas.

Ao clicar no ícone ou pressionar o atalho, surgirá o item mostrado na figura 2.8.





Fonte: Elaborada pelo autor

A ponta do *Pin* em destaque (com a marcação em formato de cruz antes de ser adicionada à área de trabalho ou pontos brancos após ser adicionada) será utilizada para realizar as conexões no esquemático do circuito, portanto deve ficar do lado de fora do retângulo, como mostra a figura 2.9. Utilizar a tecla barra de espaço para rotacionar o *pin* facilmente.





Fonte: Elaborada pelo autor

Os *pins* podem então ser adicionados e posicionados um a um, com base na distribuição de pinos encontrada no *datasheet* do componente. A distribuição e identificação dos pinos do exemplo é mostrada na figura 2.10.





40-Pin PDIP

Fonte: [2]

Em casos em que se precise adicionar uma maior quantidade de *pins*, uma alternativa ao precisar adicionar manualmente cada pin é utilizar o *Paste Array*. No caso do exemplo, o PIC escolhido apresenta 40 pinos no total, com 20 pinos em cada lado.

Deve-se então adicionar um *pin* na área de trabalho (não é necessário posicioná-lo junto ao retângulo) e então certificar que o *pin* esteja com orientação correta (ponta do pino em destaque na esquerda para gerar os pinos do lado esquerdo do componente), utilizando a barra de espaço para rotacionar.

Com um clique duplo sobre o mesmo, aparecerá a janela conforme mostrada na figura 2.11.

ogical Parameter	8		
Display Name	1 Visible		
Designator	1 Visible		
Electrical Type	Passive 🔹		1 1
Description		*	1
Hide	🔲 Connect To		
Part Number	1		
Symbols		Graphical	
Inside	No Symbol 👻	Location X	-150 Y 120
Inside Edge	No Symbol 👻	Length	30
Outside Edge	No Symbol 👻	Orientation	180 Degrees 💌
Outside	No Symbol 👻	Color	Locked
VHDL Parameters	8		
Default Value			
Formal Type			
Unique Id	MDLORJST Reset		

Figura 2.11. Configurações do Pin.

Fonte: Elaborada pelo autor

Display Name determina o texto que aparece na ponta do *pin* e que pode ser utilizado para identificar os pinos com base em informações do *datasheet*, o que será feito mais adiante, e em *Designator*, o texto que designa o *pin* selecionado.

Em *Electrical Type* é possível modificar o tipo do pino entre *Passive, I/O, Input ou Output, Power* e entre outros.

Colocando "0 "nos parâmetros *Designator* e *Display Name* e clicando OK, deve-se selecionar o *pin* e aperta *Ctrl+ c* para copiar. Em seguida, ir na barra de menu e então em *Edit* >> *Paste Array* (ou digitar o atalho "Ey"), aparecendo uma janela como mostrada na figura 2.12.

Figura	2.12.	Paste	Array.

Setup Paste Array	8 ×
Placement Variables	
Item Count	E
Primary Increment	1
Secondary Increment	1
Remove Leading Zeroes	
Spacing	
Horizontal	0
Vertical	10
0	K Cancel

Em Item Count, deve ser colocado a quantidade de pinos em uma fileira do componente, no caso do exemplo, será colocado "20". Em Spacing, deve-se modificar o valor para "-10" em Vertical para que os pinos sejam adicionados um abaixo do outro, na ordem conforme mostra a figura 2.10.

Pressionando OK e clicando na área de trabalho, aparecerão os pinos devidamente enumerados e espaçados da primeira fileira, como mostra a figura 2.13.

Selecionando então o *pin* primeiramente adicionado à área de trabalho e o rotacionando para adicionar os pinos do lado direito corretamente, com um clique duplo sobre ele, aparecerá uma janela semelhante à mostrada na figura 2.11. No caso do exemplo, no qual o componente apresenta 20 pinos em cada lado, deve mudar o texto em *Designator* e *Display Name* para "20", e então pressionar OK.

Copiando o *pin* e indo em *Edit >> Paste Array,* aparecerá a janela conforme mostra a figura 2.12. Deve-se modificar para 10 o valor de *Vertical*, para que os pins sejam adicionados um acima do outro e então clicar OK, e seguidamente na área de trabalho para adicionar os pins, como mostra a figura 2.13. Pode-se excluir o pino primeiramente adicionado.

Figura 2.13. Adição dos Pins no esquemático.



Fonte: Elaborada pelo autor

Posteriormente, deve-se posicionar os pinos devidamente nos lados do retângulo, alterando seu tamanho caso seja necessário. É importante também selecionar todos os itens e os colocar próximo da origem, como mostra a figura 2.14.



Figura 2.14. Esquemático do componente.

Fonte: Elaborada pelo autor

Ainda é possível modificar os textos nos *Display Name* de cada pin, deixando-os de acordo com informações do *datasheet* (ver figura 2.10), como mostra a figura 2.15.

6 RA4/T0CKI/C1OUT RB2 35 7 RA5/AN4/SS/C2OUT RB1 33 8 RE0/RD/AN5 RB0/INT 32 9 RE1/WR/AN6 Vdd 31 10 RE2/CS/AN7 Vss 30 11 Vdd RD7/PSP7 29 12 Vss RD6/PSP6 28 13 OSC1/CLKI RD5/PSP5 27 15 RC0/T10SO/T1CKI RC7/RX/DT 25 16 RC1/T10SI/CCP2 RC6/TX/CK 24 18 RC3/SCK/SCL RC4/SDI/SDA 22 20 RD0/PSP0 RD2/PSP3 21

Figura 2.15. Esquemático do componente com especificações de cada pino.

Fonte: Elaborada pelo autor

Na parte inferior da área do programa, na barra mostrada na figura 2.16, clicando em *SCH Library* aparecerá a janela mostrada na figura 2.17.

Figura 2.16. Localizar SCH Library.



Fonte: Elaborada pelo autor

SCH Library				🔻 🖉 🗙
				- 🔍
Components		Description		
Compone	ent_1			
Place	bbA	Delete	Edit	
Aliases				^ ^
				
Add		leiete	Edit	
Pins	Name	Туре		^ ^
	\M\C\L\R/Vpp) Passive		=
	RA0/AN0	Passive		_
	BA1/AN1	Passive		
	RA2/AN2/Vref(·)/ Passive		
	RA3/AN3/Vref(+) Passive		
	RA4/T0CKI/C1	0 Passive		
	RA5/AN4/S\S\	/ Passive		
-98	REO/R\D\/ANS	Passive		
	RE1/W\R\/AN	6 Passive		T

Figura 2.17. SCH Library.

Com um clique duplo sobre o nome *Component_1*, aparecerá a janela mostrada na figura 2.18. Figura 2.18. Característica do componente.

Library Component Pr	roperties		ALC-ADVID	a sound	100	? ×
Properties		Parame	ters			
Default Designator Default Comment	Visible Locked	Visible	Name	∕ Value		Туре
Description Type	Standard V					
Library Link	Comment 1					
Graphical						
Mode	Normal V Lock Pins Show All Pins On Sheet (Even if Hidden) Local Colors	<u>A</u> dd	Remo <u>v</u> e	<u>E</u> dit Add	as <u>R</u> ule	
		Models				
		Name	Туре	/ Description	Vault	Item Revisi
		A <u>d</u> d	▼ Remove	Edit		
Edit Pjns						DK Cancel

Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Symbol Reference*, é possível modificar qual o nome do componente. No caso do exemplo, será modificar para PIC16F87XA, e então pressionado OK e indo *File >> Save* para salvar o arquivo esquemático. Após a finalização do esquemático do componente, o próximo passo é criar o *footprint* e adicioná-lo ao esquemático.

2.3. Criar footprint e adicionar ao componente

O *footprint* pode ser visto como a representação dos furos por onde passará os pinos dos componentes e as suas respectivas regiões de soldagem. Será mostrado 2 maneiras de criar o *footprint* e adicionar ao componente: a forma mais rápida é utilizando o *Component Wizard*, o qual necessita apenas dos valores das distâncias para gerar o footprint, mas não abrange todos os tipos de encapsulamentos. A outra é construindo propriamente o *footprint* utilizando itens da barra de ferramentas, podendo ser utilizado para basicamente qualquer tipo de encapsulamento.

Ainda é possível criar o *footprint* utilizando o *IPC Compliant Footprint Wizard* (na seção Tools do menu), o qual cria os footprints no padrão da *Association Connecting Electronics Industries*, abrangendo alguns encapsulamentos com *footprints* mais complexos.

2.3.1. Construir o footprint e adicionar ao componente

Selecionando o arquivo PcbLib. do projeto, a área de trabalho será conforme mostra a figura 2.19.



Figura 2.19. Arquivo PcbLib.

Apertando *Ctrl* + *End*, o centro da área de trabalho será mostrado. No exemplo considerado, cada lado do componente apresenta 20 pinos. Inicialmente, deve-se apertar o atalho "PP" e clicar na área de trabalho para adicionar um *Pad*, de preferência próximo ao centro da área. Com um clique duplo sobre o mesmo, aparecerá a janela mostrada na figura 2.20.

Fonte: Elaborada pelo autor

Pad [mm]	-							? ×
Top Laver Bottom	Laver Top Past	e Bottom Paste	Top Solder	Botto	m Solder	Multi-Laver		
		1				,.	1	
Location	-		Size and Sha	pe				
x	0mm		Simple	\bigcirc	Top-Middl	e-Bottom	Ful	l Stack
Y	1.778mm		X-5	Size	Y-Size	Shape		Corner Radius (%)
Rotation	0.000		1.5	24mm	1.524mm	Round	•	50%
Hole Information								
Hole Size	0.762mm							
<u> <u> R</u>ound </u>					Ec	dit Full Pad L	ayer Defir	nition
Square 🔘								
Slot			Offset From I	Hole Ce	nter (X/Y)	Omm		0mm
Properties			Paste Mask E	xpansio	'n			
Designator	0		Expansi	on valu	e from rule			
Layer	Multi-Layer	•	Specify	expansi	ion value	0mm		
Net	No Net	-	Solder Mark	Evnanci	0.05			
Electrical Type	Load	•	Expansi	on valu	e from rule	s		
Plated	V Lo	ocked	Specify	expansi	ion value	0.102mm		
Jumper ID	0		E Force o	omplete	e tenting o	n top		
Testpoint Settings			E Force o	omplete	e tenting of	n bottom		
	Тор	Bottom		- apress	. conting of			
Fabrication								
Fabrication Assembly								

Figura 2.20. Configurações do Pad.

Fonte: Elaborada pelo autor

Em Designator, deve ser adicionado o texto que irá designar o pad. Em Hole Size, o formato do furo e o seu tamanho, o qual será utilizado 1mm (caso a unidade de medida esteja em Mil, podese voltar à área do arquivo PcbLib e aperta "Q".) Em X-Size e Y-Size, é possível alterar o tamanho da região de solda, além do seu formato em Shape, e para esses parâmetros serão atribuídos valores de 2mm, que também pode ser valores maiores para facilitar a soldagem, e o Designator será mudado para o valor "1". Clicar em OK para finalizar.

Para a adição dos pads restantes, deve-se atentar aos distanciamentos entre os pinos do componente, informações contidas no *datasheet* e mostradas na figura 2.21.



Figura 2.21. Informações do datasheet do PIC16F87XA.

Fonte: [2]

A distância padrão entre pinos (parâmetro *Pitch*) pertencentes a mesma fileira é de 2,54mm ou 100 Mil, e com base nisso, para adicionar os demais *pads*, pode-se clicar com o botão direito na área de trabalho, e ir *Snap Grid* >> 100 Mil, como mostra a figura 2.22.



Figura 2.22. Adicionando pads (1).

Portanto, como cada quadrado do *Grid* será equivalente a uma distância de 2,54mm, os *pads* de uma mesma fileira devem ser adicionados em ordem conforme o *datasheet* e com distância de um quadrado do *grid* entre eles. Na figura 2.23, é mostrado a adição dos *pads* referentes a primeira fileira de pino do exemplo considerado, utilizando ainda o recurso *Measure Distance* (atalho "RM") para certificar a distância entre os pinos.

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 2.23. Adicionando pads (2).

Fonte: Elaborada pelo autor

Uma alternativa a esse método é utilizar o recurso *Paste Array*, de forma semelhante na adição dos *Pins* no esquemático do componente: Deve-se adicionar um *pad*, com um clique duplo sobre o mesmo mudar o *Designator* para "1" (ver figura 2.11) e então clicar OK. Ao selecioná-lo, apertar Ctrl + C para copiar e colocar a referência clicando no centro do *pad*. Em seguida ir *Edit* >> *Paste Special* >> *Paste Array*, surgindo uma janela como mostra a figura 2.24.

Placement Variables Item Count	<u>A</u> rray Type	r
Text Increment 1	Linear	
Ci <u>r</u> cular Array	Linear Array	
Rotate Item to Match	X-Spacing	0mm
Spacing (degrees) 90.000	Y-Spacing	2.54mm

Figura 2.24. Utilizando Paste Array.

Fonte: Elaborada pelo autor

Deve-se então colocar a quantidade de pinos em um dos lados do componente em *Item Count*, e em *Y-Spacing*, colocar o valor de -2.54mm, para obter a ordem e o espaçamento conforme o *datasheet*. Clicando OK, basta então clicar na área de trabalho e será adicionado a primeira fileira de *pads* do componente, semelhante à mostrada na figura 2.23. O *pad* inicial utilizado para copiar pode ser então excluído.

Para adicionar a segunda linha de *pads*, deve-se atentar a distância entre as duas fileiras de pinos quando adicionados à placa. No caso do exemplo, essa distância é designada por "E" (ver figura 2.21), que vale 15,24mm, que é o equivalente a 6 quadrados no *Grid* de 100 Mil (100 Mil = 2,54mm e $6 \times 2,54$ mm = 15,24mm).

Com base nisso, a segunda fileira de *pads* deve ser adicionada a uma distância horizontal referente a 6 quadrados do *Grid* em relação à primeira e ainda com a mesma distância entre os *pads* da primeira. (Certifique-se de não ter alterado o *Grid* após ter adicionado a primeira fileira, utilizando o atalho "RM" para verificar as distâncias).

Adicionando os *pads* restantes em ordem e em correspondência com a primeira fileira conforme o *datasheet*, a distribuição dos *pads* ficará conforme a figura 2.25.



Figura 2.25. Adicionando pads (3).

A segunda fileira de *pads* também ser adicionada utilizando o recurso *Paste Array* conforme descrito anteriormente (Certificando que o *pad* adicionado para gerar a segunda fileira tenha as mesmas dimensões do da primeira fileira), mas com a diferença de que o valor do *Y-Spacing* deve ser 2.54mm ao invés de -2.54mm (figura 2.24), e o *pad* que for adicionado para ser copiado deve ter *Designator* igual a "21", no caso do exemplo para obter a sequência correta.

É frequente os casos em que é necessário modificar um parâmetro em todos ou um conjunto de *pads*, e se for o caso, deve-se clicar com o botão direito sobre um dos *pads*, que devem ser idênticos, aparecendo uma janela conforme mostra a figura 2.26.

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 2.26. Modificações em pads.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em Find Similar Objects, surgirá uma nova janela, mostrada na figura 2.27.

Kind			
Object Kind	Pad	Same	1
Object Specific		3	1
Layer	MultiLayer	Any	
Net	No Net	Any	
Component	Free	Any	
Name	Free-1	Any	
Hole Size	0.762mm	Any	
Fabrication Testpoint -		Any	
Fabrication Testpoint -		Any	
Assembly Testpoint - To		Any	
Assembly Testpoint - B		Any	1
Solder Mask Tenting -		Any	1
Solder Mask Tenting -		Any	1
Solder Mask Override		Any	1
Solder Mask Expansior	0.102mm	Any	Т
Electrical Type	Load	Any	1
Plated	v	Any	
Paste Mask Override		Any	1
Paste Mask Expansion		Any	1
Stack Mode	Simple	Any	1
Shape (All Layers)	Round	Any	
X Size (All Layers)	1.524mm	Any	
Y Size (All Layers)	1.524mm	Any	
Drill Type	Drilled	Any	
Hole Type	Round	Any	
Pad Corner Radius (%)	50%	Any	
Pad Jumper ID	0	Any	
Pad X Offset	Omm	Any	
Zoom Matching VS	elect Matched 🔍 Clear Existing	Whole Libra	ary

Figura 2.27. Find Similar Objects.

Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em "*Any*" correspondente a um dos parâmetros e modificando para "*Same*", ocorrerá uma busca por todos os objetos que apresentem esse determinado parâmetro, aparecendo em seguida uma janela como mostra a figura 2.28, sendo possível também realizar buscas utilizando vários parâmetros ao mesmo tempo.

A janela mostrada na figura 2.28 surgirá.



PCBLIB Inspector		▼ ×
Include all types of objects		
🖂 Kind		
Object Kind	Pad	
Object Specific		
Layer	Multi-Layer	
Net	No Net	
Component	Free	
Name	<>	
Hole Size	0.762mm	
Fabrication Testpoint - Top		=
Fabrication Testpoint - Bottom		
Assembly Testpoint - Top		
Assembly Testpoint - Bottom		
Solder Mask Tenting - Top		
Solder Mask Tenting - Bottom		
Solder Mask Override		
Solder Mask Expansion	0.102mm	_
Electrical Type	Load	
Plated	✓	
Paste Mask Override		
Paste Mask Expansion	<>	
Stack Mode	Simple	
Shape (All Layers)	Round	
X Size (All Layers)	1.524mm	
Y Size (All Layers)	1.524mm	-
Daill Tura a	Delled	+
40 object(s) are displayed		

Fonte: Elaborada pelo autor

É importante observar, na parte inferior, se a quantidade de objetos selecionados está correta (no exemplo, todos os *pads* estão selecionados) e então modificar o valor do parâmetro que será automaticamente aplicado aos *pads* selecionados.

Após a adição dos *pads*, é necessário adicionar a representação do encapsulamento do componente, com base em informações presentes no *datasheet* (ver figura 2.21), da qual é possível obter que o comprimento (D) é de 52,26mm e a largura (E1) do encapsulamento é 13,84mm, considerando valores nominais.

No menu, indo em *Edit >> Set Reference >> Center*, a referência será colocada no centro dos *pads*. Na parte inferior, deve-se clicar em *Top Overlay*, que será a camada (*layer*) na qual ficará o encapsulamento, mostrada em destaque na figura 2.29.



Com a referência no centro, apertando o atalho "PL", desenha-se uma linha horizontal e outra vertical que passem pela referência (centro), como mostra a figura 2.30.



Figura 2.30. Criando footprint (1).

Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, com clique duplo sobre a linha horizontal, surgirá a janela mostrada na figura 2.31.

Figura 2.31. Dimensões das linhas.

💐 Track [mm]			? ×
Start X: Y:	-5.08mm Omm		
	Widt	h 0.254mm	
	End	X: 5.08mm Y: 0mm	
Properties			
Layer	Top Overlay 🔻	Locked	
Net	No Net 👻	Keepout 🔲	
Solder Mask Expansion	No Mask 🔻		
Paste Mask Expansion	No Mask 🔻		
		ОК	Cancel

Fonte: Elaborada pelo autor

Como a largura do componente é de 13,84mm, a coordenada *Start X* e *End X* serão alteradas para -6,92mm e 6,92mm (correspondentes à metade da medida), respectivamente e então clicar OK. Com um clique duplo sobre a linha vertical, para um comprimento de 52,26mm, a coordenada *Start Y* e *End Y* serão -26,12mm e 26.12mm respectivamente e então clicar OK. A figura 2.32 mostram as linhas após as alterações.



Figura 2.32. Criando footprint (2).

Fonte: Elaborada pelo autor

Com as linhas no tamanho corretos, basta selecionar uma das linhas e copiar com Ctrl + C. Clica-se então na referência central (meio da linha) e então cola-se com Ctrl + V nas pontas da outra linha, como mostra a figura 2.33. Excluindo as linhas centrais, obtêm-se a figura mostrada na figura 2.34.

Figura 2.33. Criando footprint (3).



Figura 2.34. Criando footprint (4).



Fonte: Elaborada pelo autor

Utilizando ainda os atalhos "PU" (ou *ir Place >> Full Circle*) e "PE" (ou ir *Place >> Arc (Edge*), é possível ainda adicionar a marcação do primeiro pino e a curvatura superior do componente, como mostra a figura 2.35.





Fonte: Elaborada pelo autor

Indo em *File >> Save* para salvar o arquivo, deve-se agora adicionar o *footprint* criado ao esquemático do componente.

Clicando no arquivo SchLib na aba de *Projects* (ver figura 2.4), aparecerá na parte inferior as opções mostradas na figura 2.36.



Add Footprint	- -	<u>R</u> emove	<u>E</u> dit

Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em Add Footprint, aparecerá a janela mostrada na figura 2.37.

Name	Model Name	Brov	vse Pin Map
Description	Footprint not found		
PCB Library			
Any			
🔘 Library name			
🔘 Library path			Choose
OUse footprint	from component library *		
Selected Footprin	t		
	l Name not found in project li	braries or installe	d libraries
Mode			
Mode			
Mode			

Figura 2.37. PCB Model.

Clicando então em *Browser*, aparecerá uma janela com o arquivo PcbLib criado selecionado, como mostrado na figura 2.38.

Figura 2.38. Adicionando o footprint.

ibraries 📱 PIC 16F87X4	(PCB).PcbLib	▼ … Find
Mask	•	
Name	Library 🗸	

Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando então em OK, e então OK novamente na tela *PCB Model*, o modelo de *footprint* será adicionado, e o esquemático ficará como mostrado na figura 2.39.



Figura 2.39. Footprint do componente adicionado.

Fonte: Elaborada pelo autor

Com a adição do *footprint*, deve-se ir em *SCH Library* (ver figura 2.16), na qual surgirá uma janela com uma seção mostrada na figura 2.40.

Pins	Name	Туре	PIC16F87XA	A
	39	Passive	39	
	40	Passive	40	
-01	1	Passive	1	
-0 2	2	Passive	2	_
	3	Passive	3	=
	4	Passive	4	
	5	Passive	5	
-06	6	Passive	6	
-07	7	Passive	7	
2	8	Daccina	8	*
	Add	Delete	Edit	

Figura	2.40.	Relação	entre	esc	uemático	e	foot	print.
()							/ /	

Fonte: Elaborada pelo autor

É importante verificar se existe uma correta relação entre os *Pins* e seus respectivos correspondentes no *footprint*.

Em seguida, deve-se ir em *Project >> Compile Integrated Library* (nome da biblioteca).

A figura 2.41 mostra o caso do exemplo.
<u>File Edit View</u>	Proje	e <u>c</u> t <u>P</u> lace <u>T</u> ools <u>R</u> eports <u>W</u> indow <u>H</u> elp	-
🚽 🎒 🖻 🖉		Compile Document PIC 16F87XA (Sch.).SchLib	
	2	Compile Integrated Library Library(tutorial).LibPkg	
ace1.DsnWrk tutorial).LibPkg		Recompile Integrated Library Library(tutorial).LibPkg Cross Probe Next Message Shift+Ctrl+F3 Cross Probe Previous Message Shift+Ctrl+F4	
ontrole DSPIC.PrjPcb Source Documents Controle DSPIC.Sci Controle DSPIC.Sci Generated	2 2	Design Workspace > Add New to Project > Add Existing to Project > Remove from Project >	8
rojeto-tutorial.PrjPcb Source Documents projeto-tutorial (E: projeto-tutorial (P prarv(tutorial).LibPkc		Project Documents Ctrl+Alt+O C <u>l</u> ose Project Documents Close Project	
Source Documents PIC 16F87XA (Sch.). PIC 16F87XA (PCB).	13 13	<u>S</u> how Differences Show Physical Differences	
0		Version Control	
5	7	Project Packager	
	۲	FPGA Workspace Map Locate and Install Missing Plugins	
	7	Project Options	1
		Model 🖌 Type Loc	ati

Figura 2.41. Compilando a biblioteca integrada.

Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, aparecerá a janela mostrada na figura 2.42.

Figura 2.42. Salvar as alterações.



Fonte: Elaborada pelo autor

Deve-se clicar OK para compilar a biblioteca.

Para adicionar esse componente ao projeto, deve-se selecionar o arquivo do esquemático do projeto, que no exemplo foi salvo e nomeado como "projeto-tutorial (Esquemático).ScbDoc"

(ver figura 1.3) e então apertar o atalho "PP" para adicionar um componente, clicando então em *Choose* na janela que aparecerá (ver figura 1.5). Na janela seguinte, deve-se selecionar o nome da biblioteca integrada criada na aba *Libraries* e então o componente criado, pressionando OK na janela e OK na janela que aparecerá em seguida. O componente criado será adicionado ao esquemático do projeto, como mostra a figura 2.43.

ibraries PLibrary(tutorial).IntLib		
<u>1</u> ask		1 40
Component Name — 🛃 PIC16F87XA	/ Library Library(tutorial), IntLib	MCL(scep) Vpp RSTPDD 55 2 ALA(AN) R84900 33 3 ALA(AN) R84900 35 4 ALA(AN) R85900 35 5 ALA(AN) R84900 35 6 ALA(AN) R84900 35 7 ALA(AN) R84900 35 7 ALA(AN) R84900 35 7 ALA(AN) R84900 35 7 R44(AN) R84900 35 7 R44(AN) R84900 35 8 R84900 R8500 85 9 R82800 R8500 86 9 R82107 R62 37 10 R82000 R5 86 11 R62000 R64989 27 12 Val R64989 27 13 R62000 R65800 27 14 R65000 R65800 27 1
< ™ components Aodel Name ≹ PCBComponer	,	

Figura 2.43. Adicionando componente.

Fonte: Elaborada pelo autor

2.3.2. Criar footprint utilizando o Component Wizard

Com a biblioteca integrada e o esquemático do componente já criados, seleciona-se o arquivo PcbLib.(ver figura 2.4) e então ir em *Tools >> Component Wizard*, o que abrirá em seguida a janela mostrada na figura 2.44.

Figura 2.44. Utilizando o Component Wizard.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em Next, abrirá a janela mostrada na figura 2.45.

Figura 2.45. Selecionando tipo de encapsulamento.

nponent wizard			
Component patt	erns		
Page Instructions		X	
Select from the list th	e pattern of the compor	nent you wish to create	
	Ball Grid Arrays (B	GA)	
	Capacitors Diodes Dual In-line Packa Edge Connectors Leadless Chip Can Pin Grid Arrays (P) Quad Packs (QU/ Resistors Small Outline Pac Staggered Ball Gri Staggered Pin Gri	ages (DIP) niers (LCC) GA) AD) kages (SOP) id Arrays (SBGA) d Arrays (SBGA)	
What unit would you	like to use to describe I	this component? Select a unit:	Imperial (mil) 🔹
	Cancel	- Kack	Next > Finish

Fonte: Elaborada pelo autor

Será utilizado como exemplo o dsPIC30F2010 do tipo DIP, com suas informações de dimensões mostradas na figura 2.46, oriundas do *datasheet*.





	Units	INCHES*			MILLIMETERS		
Dimension I	.imits	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n		28			28	
Pitch	P		.100			2.54	
Top to Seating Plane	Α	.140	.150	.160	3.56	3.81	4.06
Molded Package Thickness	A2	.125	.130	.135	3.18	3.30	3.43
Base to Seating Plane	A1	.015			0.38		
Shoulder to Shoulder Width	E	.300	.310	.325	7.62	7.87	8.26
Molded Package Width	E1	.275	.285	.295	6.99	7.24	7.49
Overall Length	D	1.345	1.365	1.385	34.16	34.67	35.18
Tip to Seating Plane	L	.125	.130	.135	3.18	3.30	3.43
Lead Thickness	С	.008	.012	.015	0.20	0.29	0.38
Upper Lead Width	B1	.040	.053	.065	1.02	1.33	1.65
Lower Lead Width	в	.016	.019	.022	0.41	0.48	0.56
Overall Row Spacing §	eB	.320	.350	.430	8.13	8.89	10.92
Mold Draft Angle Top	α	5	10	15	5	10	15
Mold Draft Angle Bottom	β	5	10	15	5	10	15

Fonte: [3]

Selecionando a opção *Dual In-Line Packages (*DIP) e mudando a unidade para *Metric* (mm) em *Select a unit*, clica-se em *Next*, surgindo a janela mostrada na figura 2.47.



Figura 2.47. Adicionando dimensões dos pads.

Fonte: Elaborada pelo autor

As dimensões dos *pads* devem ser então adicionadas e pressionando *Next*, surgindo a janela mostrada na figura 2.48.



Figura 2.48. Distâncias entre os pads.

Deve-se adicionar as distâncias entre os pads de acordo com o datasheet.

Com base na figura 2.46, a distância entre os pinos da mesma fileira (*pitch*) é 2,54mm e entre os pinos de fileiras diferentes (E) é 7,87mm. Modificando os valores e clicando *Next*, a janela mostrada na figura 2.49 surgirá, onde o valor da espessura da linha que representará o encapsulamento deve ser adicionado, e será considerado o valor padrão de 0,2mm.

Component Wizard	? ×
Dual In-line Packages (DIP) Define the outline width	
What is the width of the outline?	
Type in the value of the outline width.	
0.2m	n
 Cancel	C Back Next > Einish

Figura 2.49. Adicionando a espessura da linha.

Fonte: Elaborada pelo autor

Pressionando Next, a janela mostrada na figura 2.50 aparecerá.

Figura 2.50. Adicionando o número de pads.



Fonte: Elaborada pelo autor

Colocando o valor total de pinos do componente e clicando Next, a janela mostrada na figura 2.51 aparecerá, onde deve ser adicionado o nome do componente, no caso do exemplo, dsPIC30F2010.

nponent mzara			
Dual In-line Packages (Set the component name	DIP)	K	
What name should this DIP ha	ive?		
DIP28			

Figura 2.51. Adicionando nome do componente.

Fonte: Elaborada pelo autor

Pressionando Next, a tela de finalização aparecerá, como mostra a figura 2.52.

Figura 2.52. Finalização do footprint.



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando *Finish*, o modelo do *footprint* será adicionado na área, como mostra a figura 2.53, podendo então ser salvo e adicionado ao esquemático do componente, como descrito no item 2.3.1 (ver página 38).



Figura 2.53. Footprint finalizado.

3. ADICIONAR MODELO 3D DE UM COMPONENTE

Uma forma é desenhando o modelo, podendo ser feito no *Altium*, mas por não ser um *software* mais indicado para tal, o desenho do modelo não possui uma qualidade tão boa para componentes mais complexos. Outra maneira é encontrar o arquivo em formato STEP do modelo e adicioná-lo ao componente, o qual pode ser encontrado em sites que oferecem tais modelos [1].

3.1. Desenhando o modelo 3D do componente

Será utilizado como exemplo o PIC16F87XA de 40 pinos, o mesmo utilizado no item 2.2 (ver figura 2.10). Selecionando o arquivo PcbLib. do componente(figura 2.4), deve-se ir em *Place >> 3D Body*, aparecendo uma janela conforme mostra a figura 3.1.

						1.000	-	
3D Model Type –								
Extruded			🔘 Cylinder					
Generic STEP	Model		🔘 Sphere					
Properties								
Identifier	User Library-F	PIC16F690						
Body Side (Top Side		•					
Layer (Mechanical 1		•		Lo	cked		
defined Mech	ianical Layer	Pairs.						
Display								
3D Color	3	BD Color Opa	acity	122	24	254	Q	
Overall Heig 4.58mm	ht/			<u></u>	andoff 6mm	Height		
Overall Heig 4.58mm Texture Fil	ıht			<u>- S</u> ta -2.	andoff 6mm	Height		
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center	e Omm	Omm		<u></u>	andoff 6mm	Height		
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center Size	e Omm Omm	Omm		<u>sta</u> -2.	andoff 6mm	Height		
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center Size Rotation	e Omm Omm 0.000	Omm		<u></u> -2.	andoff 6mm	Height		
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center Size Rotation Snap Points	e Omm Omm 0.000	Omm Omm	Axes	<u></u> 2	andoff 6mm	Height		
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center Size Rotation Snap Points	e Omm Omm 0.000	Omm Omm Z	Axes	Ţ_ <u>St</u> -2.	andoff 6mm	Height	stion	
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center Size Rotation Snap Points	e Omm Omm 0.000	Omm Omm Z	Axes	Origi	n n 2	Height	ction	
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center Size Rotation Snap Points	e Omm Omm 0.000	Omm Omm 2	Axes	Crigin	n 2	Height	ction Z	
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center Size Rotation Snap Points	e Omm 0.000	Omm Omm Z	Axes	0rigi	n Z	Height	etion Z	
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center Size Rotation Snap Points	e Omm Omm 0.000	Omm Omm Z	Axes	Origin	n Z	Height	etion Z	
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center Size Rotation Snap Points	ht from the second seco	Omm Omm Z	Axes	Origin	n Z	Height Direc X Y	ction Z	
Overall Heig 4.58mm Texture Fil Center Size Rotation Snap Points	e Omm Omm 0.000	Omm Omm 2 Average	Axes	Origin (Y	andoff 6mm	Height Direc X Y Delete	Stion Z	

Figura 3.1. Configurações gerais para adicionar modelo 3D.

Fonte: Elaborada pelo autor

Em 3D Model Type, existem 4 opções: as opções Cylinder e Sphere são utilizadas para desenhar modelo de componentes com formato cilíndricos ou esféricos, respectivamente. A opção Generic STEP Model é para adicionar um modelo a partir de um arquivo STEP, que será descrito no item 3.2, e Extruded é utilizado para desenhar um formato retangular.

Clicando então em *Extruded* para o fazer o modelo do PIC, é necessário informar em *Overall Height* a altura total do encapsulamento em relação à placa e em *Standoff Height* a distância que o componente terá da placa, após ser soldado. Observando a figura 2.21 (*datasheet*), a altura total do encapsulamento (parâmetro A) é 3.81mm e *Standoff Height* vale 0.38mm (parâmetro A1).

Mudando os valores para esses e clicando OK, aparecerá novamente a área de trabalho com o *footprint*. Deve-se então clicar nas extremidades do encapsulamento, representadas pelas linhas amarelas a fim de desenhar a base do modelo (Deve-se diminuir o valor do *Snap Grid* (ver figura 2.22) caso não seja possível selecionar as linhas). Com um clique no botão direito do *mouse*, finaliza-se o desenho, surgindo então a imagem mostrada na figura 3.1).

Pressionando em Cancel, obtêm-se o desenho como mostra a figura 3.2.

Figura 3.2. Adicionando modelo ao footprint.



Fonte: Elaborada pelo autor

Pressiona-se a tecla "3" para visualizar o modelo 3D, como mostra a figura 3.3. Deve-se então salvar o arquivo em *File* >> *Save*.





Fonte: Elaborada pelo autor

No caso das opções *Cylinder* ou *Sphere*, basta informar a distância do componente à placa quando soldado (*Standoff Height*) e o raio (*Radius*) e altura do cilindro (*Height*) ou simplesmente o raio da esfera e pressionar OK, posicionando em seguida sobre o *footprint* do componente, da mesma forma feito usando a opção *Extruded*.

3.2. Adicionar modelo 3D com arquivo formato STEP

Procura-se inicialmente o modelo do componente em sites que oferecem o modelo 3D [1], baixando-o no formato .STEP como mostra a figura 3.4.

anizar 🔹 Inciuir r	a biblioteca • Compartilhar com •	Gravar Nova pasta		
Favoritos	Nome	Data de modificaç	Тіро	Tamanho
 Área de Trabalhc Downloads Locais Dropbox Copy 	User Library-HFBR1521.STEP User Library-HFBR2521.STEP User Library-PIC16F690.STEP	26/07/2015 18:44 26/07/2015 18:43 30/07/2015 12:44	3D-Tool-File (STEP) 3D-Tool-File (STEP) 3D-Tool-File (STEP)	418 KB 418 KB 5.221 KB

Figura 3.4. Modelos 3D em arquivos do tipo .STEP.

Fonte: Elaborada pelo autor

A título de exemplo, será utilizado o transmissor HFBR 1528 da Avago Technologies, com formato mostrado na figura 3.5.

Figura 3.5. HFBR 1528 da Avago Technologies.



Fonte: [4]

O arquivo PCB com seu *footprint* considerado é mostrado na figura 3.6.

Figura 3.6. Footprint considerado para o HFBR 1528.



Com o arquivo do PCB do componente selecionado, deve-se ir em *Place >> 3D Body*, aparecendo a janela mostrada na figura 3.1 (*3D model*). Selecionando a opção *Generic STEP Model* em *3D Model Type* e então *Embed STEP Model* em *Generic STEP Model*, aparecendo então uma janela para escolher o modelo, conforme mostra a figura 3.7.



Figura 3.7. Selecionando o arquivo. STEP.

Fonte: Elaborada pelo autor

Selecionando então o modelo e clicando em Abrir e então OK. Aparecerá uma representação do modelo, deve ser colocado e posicionado adequadamente sobre o *footprint* do componente, como mostrado na figura 3.8 A janela da figura 3.1 aparecerá novamente, clicando *Cancel* para voltar ao arquivo PCB ou OK para adicionar outro modelo.

Apertando a tecla "3" para visualizar o 3D (com uma visão inferior é possível verificar se os pinos estão corretamente conectados, como mostra a figura 3.9. Caso seja necessário rotacionar o modelo, basta selecioná-lo e continua pressionando o botão esquerdo do *mouse* e então aperta a "barra de espaço" do teclado.



Figura 3.8. Footprint com o modelo 3D.

Fonte: Elaborada pelo autor





Figura 3.10. Visualizando o componente (2).



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando então em File >> Save para salvar as alterações.

Na PCB, o componente fica como mostrado na figura 3.11 (Para visualizar em 3D, deve-se selecionar o arquivo PCB e apertar "3").



Figura 3.11. Componente adicionado na PCB.

4. POSICIONAMENTO DOS COMPONENTES E ROTEAMENTO DA PLACA

4.1. Posicionar componentes

Após finalizar o esquemático, ainda com o arquivo do esquemático selecionado, como mostra a figura 4.1, deve-se ir em *Design >> Update PCB Document* (Nome do arquivo PCB). Pcb.Doc, conforme figura 4.2.



Figura 4.1. Arquivo do esquemático selecionado.

Figura 4.2. Update do arquivo PCB.



Fonte: Elaborada pelo autor

Caso apareça uma janela mostrada na figura 4.3, deve-se clicar Yes.

Figura 4.3. Confirmar modificações.



Surgindo assim uma nova janela, como mostra a figura 4.4.

difications					Status	
Enable	∇ Action	Affected Object		Affected Document	Check Done Message	
	Add Components(11)					
	Add	l) a	То	PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	C2	То	B PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add		То	B PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	ED2	То	PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	P1	To	PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	Q1	То	By PCB-exemplo.PcbDoc		
E	Add	₫ Q2	То	B PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	R1	То	PCB-exemplo.PcbDoc		
1	Add	R2	To	PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	🔒 R3	То	PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	📑 R4	То	PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add Nets(8)					
	Add	ThetCl_1	To	PCB-exemplo.PcbDoc		
5	Add	ThetC1_2	То	BB PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	RetC2_1	То	PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	The Net C2_2	То	PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	The NetD1_1	То	PCB-exemplo.PcbDoc		
E.	Add	ThetD1 2	То	B PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	RetD2_1	То	B PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add	≈ NetP1_1	То	PCB-exemplo.PcbDoc		
	Add Component Classes(1)					
-	· · · ·	A	-		1	

Figura 4.4. Executar as modificações.

Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando então em *Execute Changes* para adicionar os componentes e as suas conexões e então em *Close*, obtêm-se a janela como mostrada na figura 4.5.

Figura 4.5. Área do Arquivo PCB.



Fonte: Elaborada pelo autor

Com um clique no botão direito sobre a região vermelha (*Room*), aparecerá o menu mostrado na figura 4.6.



Figura 4.6. Menu para configurar as definições de Room.

Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em *Properties*, aparecerá uma janela como mostra a figura 4.7, onde é possível modificar as configurações da *Room*, representada pela área vermelha do arquivo PCB, na qual estão os componentes do esquemático selecionado.

Na última opção em *Constraints*, é possível selecionar se todos os componentes estarão no interior do *Room* (escolhendo *Keep Objects Inside*), útil para facilitar as conexões quando houver mais de uma *Room* na PCB. No caso do exemplo, será escolhido a opção *Keep Objects Out*, com os componentes fora da *Room*, como mostra a figura 4.8. Os componentes dentro da *Room* se tornaram verdes indicando a violação da regra de *Room*, devendo serem levados para fora da mesma. As regras do programa serão vistas no item 4.3.

Name Esquemático-ex	comment		Unique ID FKMKUEGL
Where The First Object All Net Class Layer Net and Layer Advanced (Query)	Matches V Query Helper Query Builder	Full Query InComponentClass ('Esquemático-exemplo')
	Room Locked Components Define x1: 7045mil y1: 1060mil Top Layer Keep Objects	Locked x2: 9365mil y2: 1730mil Inside	

Figura 4.7. Configurações de Room Definition.

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 4.8. Posicionando os componentes fora da Room.

Fonte: Elaborada pelo autor

Observando que existem linhas de conexões entre os componentes conforme feito no esquemático, estas devem ser observadas para posicionar os componentes, clicando e segurando o botão esquerdo do *mouse* para movê-los.

Para rotacionar um componente, deve-se manter pressionado o botão esquerdo do *mouse* com o componente selecionado e aperta a barra de espaço do teclado. Para espelhá-lo, é necessário o mesmo procedimento, mas apertando "Y" (para espelhar na vertical) ou "X" (para espelhar na horizontal).

Os componentes devem ser posicionados de forma que facilite as conexões por trilhas, evitando o cruzamento de mais de 2 linhas de conexão. Uma das formas de posicionamento dos componentes do exemplo é mostrada na figura 4.9.



Figura 4.9. Uma opção de posicionamento dos componentes do exemplo.

Fonte: Elaborada pelo autor

4.2. Roteamento da placa

Seguidamente, deve-se rotear a placa, ou conectar os componentes através das trilhas, podendo ser feito de maneira manual, utilizando o *Interactively Route Connections*, ou então automaticamente utilizando o recurso *Auto Route* do *software*.

4.2.1. Roteamento com Interactively Route Connections

Inicialmente, na barra inferior do programa (figura 4.10), deve-se escolher qual camada (*layer*) a trilha deve pertencer, sendo as mais utilizadas a *Top Layer*, relativa a parte superior da placa, e *Bottom Layer* relativa a parte inferior da placa.

Figura 4.10. Camadas (Layers).



Deve-se selecionar o ícone *Interactively Route Connections*, presente na barra de ferramentas abaixo do menu do programa e mostrado na figura 4.11, e então, orientando-se pelas linhas de conexão, clicar nos *pads* dos componentes e desenhar as devidas trilhas entre eles.

Figura 4.11. Ícone Interactively Route Connections.



Fonte: Elaborada pelo autor

As trilhas resultantes consideradas para o exemplo são mostradas na figura 4.12, apesar das inúmeras formas de conexão possíveis.



Figura 4.12. Roteamento da placa.

Fonte: Elaborada pelo autor

Nos casos onde ocorrerem cruzamentos de linhas de conexão, pode-se optar por escolher camadas diferentes para cada uma das trilhas (ver trilhas de R2 e R4 na figura 4.15) ou buscar um caminho para a trilha que contorne a outra (ver trilhas de R2 e R4 na figura 4.12), algo que nem sempre é possível.

4.2.2. Roteamento utilizando o Auto Route

Utilizando o recurso *Auto Route* do programa, é possível obter um roteamento automático. Com os componentes devidamente posicionados assim como mostra a figura 4.9, deve-se ir em *Auto Route* >> *All* no menu do programa, aparecendo assim uma janela como mostra a figura 4.13.

Errors and Warning	js - O Errors (0 Warnings 1 Hint	
Hint: no default SMDN	leckDown rule	exists.	
Report Contents			
Routing Widths			
Routing Via Styles			
Electrical Clearances			
Fanout Styles			
Layer Directions			
Drill Pairs			
Net Topologies			
Net Layers			
SMD Neckdown Rules			
Edit Lauer Directions	Edit Bule	•	Save Report As
Available Routing Strategies Name	/	Description	
Available Routing Strategies Name Cleanup	/	Description Default cleanup strategy	
Available Routing Strategies Name Cleanup Default 2 Layer Board	1	Description Default cleanup strategy Default strategy for routing two-layer bo	ards
Available Routing Strategies Name Cleanup Default 2 Layer Board Default 2 Layer With Edge Ci	/ onnectors	Description Default cleanup strategy Default strategy for routing two-layer bo Default strategy for two-layer boards wit	ards h edge connectors
Available Routing Strategies Name Cleanup Default 2 Layer Board <mark>Default 2 Layer With Edge C</mark> Default Multi Layer Board	pnnectors	Description Default cleanup strategy Default strategy for routing two-layer bo Default strategy for two-layer boards wit Default strategy for routing multilayer bo	ards h edge connectors ards
Available Routing Strategies Name Cleanup Default 2 Layer Board <mark>Default 2 Layer With Edge C</mark> Default Multi Layer Board General Orthogonal	onnectors	Description Default cleanup strategy Default strategy for routing two-layer bo Default strategy for two-layer boards wit Default strategy for routing multilayer bo Default general purpose orthogonal stra	ards h edge connectors vards stegy
Available Routing Strategies Name Cleanup Default 2 Layer Board	1	Description Default cleanup strategy Default strategy for routing two-layer bo	ards

Figura 4.13. Auto Route.

Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando então em Route All, aparecerá uma janela de mensagens do processo de roteamento, como mostra a figura 4.14.

lessage	s						7 X
Class	Docum	Sou	Message	Time	Date	N.,	*
🌕 <u>S</u> S.	PCB-ex	Situs	Completed Memory in 0 Seco	16:54:	20/08	6	
🌕 🌕 S.	PCB-ex	Situs	Starting Fan out Signal	16:54:	20/08	7	
🌕 <u>S</u> S.	PCB-ex	Situs	Completed Fan out Signal in 0	16:54:	20/08	8	
🌕 S S.	PCB-ex	Situs	Starting Layer Patterns	16:54:	20/08	9	
🌕 S R.	PCB-ex	Situs	11 of 16 connections routed (16:54:	20/08	10	
🍠 S.	PCB-ex	Situs	Completed Layer Patterns in 1	16:54:	20/08	11	
🌕 🌕 S.	PCB-ex	Situs	Starting Main	16:54:	20/08	12	
🌕 S R.	PCB-ex	Situs	14 of 16 connections routed (16:54:	20/08	13	
🌕 🌕 S.	PCB-ex	Situs	Completed Main in 2 Seconds	16:54:	20/08	14	
🌕 🌕 S.	PCB-ex	Situs	Starting Completion	16:54:	20/08	15	Ξ
🌕 🌕 S.	PCB-ex	Situs	Completed Completion in 0 Se	16:54:	20/08	16	
🌕 🌕 S.	PCB-ex	Situs	Starting Straighten	16:54:	20/08	17	
S R.	PCB-ex	Situs	16 of 16 connections routed (16:54:	20/08	18	
🌕 🌕 S.	PCB-ex	Situs	Completed Straighten in 1 Se	16:54:	20/08	19	
S R.	PCB-ex	Situs	16 of 16 connections routed (10	0,00%) in	5 Secon	ds)	
🌕 S S.	PCB-ex	Situs	Routing finished with 0 conte	16:54:	20/08	21	
							Ŧ

Figura 4.14. Mensagens do processo de roteamento.



Após alguns segundos, o processo deve ser finalizado, indicado pela mensagem de que todas as conexões foram roteadas (figura 4.14). O resultado do processo é mostrado na figura 4.15.

Figura 4.15. Resultado do processo de roteamento automático.



Fonte: Elaborada pelo autor

Dependendo das posições dos componentes, podem ser gerados inúmeras formas de conexão, sendo ainda possível fazer alterações nas trilhas caso seja necessário.

É importante destacar ainda que o processo de roteamento segue diversas regras, que serão tratadas no item 4.3.

4.3. Regras

V PCB Rules and Constraints Editor [mil]

Para realizar o roteamento, diversas regras relativas a espaçamentos, dimensões e espessuras dos itens da placa devem ser respeitadas e servem para certificar que todas as especificações padrões do programa ou feitas pelo usuário sejam aplicadas de fato em toda a placa.

Indo em Design >> Rules no menu do programa, aparecerá a janela como mostra a figura 4.16.

- 🐱 Design Rules	Name	🔶 Pri	En	Туре	Category	Scope	Attri	outes
🖻 장 Electrical	🤝 HoleSize	1	~	Hole Size	Manufacturing	All	Min	= 1 mil Max = 100r
🖻 🛜 Clearance	P HoleToHole	learan(1	~	Hole To Hole Clearance	Manufacturing	All - All	Hole	To Hole Clearance
	> LayerPairs	1	~	Layer Pairs	Manufacturing	All	Laye	r Pairs - Enforce
🕀 🛐 Short-Circuit	minimumSolo	erMask 1	~	Minimum Solder Mask S	Manufacturing	All - All	Mini	mum Solder Mask S
⊕ 🛐 Un-Routed Net	💎 NetAntennae	1	~	Net Antennae	Manufacturing	All	Net.	Antennae Toleranc
	👻 SilkToSilkCle	arance 1	~	Silk To Silk Clearance	Manufacturing	All · All	Silk	to Silk Clearance =
🖻 🚟 Routing	SilkToSolder	MaskCI 1	~	Silkscreen Over Compo	Manufacturing	IsPad All	Silks	creen Over Compo
⊞ 🖧 Width	~							
E S Routing Topology								
🗄 🚟 Routing Priority								
🗄 🚟 Routing Layers								
🕀 🚟 Routing Corners								
🕀 🍣 Routing Via Style								
🕀 🍣 Fanout Control								
🗄 🖧 Differential Pairs Routing								
🚊 🖦 SMT								
庄 🛲 Mask								
🗄 🔠 Plane								
🗄 🟏 Testpoint	10 F.J							
🕀 🍞 Manufacturing								
🗄 🚟 High Speed								
🖻 🕕 Placement								
🚊 🕕 Room Definition								
Esquemático-exemplo								
🕀 🔟 Component Clearance								
Component Orientations								
- Permitted Layers								
Nets to lanore								
Height								
FI-In-Signal Integrity								
-0								
						_		
<u>R</u> ule Wizard	Priorities					OK	C	ancel Apr

Figura 4.16. Menu Rules.

Fonte: Elaborada pelo autor

2 8

Indo em Design Rules >> Electrical >> Clearance >> Clearance, aparecerá a janela mostrada na figura 4.17.

eign Rules Sectorical Sectorical		Name Clearance	Comment		Unique ID YAJDHVNT
L 중 Devence B 중 Short Crout B 중 Un-Could Not 는 중 Noting B 중 Noting B 중 Noting Coolegy B 중 Routing Priority B 중 Routing Priority B 중 Routing Comers		Where The First Object M	atches v Query Helper Query Builder :: Matches	Full Query All Full Query	
Soluting Via Style Solution Solution Solution Solution Solution Solution Solution	H	All Net Net Class Layer Net and Layer Advanced (Query)	V Query Helper Query Builder	All	
Annu Series Annu Seri	Ŧ	Constraints	Different Nets	Only m Clearance 10mi	

Figura 4.17. Configurando em *Electrical* >> *Clearance*.

Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Minimum Clearance*, é definido o valor mínimo para o espaçamento entre as trilhas, tendo seu valor padrão de 10 Mil. A título de exemplo, esse valor será modificado para 100 Mil, clicando em seguida em *Apply*, com resultado mostrado na figura 4.18. As trilhas que apresentarem violações serão mostradas em cor verde, ou com detalhes indicando as violações caso se der *zoom* na trilha, como mostra a figura 4.19.





Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 4.19. Violações de regras (2).



Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando com o botão direito do *mouse* sobre uma trilha com violação, aparecerá a opção *Violations*, mostrando as suas violações, conforme a figura 4.20 (clicando na violação, é possível obter mais informações a respeito).



Figura 4.20. Violações de uma determinada trilha.

Indo em Routing >> Width >> Width, aparecerá a janela mostrada na figura 4.21.

Design Hules	^						
Electrical	Name Width		Commer	it		Unique ID QQM	IEQYAD
Clearance ⊡ Short-Circuit	Where The First Obje	ect Matches		Full Query			
Un-Connected Pin	© Net		*	AII			
E S Routing	Net Class		v				
	Net and Laver	Query	Helper				
E S Routing Topology	Advanced (Query	y) Query	Builder				
	Constraints						
Routing Via Style Eanout Control	Preferred	Width 10mil					
🗄 😅 Differential Pairs Routing 💦 🚦	Min Width 10mil	Max	Width 10mil				
in SMT	■ Min Width 10mil	Max	Width 10mil	Check Tracks	s/Arcs Min/Max	Width Individually	
Solder Mark Europeinn	Min Width 10mil	Max	Width 10mil	Check Tracks Check Min/M	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph	Width Individually ysically Connected Cop	oper
Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Paste Mask Expansion	Min Width 10mil	Max	Width 10mil	Check Tracks Check Min/M (tracks, arcs, 1	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias	Width Individually ysically Connected Cop)	oper
	Min Width 10mil	Max	Width 10mil	 Check Tracks Check Min/M (tracks, arcs, I Characteristic 	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv	Width Individually vsically Connected Cop) ven Width	oper
Solferential Pairs Routing SMT Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Plane Plane Power Plane Connect Style	E Min Width 10ml	Max	Width 10mil	 Check Tracks Check Min/M (tracks, arcs, I Characteristic Layers in layer 	s/Arcs Min/Max lax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only	Width Individually ysically Connected Cop) ven Width	oper
Differential Pairs Routing MI Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Pare Mask Expansion Power Plane Connect Style Power Plane Clearance Power Plane Clearance Power Plane Clearance	Attributes on Layer	Max	Width 10mil	 Check Tracks Check Min/M (tracks, arcs, I Characteristic Layers in layer Layer Stack Referer 	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only nce	Width Individually sically Connected Cop) ven Width Absolute Layer	oper
Differential Pairs Routing Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Paste Mask Expansion Power Plane Power Plane Connect Style Power Plane Clearance Power P	Attributes on Layer Min Width P	Preferred Size	Max Width	Check Tracks Check Min/M Check Min/M (tracks, arcs, I Characteristic Z Layers in layee Layer Stack Referent Name	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only nce Index	Width Individually ysically Connected Cop) ven Width Absolute Layer Name	oper
Differential Pairs Routing Solder Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Plane Power Plane Connect Style Power Plane Clearance P Power Plane	Attributes on Layer Min Width 10mil	Preferred Size	Max Width 10mil	Check Tracks Check Min/M (tracks, arcs, Characteristic Zuayers in layee Layer Stack Referen Name Top Layer	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only nce Index 32	Width Individually sically Connected Cop yen Width Absolute Layer Name TopLayer	oper
Differential Pairs Routing Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Paste Mask Expansion Plane Power Plane Connect Style Power Plane Clearance Power Plane C	Attributes on Layer Min Width 10mil	referred Size 10mil	Max Width 10mil 10mil	Check Tracks Check Min/M Check Min/M Characteristic Zayers in layee Layer Stack Referer Name Top Layer Bottom Layer	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only nce Index 32 33	Width Individually sically Connected Cop) ven Width Absolute Layer Name TopLayer BottomLayer	oper In / 1 32
Differential Pairs Routing Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Plane Power Plane Connect Style Power Plane Clearance Poylogon Connect Style Polygon Connect Style Manufacturing Manufacturing Placement	Attributes on Layer Min Width P 10mil	Preferred Size 10mil	Max Width 10mi 10mi	Check Tracks Check Min/M Check Min/M (tracks, arcs, I Characteristic V Layers in layee Layer Stack Referent Name Top Layer Bottom Layer	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only nce Index 32 33	Width Individually ysically Connected Cop y ven Width Absolute Layer Name TopLayer BottomLayer	pper In / 1 32
Differential Pairs Routing Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Pare Power Plane Connect Style Power Plane Clearance Polygon Connect Style Power Plane Clearance Power Plane Power Plane	Attributes on Layer Min Width P Attributes on Layer Min Width P 10mi 10mi	Preferred Size 10mil	Max Width 10mi 10mi	Check Tracks Check Min/M (tracks, arcs, I Characteristic J Layers in layee Layer Stack Referer Name Top Layer Bottom Layer	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only nce Index 32 33	Width Individually ysically Connected Cop) yen Width Absolute Layer Name TopLayer BottomLayer	pper In / 1 32
Differential Pairs Routing Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Paste Mask Expansion Plane Power Plane Connect Style Power Plane Clearance Polygon Connect Style Your Plane Clearance Ropont Manufacturing Manufacturing Room Definition Esquention	Attributes on Layer Min Width P Min Width P 10mil 10mil	Preferred Size 10mil 10mil	Max Width 10mi 10mi	Check Tracks Check Min/M (tracks, arcs, I Characteristic V Layers in layer Layer Stack Referer Name Top Layer Bottom Layer	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only nce Index 32 33	Width Individually sically Connected Cop) ven Width Absolute Layer Name TopLayer BottomLayer	pper In / 1 32
Differential Pairs Routing Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Plane Power Plane Connect Style Power Plane Clearance Polygon Connect Style Power Plane Clearance Polygont Planufacturing High Speed Placement Equematico-exemplo Component Clearance Component Clearance Component Clearance	Attributes on Layer Min Width 10mil	referred Size 10mil	Max Width 10mi 10mi	Check Tracks Check Min/M (tracks, arcs, I Characteristic Zuayers in layee Layer Stack Referer Name Top Layer Bottom Layer	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only nce Index 32 33	Width Individually sically Connected Cop yen Width Absolute Layer Name TopLayer BottomLayer	pper In / 1 32
Differential Pairs Routing Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Paste Mask Expansion Paste Mask Expansion Pare Power Plane Connect Style Power Plane Clearance Power Definition Esquemático-exemplo Component Clearance Component Orientations Power Drientations	Attributes on Layer Min Width P 10mil 10mil	Yreferred Size 1 10mil	Max Width 10mi 10mi	Check Tracks Check Min/M Check Min/M Characteristic Zayers in layee Layer Stack Referen Name Top Layer Bottom Layer	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only nce Index 32 33	Width Individually sically Connected Cop y en Width Absolute Layer Name TopLayer BottomLayer	pper In / 1 32
Differential Pairs Routing Mask Solder Mask Expansion Paste Mask Expansion Paste Mask Expansion Paste Mask Expansion Power Plane Connect Style Power Plane Clearance Polygon Connect Style Power Plane Clearance Component Clearance Component Orientations Permitted Layers Nets to layore	Attributes on Layer Min Width P 10mil 10mil	Preferred Size 10mil	Max Width 10mi Max Width 10mi	Check Tracks Check Min/M (tracks, arcs, I Characteristic Zayers in layee Layer Stack Referer Name Top Layer Bottom Layer	s/Arcs Min/Max ax Width for Ph fills, pads & vias Impedance Driv rstack only nce Index 32 33	Width Individually sically Connected Cop) ven Width Absolute Layer Name TopLayer BottomLayer)per In / 1 32

Figura 4.21. Regras quanto a espessura das trilhas.

Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Min Width, Preferred Width e Max Width* são definidos o valor mínimo, preferido (que será utilizado como padrão no roteamento) e máximo de espessura da trilha, respectivamente.

É importante destacar que a espessura da trilha está relacionada com o valor de corrente na trilha, sendo recomendado um valor de 1 mm (39,37 mil) de espessura por *Ampère* (A).

Indo em *Plane >> Polygon Connect Style >> PolygonConnect,* aparecerá uma janela como mostra a figura 4.22. Nela é possível modificar o tipo de conexão que uma trilha tem com uma determinada malha (que será tratada no item 4.4), seja conectada diretamente ou através de pequenas trilhas, com quantidade e posição ajustáveis, como mostra a figura 4.22.

E Design Rules		
	Name PolygonConnect Corr	Unique ID WUUQRGKF
Creatance Sourcircuit Un-Routed Net Sourcircuit	Where The First Object Matches	Full Query All
🕀 😅 Routing Layers	Where The Second Object Matches	Full Query
Soluting Via Style Soluting Via Styl	All Net Net Class Layer Advanced (Query) Query Helper Constraints Connect Style Relief Connect Conductors 2 @ 4 90 Angle Co	AIL AIL onductor Width 0.254mm

Figura 4.22. Tipo de conexão.

Fonte: Elaborada pelo autor

Em Routing >> Routing Corners, é possível modificar as configurações das curvas das trilhas.

Em *Placement >>* Room Definition, é possível modificar se os componentes devem estar fora ou se devem permanecer dentro da *Room* (ver figura 4.5 e 4.7).

4.4. Malhas de potencial

As malhas de potencial são utilizadas para conectar pontos de mesmo potencial mais facilmente ao invés de conectá-los por trilhas. Geralmente essas malhas são utilizadas na alimentação do circuito. No exemplo considerado no item 4, um dos terminais de cada resistor estão conectados ao pino 1 do *Header*, sendo possível a utilização de uma malha.

Inicialmente, deve-se desenhar as trilhas das ligações que não serão conectadas através da malha, mostrada na figura 4.23.



Figura 4.23. PCB do exemplo do item 4.

Para desenhar a malha de potencial, deve-se selecionar qual a camada (*layer*) a malha pertencerá (ver figura 4.10) e ir na barra de ferramentas logo abaixo do menu e clicar no ícone *Place Polygon Plane*, como mostrado na figura 4.24.





Fonte: Elaborada pelo autor

Aparecerá uma janela como mostra a figura 4.25, com configurações acerca da malha de potencial. Em *Fill Mode*, deve-se escolher qual o formato da malha, sendo o mais utilizado a opção *Solid (Copper Regions)*. Em *Net Options >> Connect to Net* deve ser escolhido ao que a malha será conectada, e no caso do exemplo, os terminais dos resistores estão conectados ao pino 1 do *Header* (designador P1), sendo escolhido portanto NetP1_1, como também mostra a figura 4.25.

Fonte: Elaborada pelo autor

Fill Mada	tices	
Solid (Copper R)	egions) 💿 Hatche	ed (Tracks/Arcs) 💿 None (Outlines Only)
Properties		Remove Islands Less Than 3100 (sq. mils) In Area Arc Approximation Maximum Deviation From Perfect Arc 0.5mil Remove Necks When Copper Width Less Than 5mil
Name	tom Layer-No Net	Connect to Net NetP1 1
INGHIC		(inclusion of the second secon
Layer	Bottom Layer 💌	Pour Over Same Net Polygons Only 🔹
Layer Min Prim Length Lock Primitives	Bottom Layer 3mil	Pour Over Same Net Polygons Only Remove Dead Copper

Figura 4.25. Configurações da Malha de Potencial.

Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando em OK, o formato da malha desejada deve ser desenhado, como mostra a figura 4.26.

Figura 4.26. Desenhando a malha.



Fonte: Elaborada pelo autor

Pressionando o botão direito do *mouse*, e selecionando a *Top Layer*, é possível verificar como ficaram as conexões junto com a malha, conforme mostra a figura 4.27, na qual é possível perceber um dos terminais de cada resistor conectado diretamente a malha (o que pode ser alterado através das regras, ver figura 4.22), além do pino 1 do *Header*.



Figura 4.27. Arquivo PCB resultante.

Caso seja necessário adicionar uma trilha após a colocação da malha, e se opte por utilizar uma trilha na mesma camada da malha, essa pode ser desenhada normalmente, mas quando finalizada, a malha deve ser refeita.

Dependendo da versão do *software*, o mesmo pode automaticamente oferecer a opção de reconstrução da malha em uma nova janela ("*Repour*") ou então com o duplo clique sobre a malha (camada da malha deve está selecionada (ver figura 4.10)) e pressionando OK na janela seguinte (figura 4.25), o programa oferecerá a opção de reconstrução da malha ("*Rebuild*"), também através de uma nova janela.

Fonte: Elaborada pelo autor

5. IMPRESSÃO

Inicialmente, é necessário modificar algumas configurações antes da impressão. Indo em *File* >> *Print Preview*, aparecerá uma janela como mostrada na figura 5.1.



Figura 5.1. Print Preview.

Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando com o botão direito do mouse, surgirá as opções mostradas na figura 5.2.

🗈 Сору Ctrl+C 🛃 Export Metafile... Ctrl+X Page Setup... 🛃 Print... Ctrl+P Setup Printer... Configuration... 🔡 🛛 Fit Pages Home Page Width Ctrl+W Whole Page Ctrl+A 🔍 Zoom In PgUp 🔍 Zoom Out PgDn Refresh End Show Page Numbers Ctrl+N Show Print Region Ctrl+R Show Margin Ctrl+M Show Grid Ctrl+G

Figura 5.2. Opções na prévia de impressão.

Clicando inicialmente em Page Setup, uma nova janela como mostra a figura 5.3 aparecerá.

L .,	- 0	0	C	~	1	
H1011rg	うう	LOT	111011	racoes	da	naoina
1 iguia	5.5.	001	msu	raçoco	uu	pasma.

Printer Paper	Scaling
Si <u>z</u> e: ► ► ►	Scale Mode Fit Document On Page 🔻
A 💿 Por <u>t</u> rait	<u>S</u> cale: 1.92
A 🖲 Landscape	Corrections
Quality: High (600 dpi) 🔹	<u>Х</u> 1.00 <u>х</u> <u>Ү</u> 1.00 х
Offset	Color Set
Horizontal: 0 🔶 🔽 Center Vertical: 0 🚔 🔽 Center	🔘 Mono 🛛 Color 💿 <u>G</u> ray

Fonte: Elaborada pelo autor

Em *Scaling* >> *Scale Mode*, deve ser escolhida a opção *Scaled Print* e em seguida, mudar a escala (*Scale*) para o valor "1". Em *Quality*, pode ser alterado a qualidade da impressão, sendo recomendado a opção *High*. Em relação às cores da impressão, é possível alterá-las em *Color Set*: *Gray* deixará o desenho em preto, branco e cinza, Color deixará colorido e Mono apenas preto e branco, sendo este o mais utilizado, sendo este o escolhido. Clica-se em *Close* para finalizar.

Clicando em *Configuration* no menu mostrado na figura 5.2, aparecerá a janela mostrada na figura 5.4, onde é possível modificar quais os itens ou camadas que aparecerão na impressão. Inicialmente, deve-se preencher a opção *Holes* em *Printout Options* para que os furos apareçam no desenho.

Com um clique duplo sobre uma das camadas da lista, aparecerá a janela mostrada na figura 5.5.

	ayers	Ir	nclude Comp	onents	9	Pi	intout Opti	ons
Vame	T	p	Bottom	Double Si	Holes	Mirror	TT Fonts	Design Views
Multilayer Composit	e Print	~		~	~			~
-Top Overlay								
-Top Layer								
-Bottom Layer								
- Multi-Layer								
- Mechanical 1								
= Mechanical 15								
- Mechanical 15								
Designator Print Settin	ngs							
Designator Print Settin Choose the data to pr	ngs rint in component o	designa	tors			Prin	nt Physical D	esignators 🔻
Designator Print Settin Choose the data to pr Area to Print	ngs rint in component (designa	tors			Prin	nt Physical D	esignators 💌
Designator Print Settin Choose the data to pr Area to Print	ngs rint in component (designa	tors			Prin	nt Physical D	esignators 🔻
Designator Print Settin Choose the data to pr Area to Print	ngs rint in component (wer Left Corner)	designa	tors	Y	: 19251	Prin	nt Physical D	esignators ▼
Designator Print Settin Choose the data to pr Area to Print	ngs rint in component o wer Left Corner) oper Right Corner)	designa (: 3451 (: 4910	.mil	Y	: 1925	Prin mil mil	nt Physical D	esignators ▼

Figura 5.4. Configurações das camadas.

I op Uverlay				82
Free Primitives	Component	Primitives	Others	
Arcs Full 🔻	Arcs Full	•	Designators	Full -
Fills Full 🔻	Fills	-	Comments	Full 🔻
Pads Full 🔻	Pads Full	•	Polygons	Full 🔻
Strings Full 🔻	Strings Full	•	Dimensions	Full 🔻
Tracks Full 🔻	Tracks Full	•	Coordinates	Full 🔻
Vias Full 🔻	Vias Full	•		
Regions Full 🔻	Regions Full	•		
Full Draft Hide	Full	Hide	Full Dr	aft Hide
Drill Layers		.Leger	nd Sorting	
First Top Layer	•	Sor	t By Hole Si <u>z</u> e	
Last Bottom Layer	•	Sor	t By Hole <u>C</u> oun	t
Legend Symbols		Drill D	rawing Symbol	Size
Characters		Symt	bol Size 50mil	
Size of <u>H</u> ole Strip	ng			
Graphics Symbol				

Figura 5.5. Opções de uma camada (layer).

Fonte: Elaborada pelo autor

É possível definir se os itens pertencentes a *layer* aparecerão ou não no desenho, escolhendo a opção *Full* ou *Hide*, respectivamente ao lado do item em questão.

Clicando em *Hide* no final de cada seção, desabilita-se todas as suas opções, ou *Full* para habilitar, portanto, para desabilitar a camada, deve-se clicar nas opções *Hide* das 3 seções e então em OK.

Após as configurações, clica-se em OK e o arquivo está pronto para impressão.

Na figura 5.6, é mostrada o arquivo do exemplo do item 4 com apenas a camada *Bottom Layer* e *Multi Layer* habilitadas, na figura 5.7, apenas a *Top* e *Multi Layers*.








Fonte: Elaborada pelo autor

6. GERBER FILES / NC DRILL FILES

6.1. Gerbers Files

Gerber Files são arquivos de imagens que contêm informações da PCB e que servem de orientação para a máquina que confeccionará a placa. É possível obter esses arquivos de um projeto utilizando o *Altium*. Nesse tipo de arquivo, cada camada do projeto é produzida separadamente, possibilitando a visualização de cada camada com um editor apropriado.

Para gerar esses arquivos, com o arquivo da PCB selecionado, deve-se ir em *Files* >> *Fabrication Outputs* >> *Gerber Files*, como mostra a figura 6.1.



Figura 6.1. Gerando Gerber Files.

Fonte: Elaborada pelo autor

Aparecerá uma nova janela como mostrado na figura 6.2.

ierber Setup		? X
General Layers Drill	Drawing Apertures Advanced	
Specify the units and fo This controls the units after the decimal point	ormat to be used in the output files. (inches or millimeters), and the number of digits before and	
Units	Format	
Inches	© 2: <u>3</u>	
Millimeters	2: <u>4</u>	
	© 2: <u>5</u>	
If you are using one of manufacturer supports The 2:4 and 2:5 formats than 1 mil.	the higher resolutions you should check that the PCB that format. only need to be chosen if there are objects on a grid finer	
	ОК	Cancel

Figura 6.2. Aba General.

Fonte: Elaborada pelo autor

Na aba *General*, deve ser determinada a unidade de medida (*inches* ou mm) dos arquivos, e o formato do número da medida, que dependerá do projeto e do equipamento utilizado para confeccionar a placa, pois cada um dos formatos apresenta uma resolução diferente: resolução de 1mil e 3 casas decimais para os valores das medidas para o formato 2:3; resolução de 0.1mil e 4 casas decimais para o formato 2:4 e resolução de 0.01mil e 5 casas decimais para o formato 2:5.

Comumente, escolhe-se as opções *Inches* e 2:4. Clicando na aba *Layer*, aparecerá a janela mostrada na figura 6.3.

ayers To Plot				Mechanical Layers(s)	to Add to All Plots
Extension	Layer Name	Plot	Mirror	Layer Name	Plot
510 5TP 5T5 5BL 5BS 5BO 5BO 5M1 5M13 5M15 5KO	Top Paste Top Solder Top Solder Top Layer Bottom Layer Bottom Solder Bottom Paste Bottom Overlay Mechanical 1 Mechanical 13 Mechanical 15 Keep-Out Layer			Mechanical 13 Mechanical 13 Mechanical 15	
Plot Layers V Mirror Layers V	Bottom Pad Master	pads			

Figura 6.3. Aba Layers.

Devem ser selecionadas quais camadas terão arquivos *Gerber* gerados, marcando o ícone *Plot* ao lado da *layer* e caso seja necessário gerar um arquivo espelhado em relação a PCB, basta marca o ícone da seção *Mirror*.

Nas outras 3 abas, deve-se manter as opções padrões do programa. Clicando então em OK.

Na seção de *Source Documents* do projeto, surgirá um visualizador de *gerbers*, intitulado CAMtastic1.Cam*, como mostrado na figura 6.4, utilizando a PCB do item 4.

Fonte: Elaborada pelo autor





Fonte: Elaborada pelo autor

Na seção "*CAMtastic! Documents*", é possível visualizar os arquivos *Gerber* de cada uma das camadas que foram selecionadas na aba *Layers* (Figura 6.2). Indo então em *File* >> *Export* >> *Gerber*, aparecerá uma janela como mostra a figura 6.5.

Export Gerber(s)				
Options				
Use Arcs (G75)				
Use Step & Repeat Codes (if any)				
Separate Composite layers to individual Files				
Convert Polygons to Vector Fill (Line Strokes)				
Eormat				
Start Units: 2.3 Trailing Abs Inch				
RS-274-X Settings				
OK Cancel				

Figura 6.5. Exportando os arquivos.

Clicando em Settings, surgirá uma nova janela como mostra a figura 6.6.

Gerber Export Settings	?			
Digits	Units			
Integer 2	English			
Decimal 4	© <u>M</u> etric			
Туре	Zero Suppression			
Absolute	Leading			
Incremental	 <u>I</u>railing <u>N</u>one 			
OK Cancel				

Figura 6.6. Configurações do Gerber Export.

Fonte: Elaborada pelo autor

Escolhendo a opção 4 em *Digits >> Decimal*, pressiona-se OK e em seguida OK na janela mostrada na figura 6.5. Aparecerá então uma janela como mostra a figura 6.7, com a lista dos arquivos a serem exportados e logo abaixo o local para onde serão exportados.

Write Gerber(s)	~ (1)	? ×
Gerber File(s): ✓ pcb-exemplo.gtl ✓ pcb-exemplo.gts ✓ pcb-exemplo.gts ✓ pcb-exemplo.gts	Original Name: L1: pcb-exemplo.gtl L2: pcb-exemplo.gbl L3: pcb-exemplo.gts L4: pcb-exemplo.gbs	Type Top Bottom Mask Top Mask Bot
F:\2015.1\Desktop\		8
F:\2015.1\Desktop\	ОК	Cancel

Figura 6.7. Lista dos arquivos Gerbers a serem exportados.

Pressionando OK, os arquivos serão exportados para o local selecionado.

6.2. NC Drill Files

É necessário gerar os arquivos de furação, indo em *File >> Fabrication Outputs >> NC Drill Files*, como mostra a figura 6.8 com o arquivo PCB selecionado.

№ D <u>Х</u> Р	<u>F</u> ile	<u>E</u> dit <u>V</u> iew Proje <u>c</u> t <u>P</u> lace	<u>Pesign T</u> ools <u>A</u> uto Route <u>I</u>
l 🗋 💕		New	• 🖉 👗 🖻 🛍 🕮 🖂 🕂
Projects	2	Open Ctrl+O	🕮 PCB-exemplo.PcbDoc 🕃 CAM
Worksp		Import	NetC2
- worksp		Close Ctrl+F4	
projeto		Open Project	
File V		Open Design Wor <u>k</u> space	- N
⊡ 📄 p		Save Ctrl+S	
		Save <u>A</u> s	<u></u>
		Save Copy As	
8		Save A <u>I</u> I	
		Save Project As	
		Save Design Workspace As	
		Eabrication Outputs	Composite Drill <u>G</u> uide
		Assem <u>b</u> ly Outputs	<u>D</u> rill Drawings
		Page Set <u>u</u> p	<u>F</u> inal
		Print Preview	Gerber Files
	8	Print Ctrl+P	Mask Set
		Default Prin <u>t</u> s	ODB++ Files
	T.	S <u>m</u> art PDF	Power-Plane Set
		Import Wizard	Test Point Report
		Recent Documents	Get more Outputers
		Recent Projects	
		Recent Design Workspaces	
		Exit Alt+F4	

Figura 6.8. Gerando NC Drill Files.

Fonte: Elaborada pelo autor

Aparecerá uma janela como mostrada na figura 6.9.

Drill Setup			? >
Options			
NC Drill Format			
Specify the units and for	mat to be used	d in the NC Drill output files.	
This controls the units (ir after the decimal point.	nches or millim	eters), and the number of digits bet	fore and
Units		Format	
۲	Inches	© 2: <u>3</u>	
0	Millimators	© 2: <u>4</u>	
0	Minimeters	2:5	
if there are holes on a gr Leading/Trailing Zeroes	id finer than 1	mil. Coordinate Positions	
Keep leading and tra	iling zeroes	Reference to absolute original	in
Suppress leading zer	0.00	Deference to relative origin	100
Suppress <u>t</u> railing zer	Des	Creterence to relative origin	
Other			
Optimize change loop	ation commar	nds	
🔲 <u>G</u> enerate separate N	IC Drill files fo	r plated & non-plated holes	
Use drilled slot com	mand (G85)		
Cenerate Board Edg	e Rout Paths		
Rout Tool Dia 20	Omil		
🔲 Generate EIA Binary	Drill File (.DRL)	
		ОК	Cancel

Figura 6.9. Configurações do NC Drill.

Fonte: Elaborada pelo autor

Escolhendo então a opção 2:4 na seção *Format* e mantendo os outros valores padrões do próprio programa, pressiona-se OK, aparecendo em seguida a janela mostrada na figura 6.10.

Import Drill Data
Settings Start Units: 2.4 Trailing Abs Inch <u>U</u> nits
Shape/Default Hole Size
0,0320:0,0320 <u>T</u> ool Table
OK Cancel

Figura 6.10. Janela Import Drill Data.

Fonte: Elaborada pelo autor

Clicando então em OK, aparecerá um item intitulado "*CAMtastic2.Cam**" na seção de *Source Documents* do projeto, onde é possível ver as furações, como mostra a figura 6.11.



Figura 6.11. NC Drill gerado.



Figura 6.12. Salvando arquivo NC Drill.

Fonte: Elaborada pelo autor

Surgirá uma janela como mostrada na figura 6.13.

elect Layer	
L1: pcb-exemplo.txt	•
Inits	
2.3 Trailing Abs Inch	
Units	

Figura 6.13. Configurações para exportar arquivo NC Drill (1).

Fonte: Elaborada pelo autor

Em Select Layer, deve-se selecionar o arquivo do projeto e clicar em Units em seguida, surgindo uma nova janela conforme mostra a figura 6.14.

Figura 6.14. Configurações para exportar arquivo NC Drill (2).

NC Drill Export Settings	? <u>×</u>	
Digits	Units	
Integer 2 💌	English	
Decimal 3	© <u>M</u> etric	
Туре	Zero Suppression	
Absolute	○ Leading	
Incremental	 <u>Trailing</u> <u>N</u>one 	
	OK Cancel	

Fonte: Elaborada pelo autor

Seleciona-se então o valor 4 em *Digits* >> *Decimal* e pressiona-se OK e em seguida OK na janela mostrada na figura 6.13, surgindo assim uma nova janela, mostrada na figura 6.15.

Write Drill		? <mark>×</mark>
Drill File(s):	Original Name:	Type
Cam.drl	cam.drl	NC Drill
F:\2015.1\Desktop\		8
	ОК	Cancel

Figura 6.15. Lista com o(s) arquivo(s) NC Dril a serem exportado(s).

Fonte: Elaborada pelo autor

Pressionando OK, o arquivo será exportado para o local selecionado.

Os arquivos *Gerber Files* e *NC Drill* gerados do exemplo são mostrados na figura 6.16, podendo, por exemplo, serem enviados a alguma empresa responsável por confecção de PCI.

Figura 6.16. Arquivos Gerber e NC Drill gerados.



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo apresentar as principais funcionalidades do programa *Altium Designer*, que se mostra de grande importância para confecção de placas de circuitos eletrônicos. No material, é mostrada da criação do projeto ao processo final para confecção, além de uma seção destinada em adicionar modelos 3D dos componentes, algo que permite ao usuário mais um modo de avaliar o seu projeto, e outra destinada à criação de componentes e sua adição à uma biblioteca integrada.

Um dos pontos mais destacáveis do *software* é a grande quantidade de atalhos e recursos que o programa possui, o que se reflete numa maior facilidade e rapidez na execução de projetos.

8. REFERÊNCIAS

[1] <http://www.3dcontentcentral.com/> Acesso em 05/10/2015.

[2] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582C.pdf> Acesso em 05/10/2015.

[3] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/70118e.pdf> Acesso em 05/10/2015.

[4] <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/257639/AVAGO/HFBR-1528.html> Acesso em 05/10/2015.