

UTFPR
EL66J
2011/2

Construção eletrônica e placa de circuito impresso (PCI)

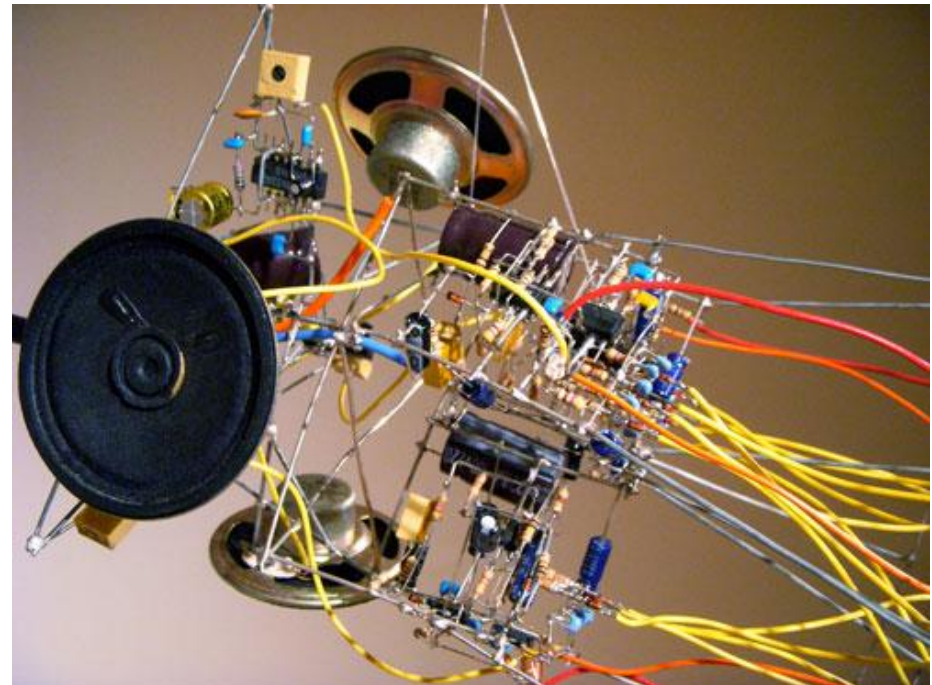
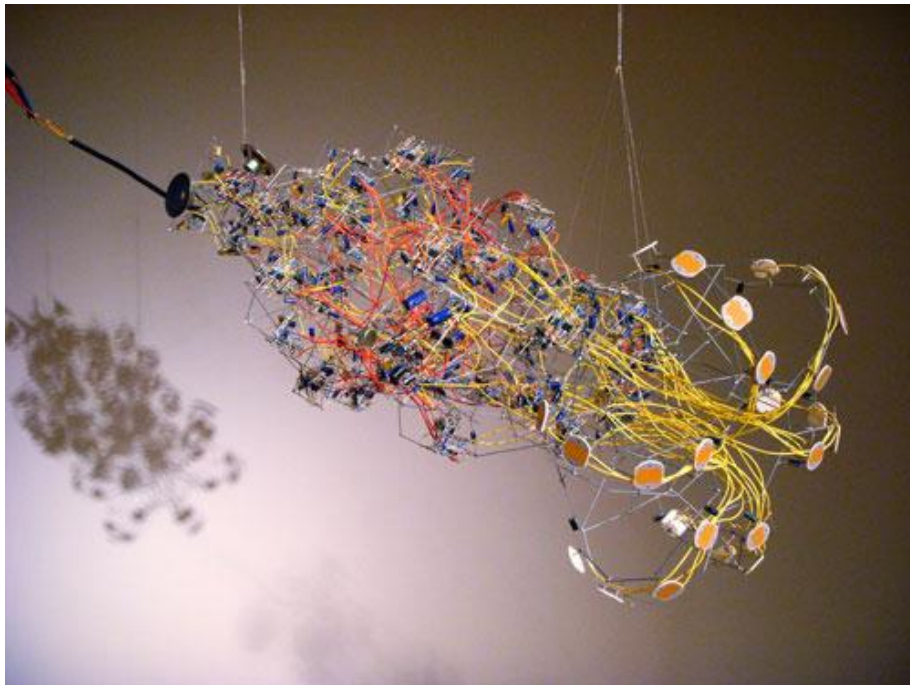


Construção de um circuito eletrônico

- Construir ou montar um circuito eletrônico é ‘fazer as conexões desejadas entre os terminais (pinos) dos componentes’.
- Há diferentes maneiras de se montar um circuito.
- Por exemplo:

1. Método *não tente isto em casa*

- “The Artificial Analog Neural Network (AANN) is an interactive, handmade electronic sculpture that responds to environmental stimuli in a display of light and sound. The sculpture is a 45 neuron network ... drawing inspiration for its design from forms observed in early plant and marine life, and technological objects of modern telecommunications (satellites, antennas, transmitter towers, etc.)” www.creativedivergents.com/515-artificial-analog-neural-network-aann/
- Submetido para a mostra do inverno de 2009 da Creative Divergents www.creativedivergents.com/

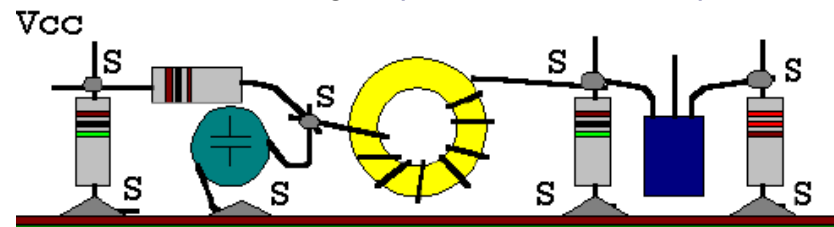


2. Método 'ugly board', 'ugly bug' ou 'dead bug'



- Os terminais dos componentes são soldados e deixados soltos.

Editado de Wes Hayward, *Some Thoughts on Breadboarding*, <http://w7zoi.net/bboard.pdf>

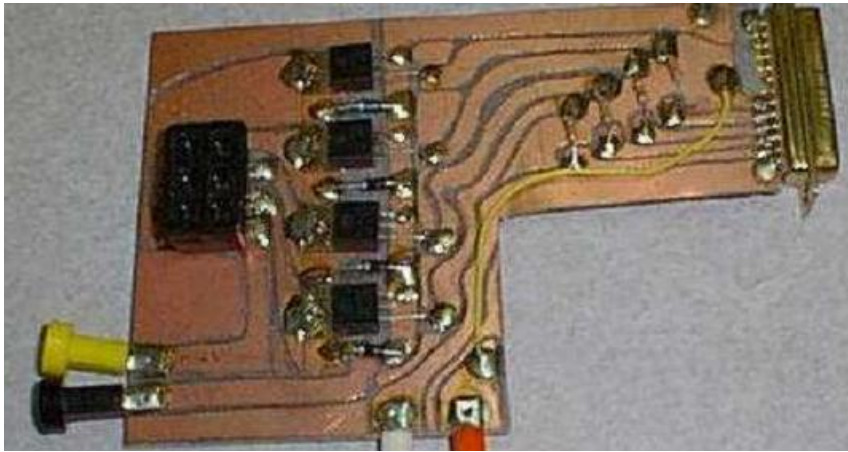


- Pode-se também utilizar uma placa de cobre para servir como plano de terra.

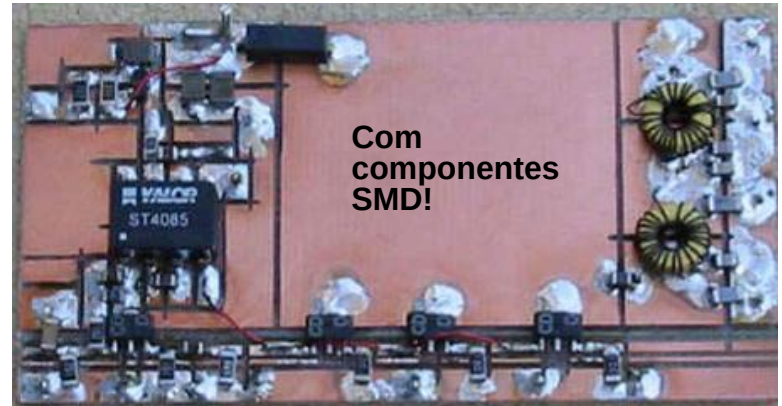
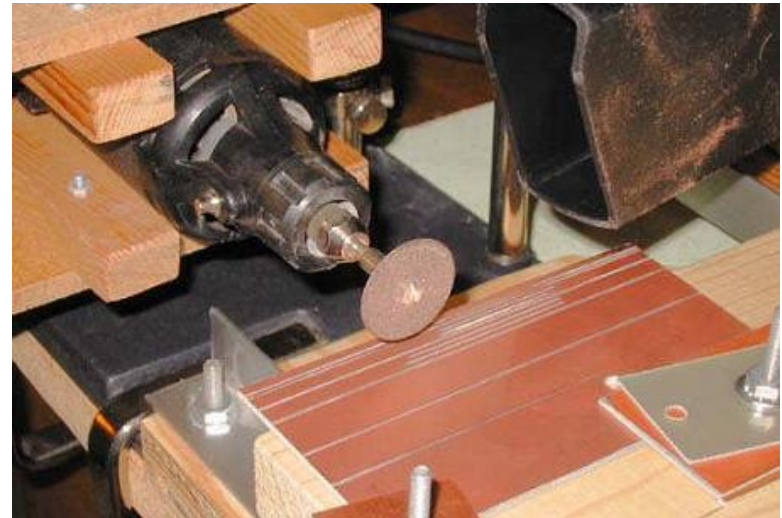


3. Variação do método 'ugly board'

- Fazer trilhas na placa, manualmente, usando uma mini retífica (dremel). Com uma placa dupla face, pode-se usar o layer inferior como plano de terra.



Charles Sullivan, Dartmouth College, *ENG32 - Prototyping Methods*, <http://www.dartmouth.edu/~sullivan/prototyping.pdf>



Wes Hayward, *Some Thoughts on Breadboarding*, <http://w7zoi.net/bboard.pdf>

4. Placa de ilhoses

- Obsoleto



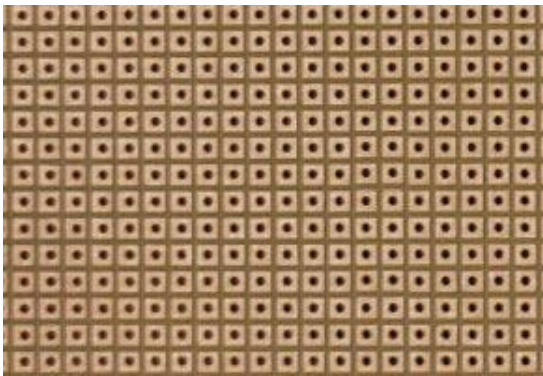
- “Agora você tem uma placa para suportar seus projetos bem ao estilo *vintage* dos Fender da década de 50. Have fun!”

<http://hollowstate.blogspot.com/2010/01/diy001-placa-de-montagem-vintage-estilo.html>

5. Placa padrão

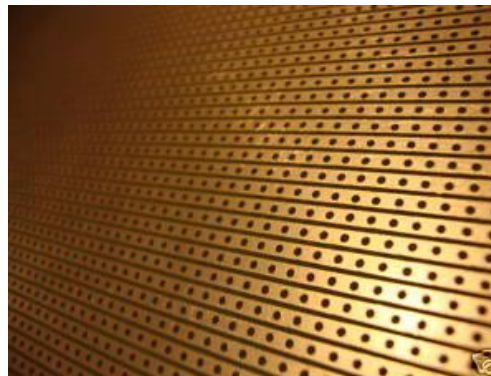
- Também chamada de ‘placa universal’, ‘placa perfurada universal’ ou ‘placa perfurada’.
- Há diferentes layouts e tamanhos.

Perfboard: todas as ilhas isoladas. R\$7,50 no mercadolive, 15x15 cm.



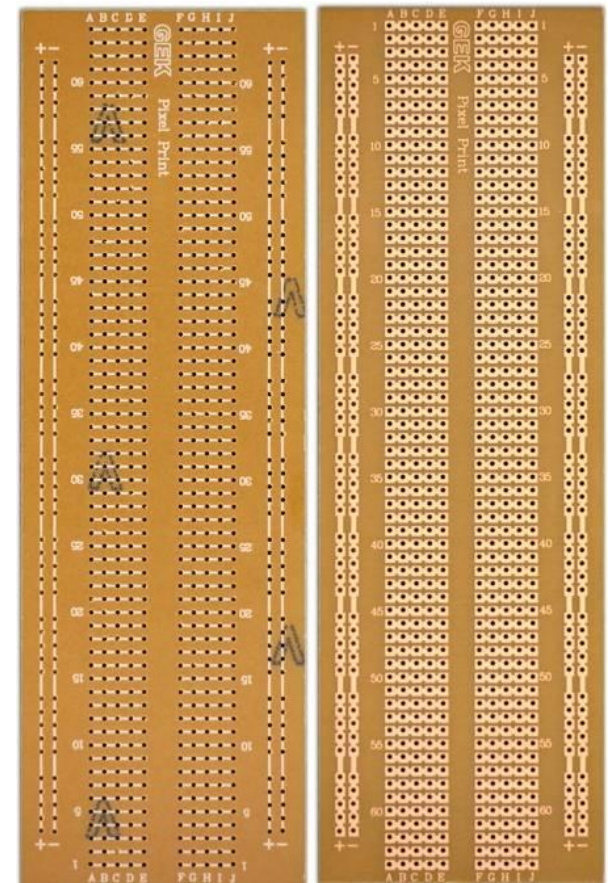
http://www.veroboard.com/veroboard-perfboard-c-49_27.html

Stripboard: listras perfuradas e isoladas.



http://www.veroboard.com/veroboard-stripboard-c-49_29.html

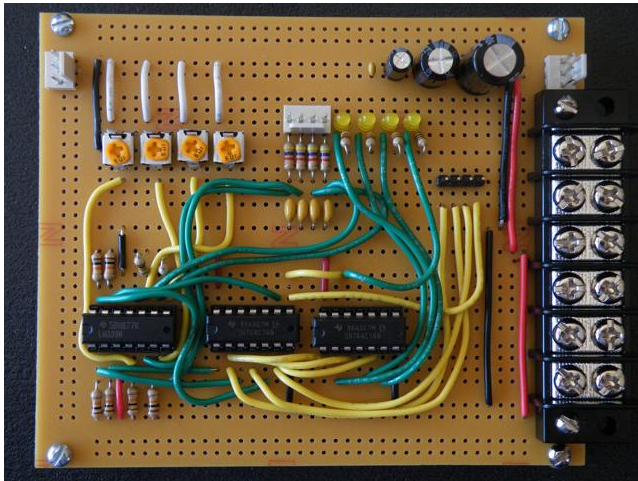
Layout de um protoboard. R\$6,00 no mercadolive (não esta da foto).



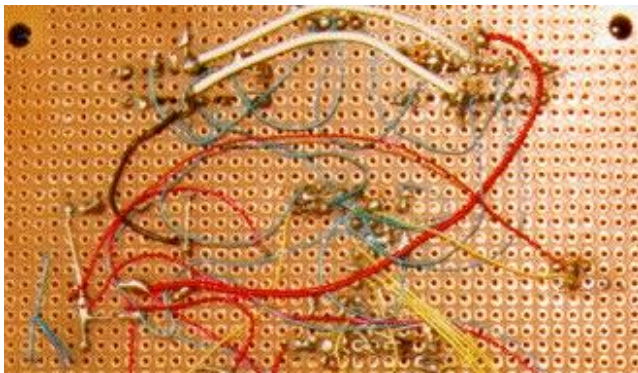
http://www.veroboard.com/veroboard-bread-board-c-49_4.html

5. Placa padrão

<http://www.esawdust.com/blog/notreadyforprimetime/files/ClimbSpeedTimingPerfBoardPart6.html>



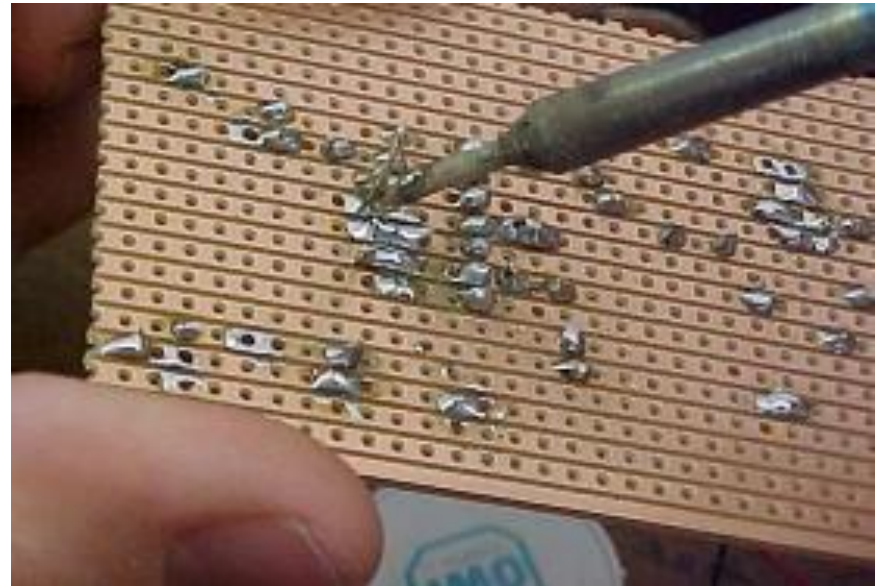
Conexões com fios por cima e/ou por baixo



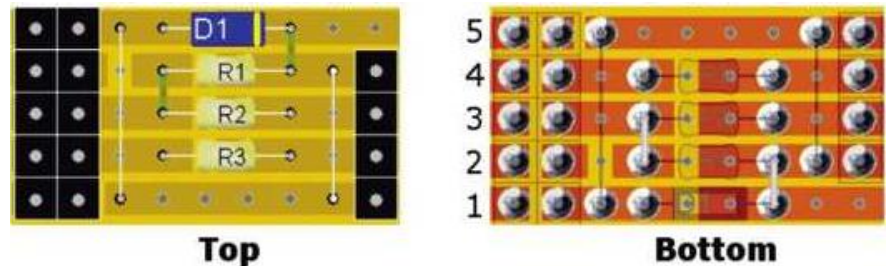
Charles Sullivan, Dartmouth College, ENGS32 - Prototyping Methods, <http://www.dartmouth.edu/~sullivan/prototyping.pdf>

■ Montagem

<http://www.kpsec.freeuk.com/stripped.htm>



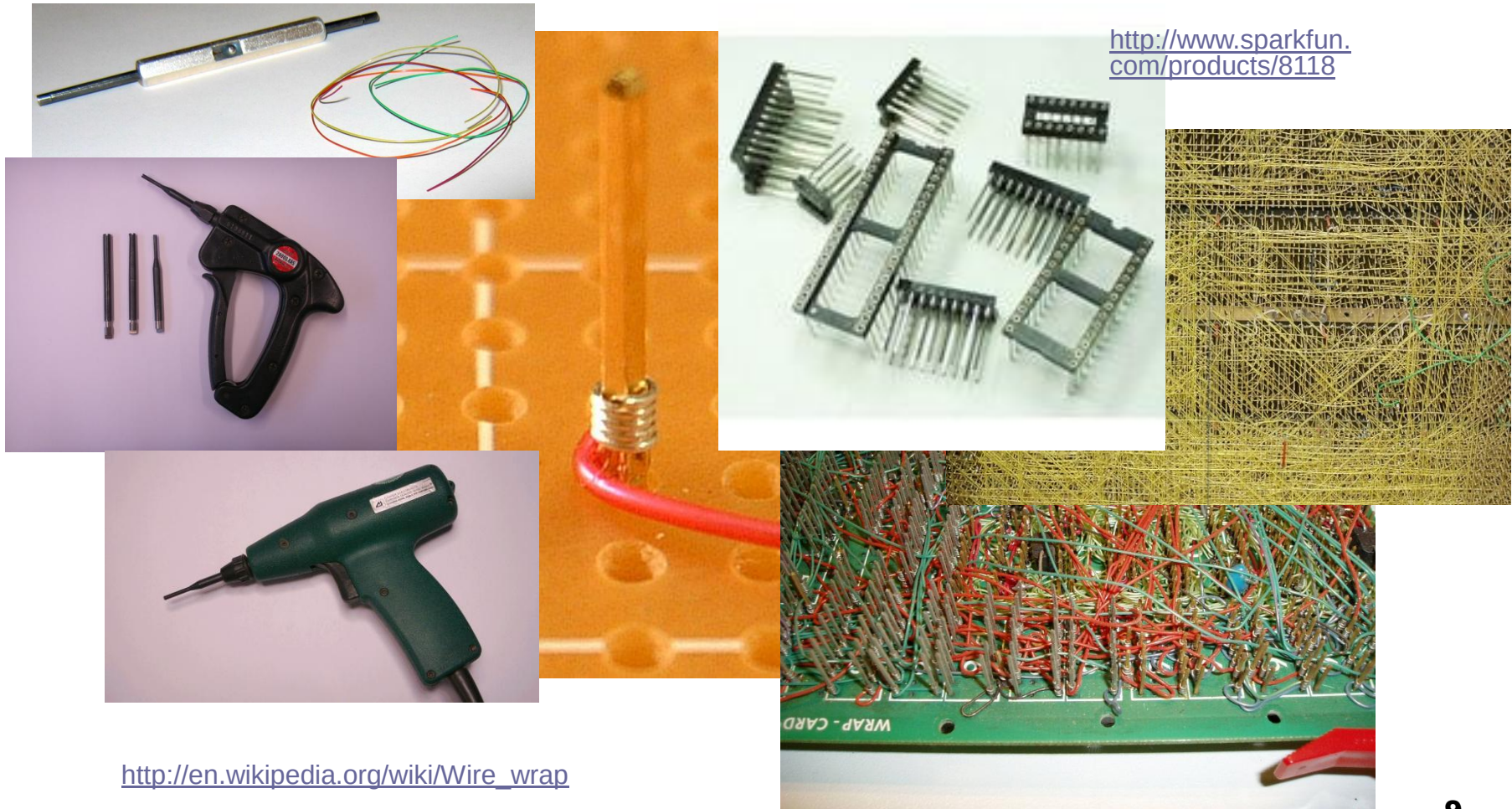
Cortar as trilhas quando necessário



Ron Hackett, Good Intentions and “faux” PC boards, *Nuts and Volts*, June 2008, <http://nutsvolts.texterity.com/nutsvolts/2008/06/?pg=82#pg84>

6. Wire wrap

- Os fios são enrolados nos terminais de um soquete especial, com terminais longos, usando uma ferramenta específica.



6. Wire wrap

- Diâmetros de fios mais utilizados (AWG é *American Wire Gauge*)

- **AWG mm**

22 0,64 é o mais indicado para protoboard

24 0,51 é o do cabo ethernet CAT5 (CAT5 é o mais comum)

26 0,40

28 0,32

30 0,25

- Alicate descascador de fios



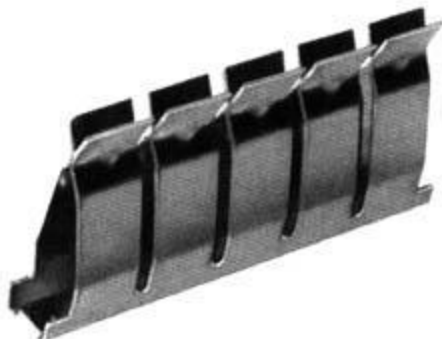
<http://www.submarino.com.br/produto/15/21811029/alicate+cortador+e+descascador+de+fios+e+cabos+-+megaforth#A1>



http://www.jonard.com/jonard-ecommerce/control/product/~category_id=HAND_WRAP_TOOLS_1/~pcategory=OK_WIRE_WRAP_TOOLS/~product_id=10020#

7. Protoboard

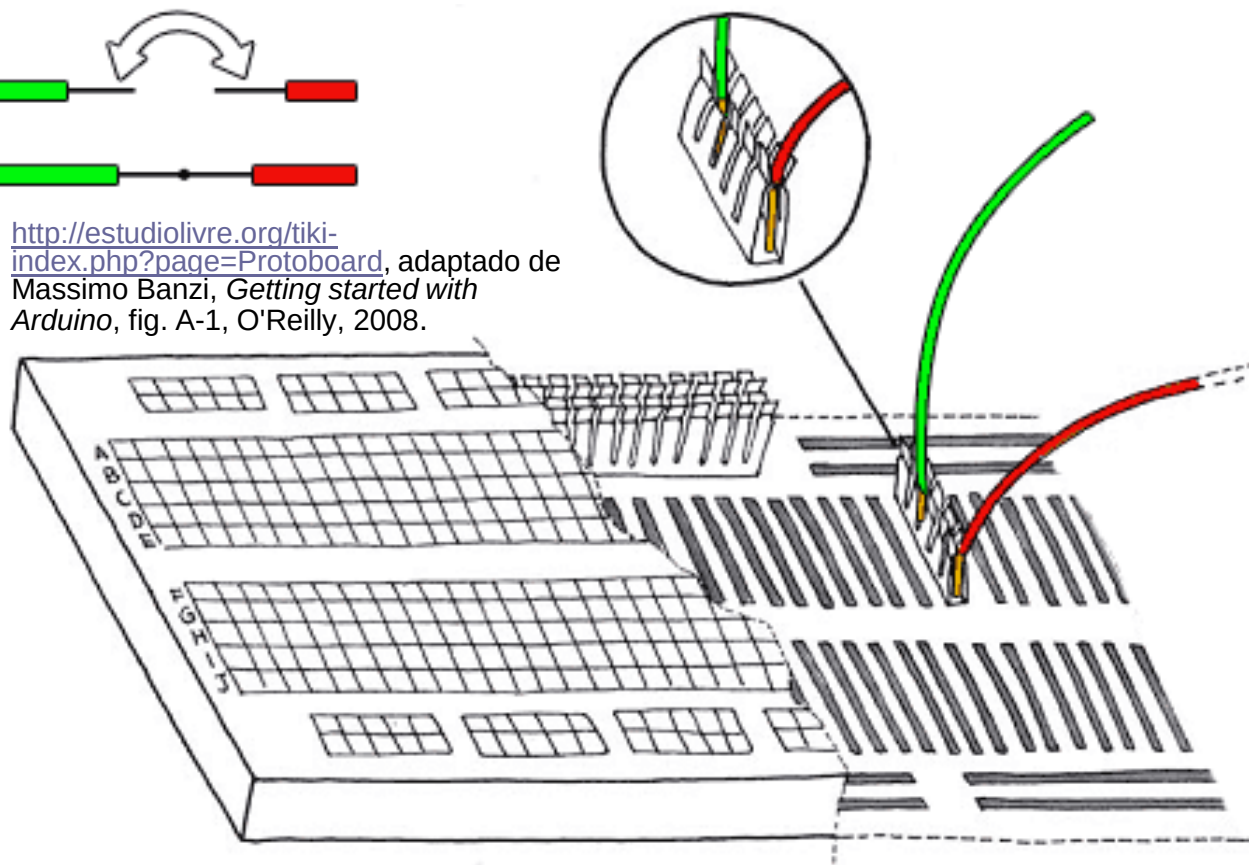
- Também chamado de 'breadboard' ou 'matriz de contatos'.



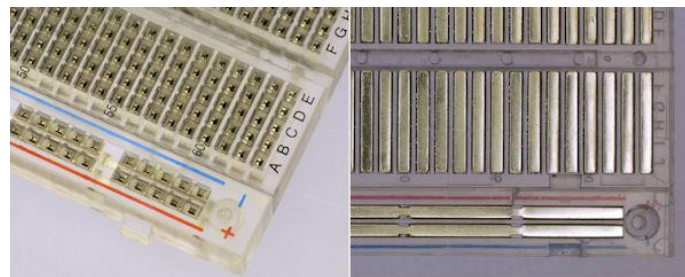
<http://www.electro-tech-online.com/electronic-theory/54-breadboard.html>



<http://estudiolivres.org/tiki-index.php?page=Protoboard>, adaptado de Massimo Banzi, *Getting started with Arduino*, fig. A-1, O'Reilly, 2008.



<http://en.wikipedia.org/wiki/Breadboard>



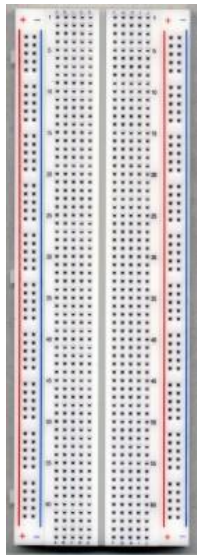
<http://www.robotroom.com/Solderless-Breadboards.html>

7. Protoboard

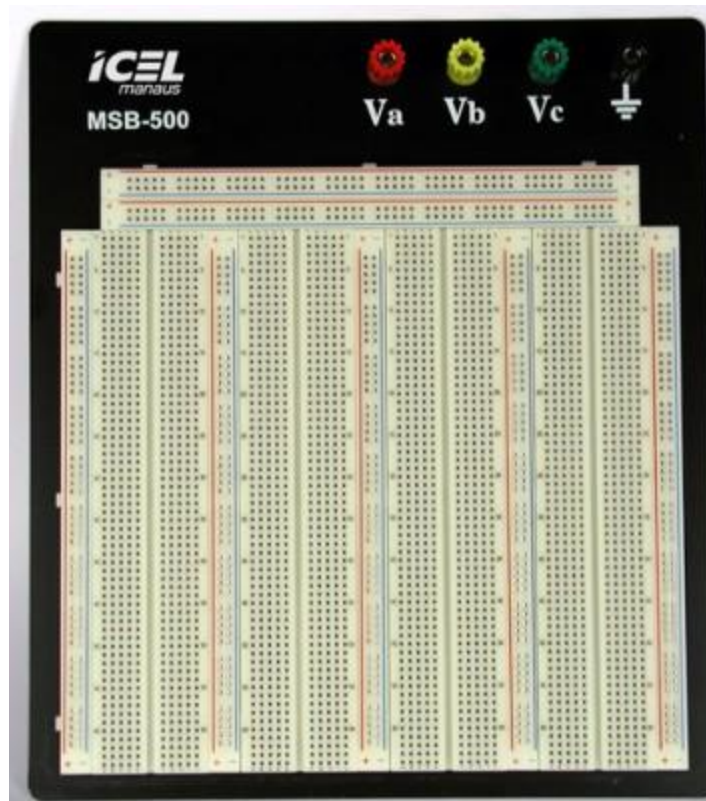
- Vários modelos disponíveis.

840 furos

Em média
R\$15,00 na 24
de Maio.



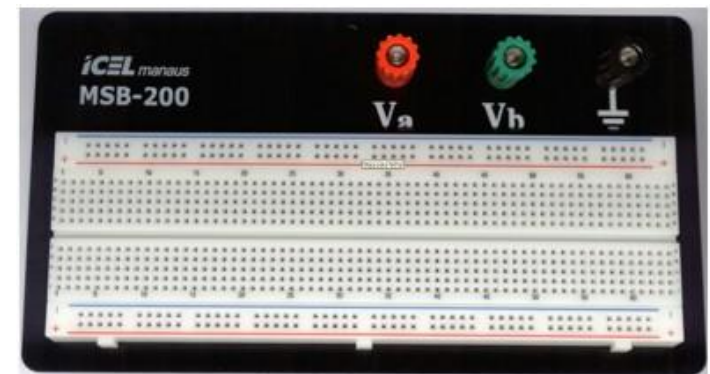
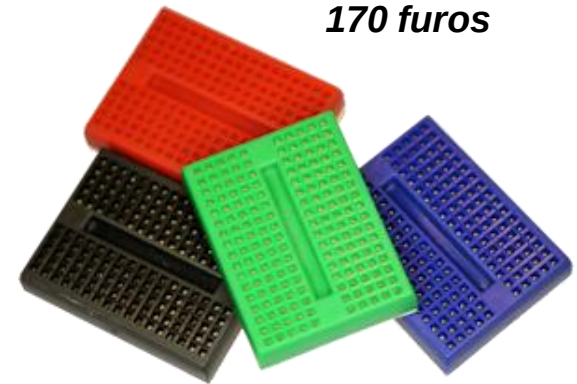
3260 furos



<http://www.icel-manaus.com.br/produtos.php?cat=15>

<http://www.robotroom.com/Solderless-Breadboards.html>

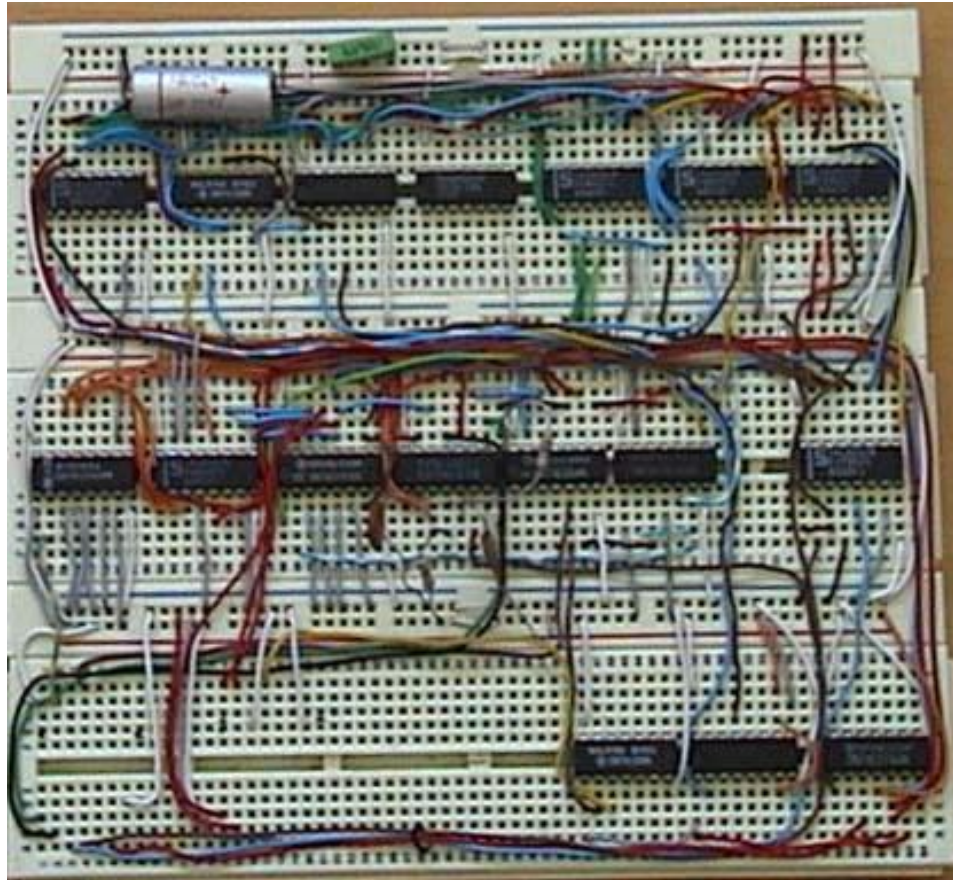
170 furos



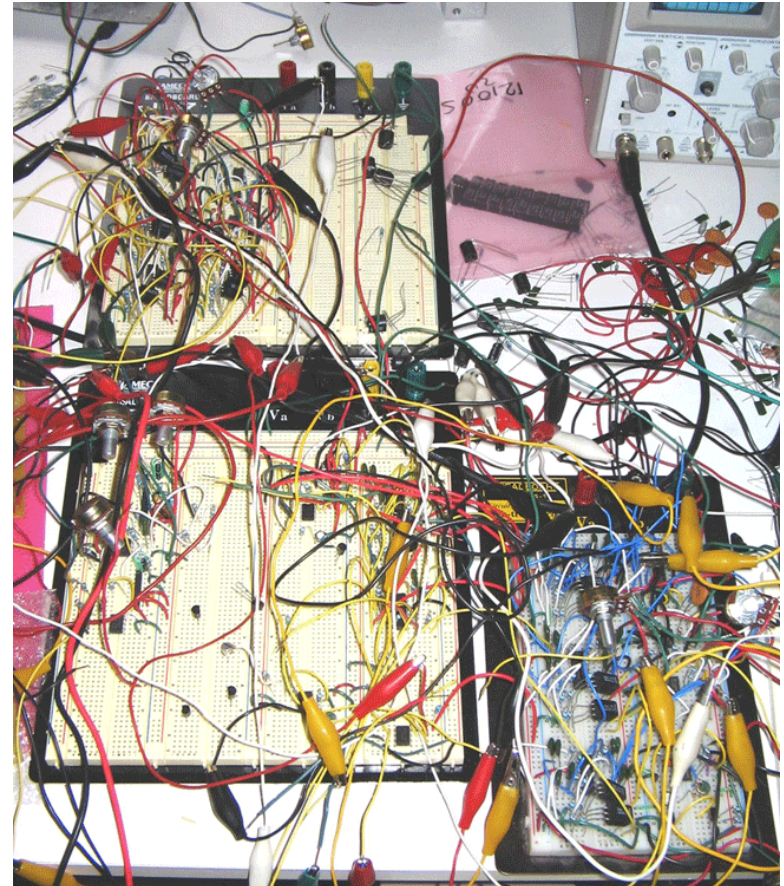
840 furos

7. Protoboard

■ Montagem



<http://lee.tagus.ist.utl.pt/SUBA/circuitos.htm>



<http://idle-logic.com/page/4/>

8. Placa de circuito impresso (PCI)

- Também chamada de PCB (*Printed Circuit Board*)

FR4 (Flame Resistant). É um laminado composto por uma malha de fibra de vidro e resina epoxy. Espessura mais usada: 1,5 mm (59 mil). Reúne boas características para a construção de PCI: resistência mecânica, boa isolamento elétrica e baixíssima absorção de umidade.

“Standard FR4 (IPC 4101/21) is the mainstay of the printed circuit industry. Available through a host of different manufacturers, FR4 laminate has literally become a commodity item”
<http://www.standardpc.com/fr4.htm>



Sobre o FR4 há uma lâmina de cobre. A espessura mais utilizada é de 1 oz (ounce) por ft², o que equivale a 0,034mm (1,34 mil).

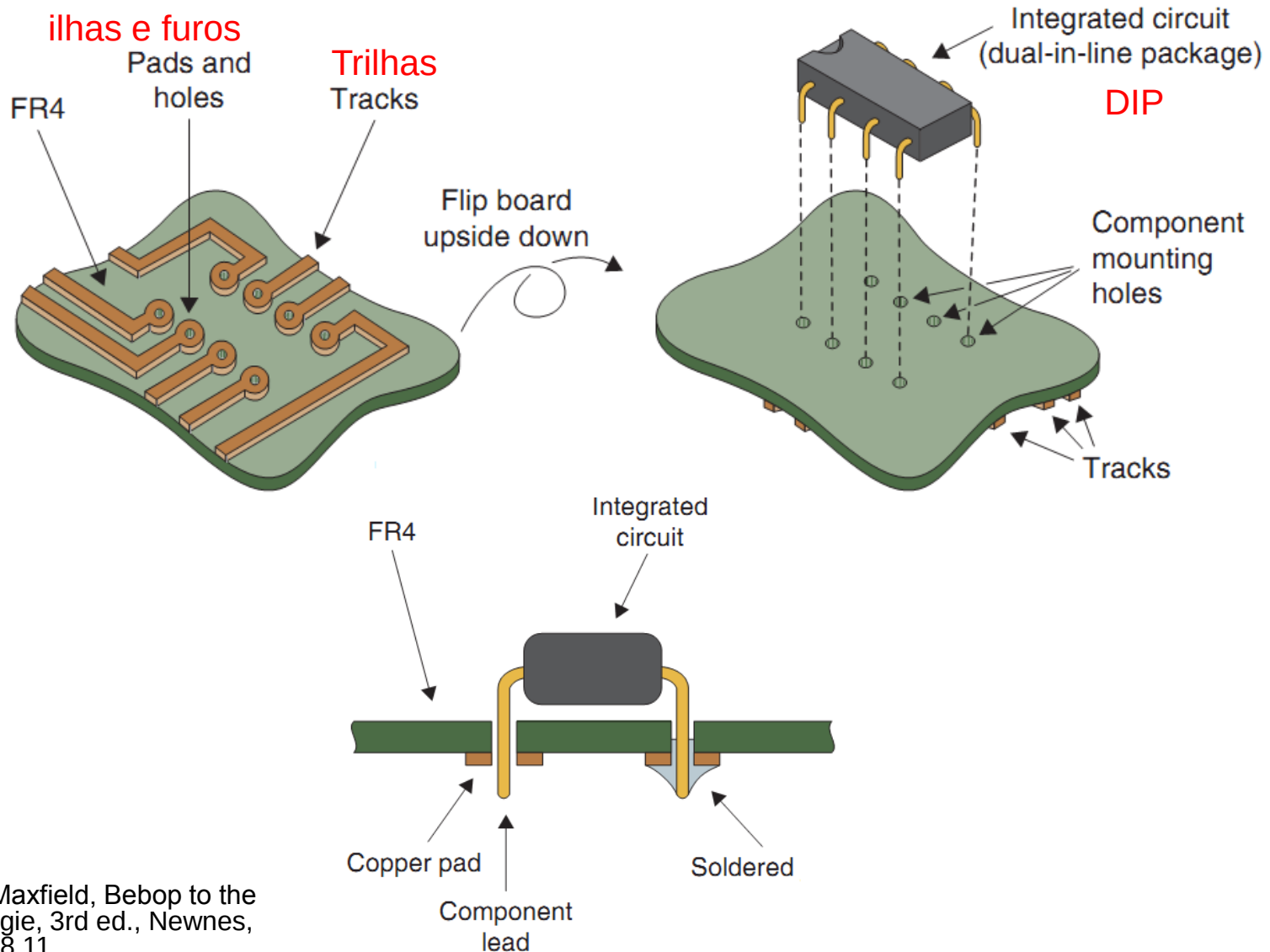
1 oz = 28g

1 mil = 1 milésimo de polegada = 0,001" = 0,0254 mm

100 mil = 2,54 mm

■ Principais técnicas para a acomodação dos componentes na PCI

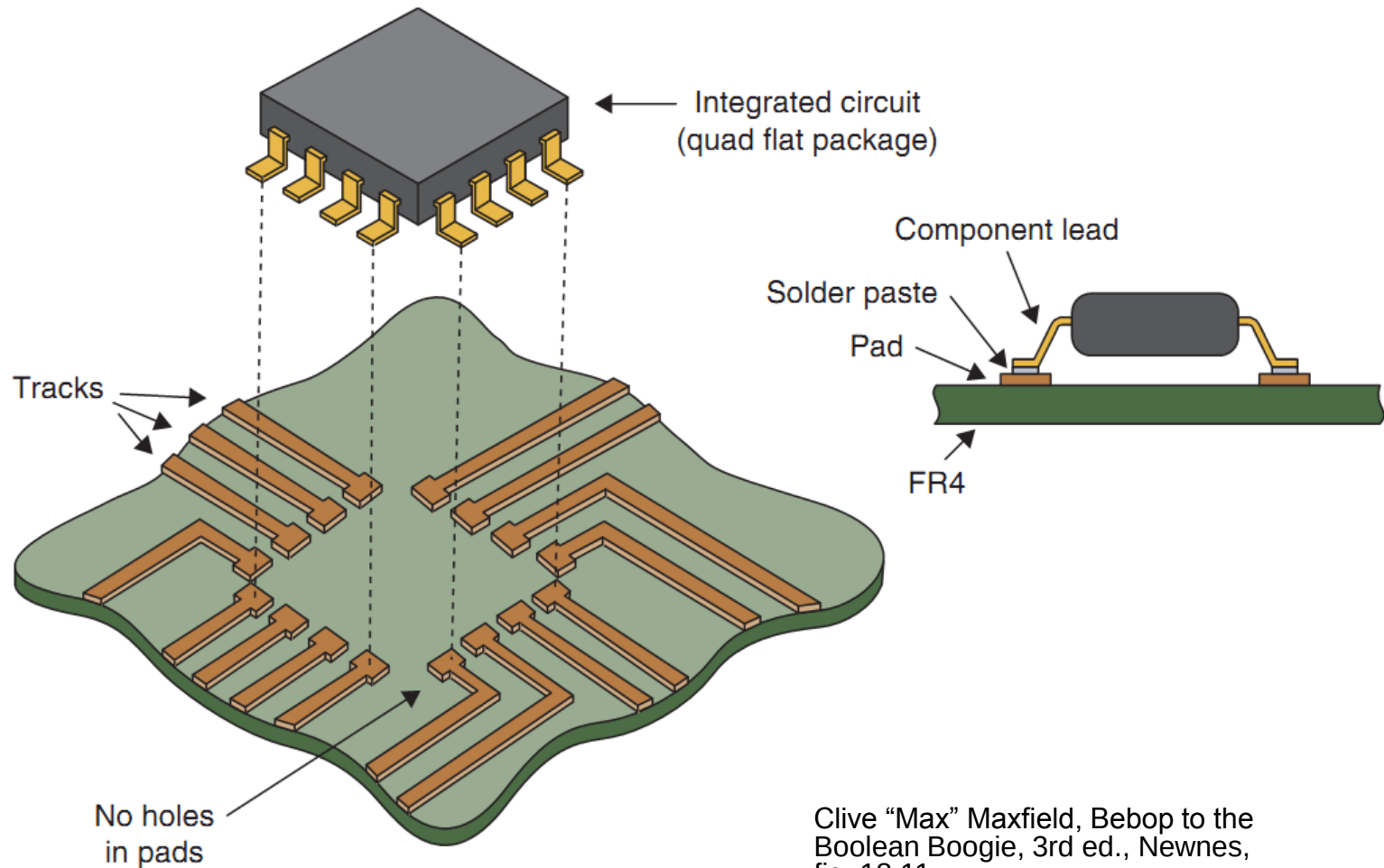
Through-hole Os componentes possuem terminais que precisam ser inseridos em furos na placa para serem soldados.



- Principais técnicas para a acomodação dos componentes na PCI

Surface mount Technology (SMT)

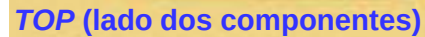
Os terminais dos componentes são soldados na superfície da placa. Não são necessários furos. Estes componentes são chamados de **SMD (Surface mount devices)**.



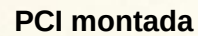
Clive "Max" Maxfield, *Bebop to the Boolean Boogie*, 3rd ed., Newnes, fig. 18.11

Diagrama esquemático

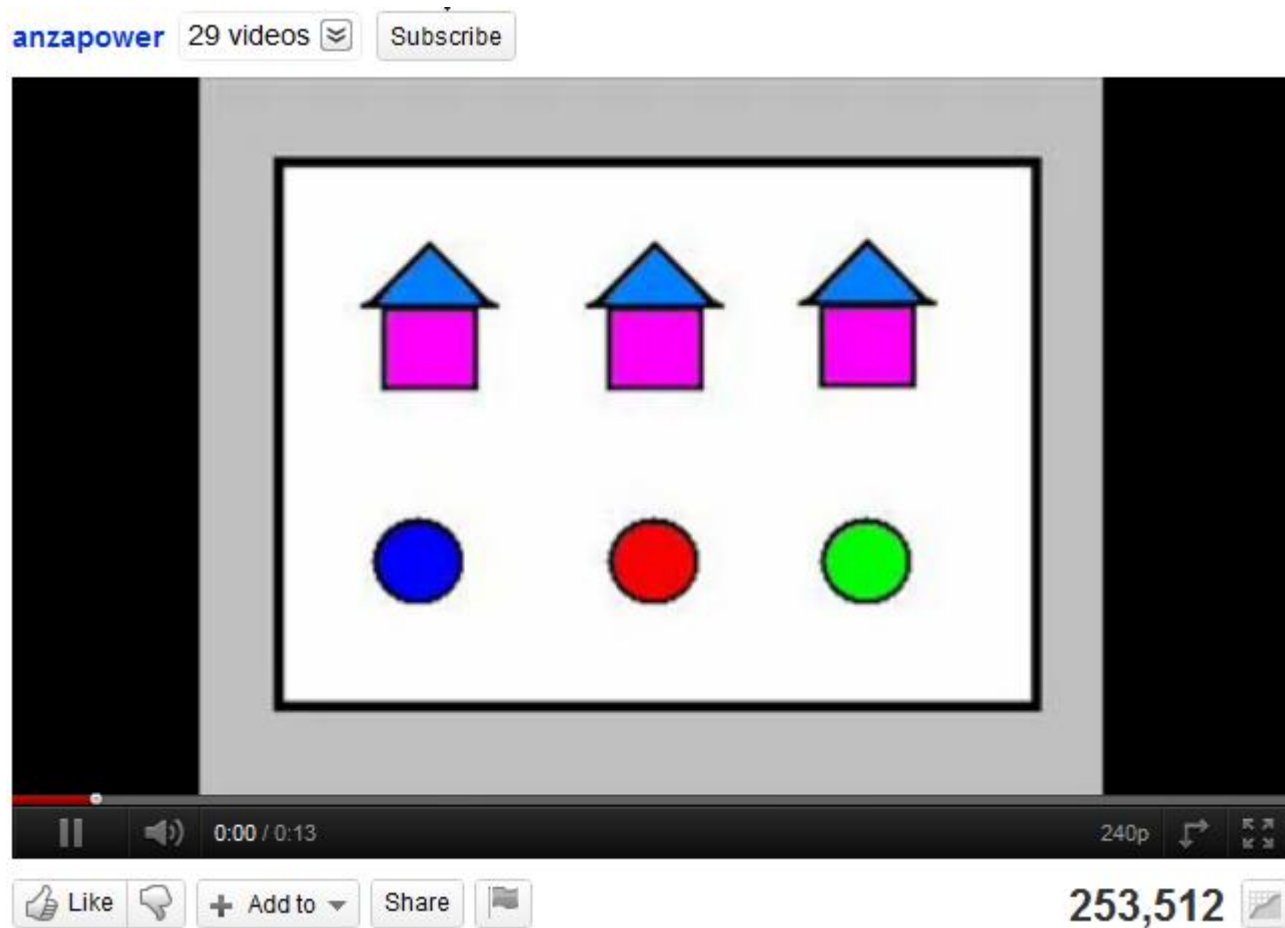
The diagram illustrates a power supply circuit. It features a transformer with a primary winding connected to a 220V AC source and a secondary winding connected to a bridge rectifier. The rectifier output is connected to a filter capacitor and a load resistor. The load resistor is highlighted with a red circle. The diagram also shows a ground connection and a 220V AC source.



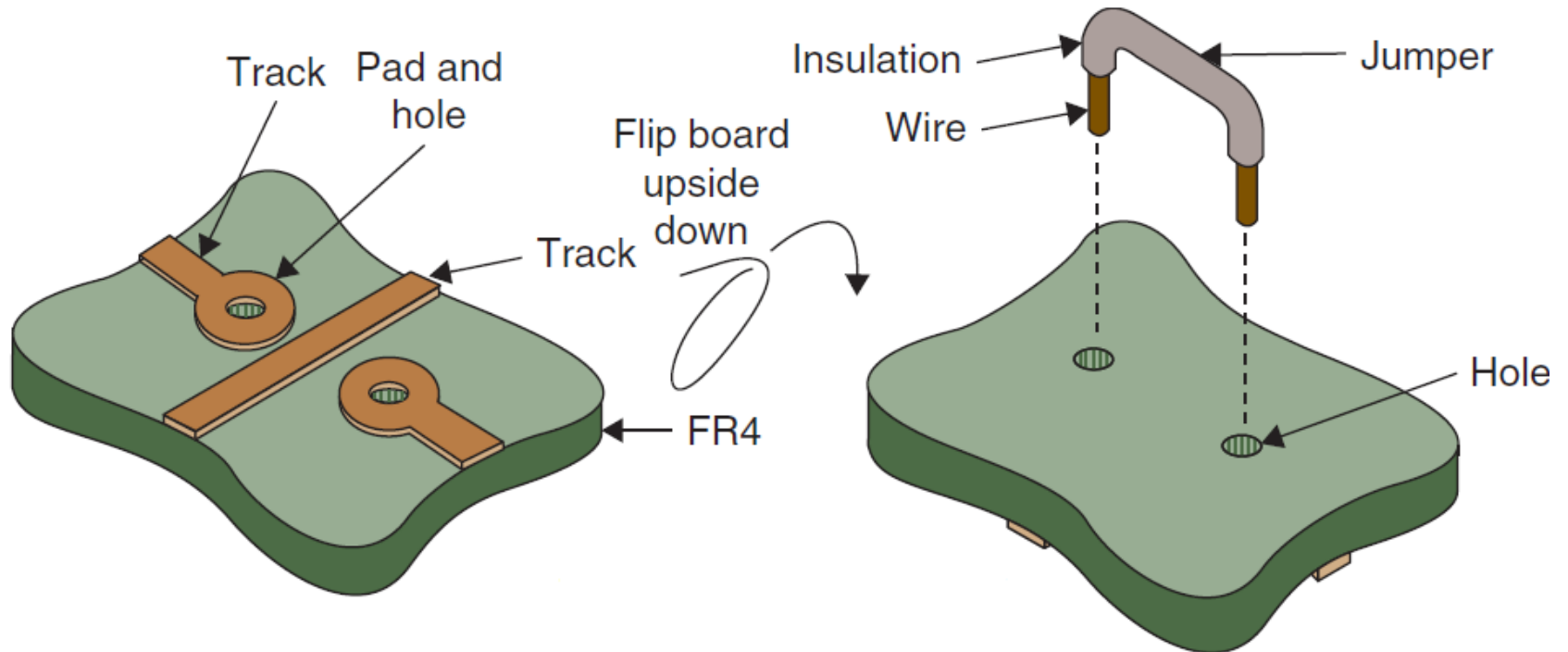
***BOTTOM* (lado da solda)**



- Qual é a relação entre este quebra-cabeça e uma PCI?

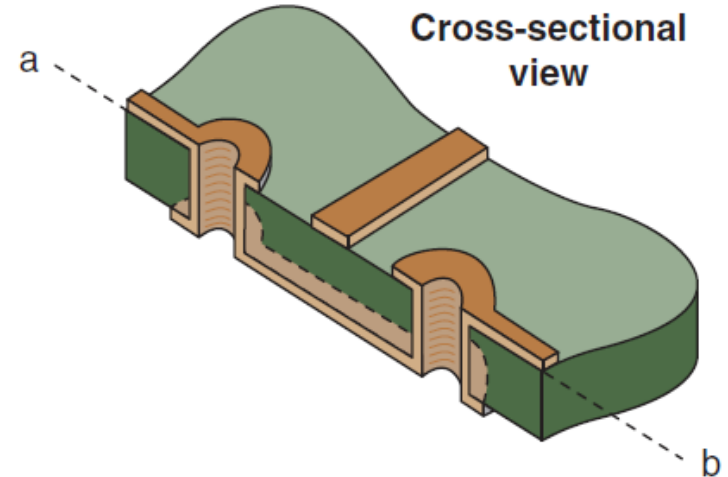
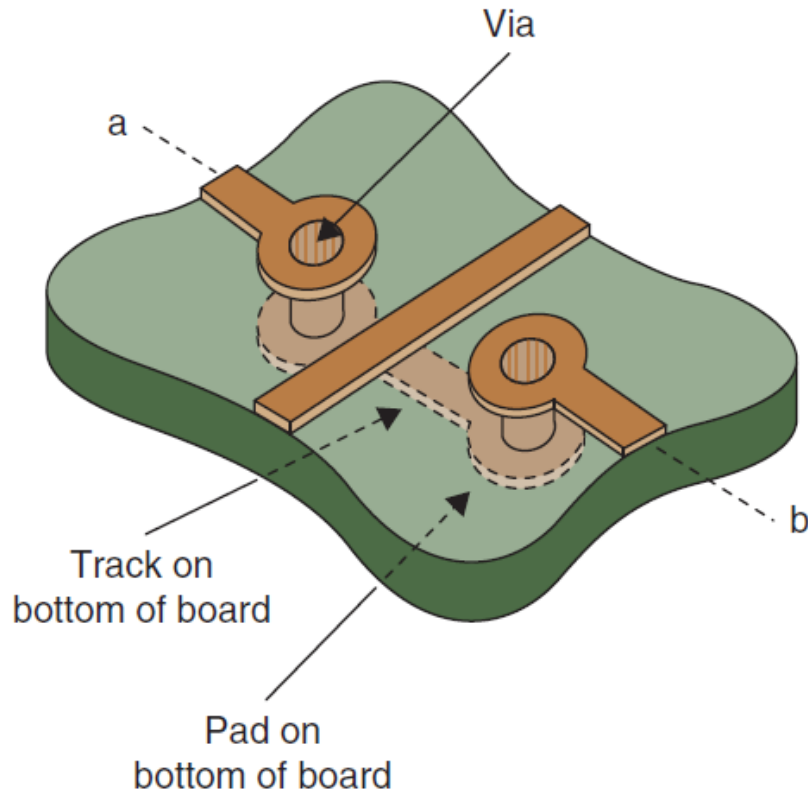


- Como fazer as trilhas não cruzarem?



Clive "Max" Maxfield, *Bebop to the Boolean Boogie*, 3rd ed., Newnes, fig. 18.14

- Melhor ainda é construir uma PCI de **dupla face** (*double layer*)

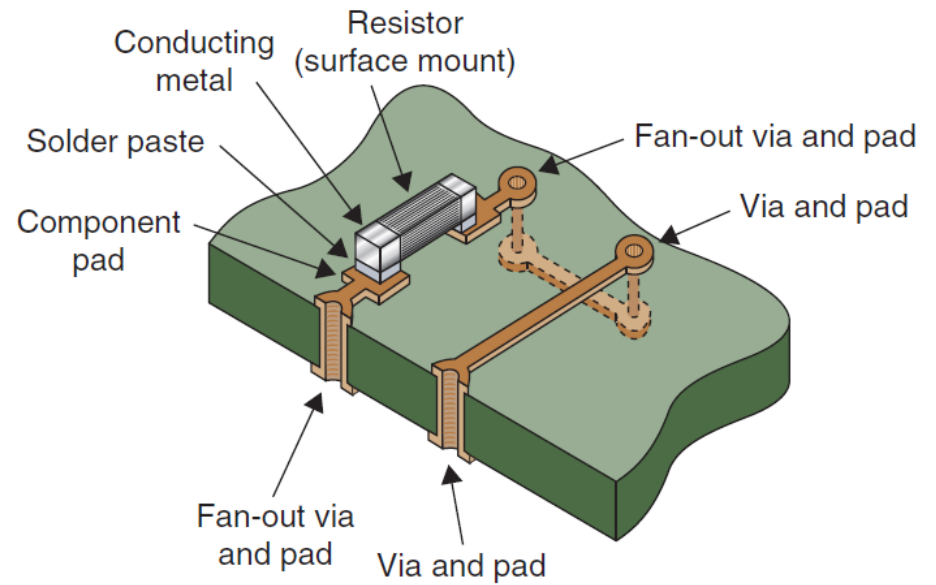
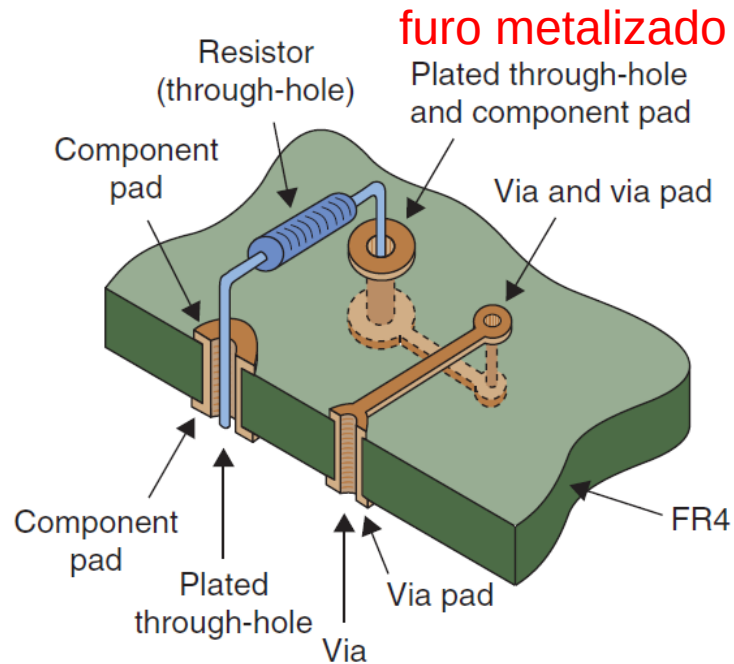


Clive "Max" Maxfield, *Bebop to the Boolean Boogie*, 3rd ed., Newnes, fig. 18.15

Via: é um furo metalizado (*plated through-hole - PTH*) utilizado para fazer a conexão elétrica entre uma trilha em uma face com uma trilha em outra face da placa. Uma vez que as vias não são utilizadas para inserir terminais de componentes, o furo e a ilha (pad) da via possuem um diâmetro pequeno.

<http://www.speedypcb.com/pcb-knowledgeBase/pcb-terminology.htm>

- PCI de **dupla face** (*double layer*)



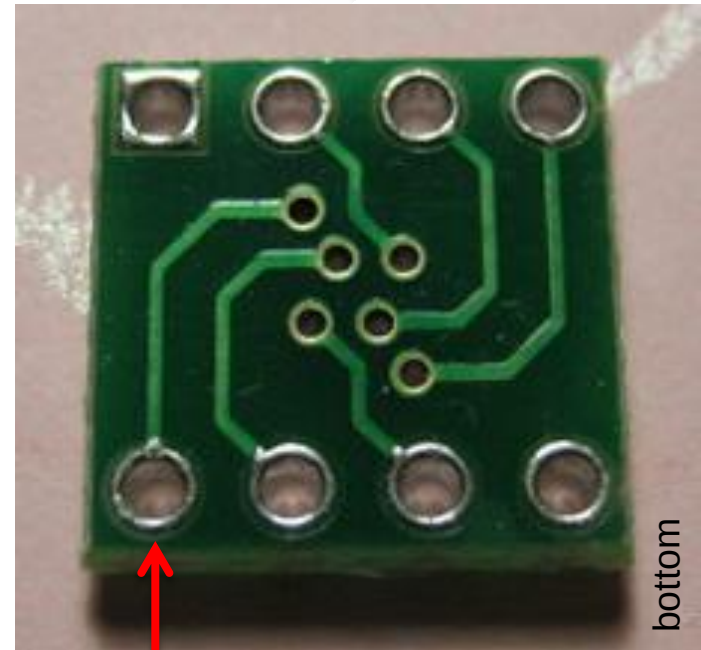
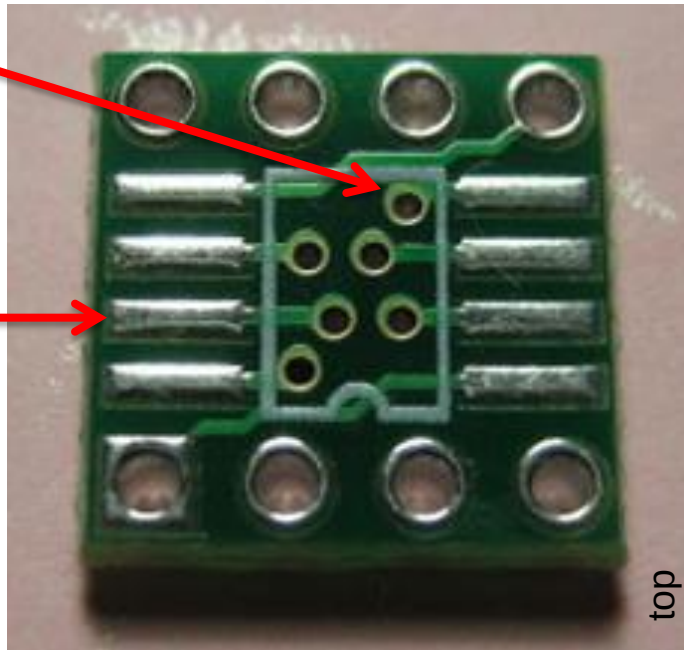
Clive "Max" Maxfield, *Bebop to the Boolean Boogie*, 3rd ed., Newnes, fig. 18.16

- PCI de **dupla face** (*double layer*). Adaptador SOIC-8 para DIP



Vias

Ilhas (pads)
para a
soldagem do
circuito
integrado (CI)
SMD



Ilhas com furos metalizados para
a soldagem de uma barra de pinos

<http://www.ebay.com/itm/10-X-SOIC8-SOIC-8-Adapter-PCB-SMD-Convert-DIP-8-/280565907152>

<http://www.taydaelectronics.com/servlet/the-145/40-Pin-2.54-mm/Detail>

<http://www.futureelectronics.com/en/technologies/semiconductors/analog/sensors/temperature/Pages/5898226-LM35DM-NOPB.aspx>

- Etapas para o desenvolvimento de uma PCI

- **1. Projeto em um software específico**

- O projeto é o ‘desenho’ da placa, também chamado de *layout* da placa.
- Estes softwares pertencem a uma categoria chamada **EDA** (*Electronic Design Automation*) ou **ECAD**.
- Os softwares EDA podem oferecer diversos tipos de pacotes. Por exemplo: simulação, análise eletromagnética, projeto de CI, projeto de dispositivos lógico-programáveis, layout de PCB...
- Há várias opções de EDA no mercado:
 - “I’ve listed below 60 or so ECAD packages with URLs and brief notes...” *Terry Pinnell* em <http://www.terrypin.dial.pipex.com/ECADList.html>
 - No tópico *List of EDA companies* na Wikipedia há 57 empresas.
Nesta lista há vários tipos de EDA, não apenas para o projeto de PCI
http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_EDA_companies

- **2. Fabricação**

- Exemplos e preços aproximados dos pacotes para layout de PCI
 - **OrCAD**, da Cadence
 - OrCAD PCB Designer Professional ≈US\$6.600,00 <http://www.ema-eda.com/store/p-33-orcad-pcb-designer-professional.aspx>
 - **Altium** (antigo Protel <http://www.altium.com/community/legacy-program/en/protel.cfm>)
 - Custom Board Implementation ≈US\$4.995,00 <http://www.altium.com/buy/>
 - **Mentor Graphics**
 - Mentor PADS básico <http://www.mentor.com/products/pcb-system-design/design-flows/pads/> ≈US\$4.000,00 <http://www.pcbdesign.org/pcb-design-software/pads-mentor-graphics-pcb-design-software/>
 - **National Instruments**
 - NI Ultiboard Power Pro ≈US\$3.465,00 <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/203435>
 - **Proteus**, da Labcenter Electronics
 - Pacote Proteus PCB Design Level 3 ≈US\$1.999,00 <http://www.labcenter.com/ordering/cprices.cfm>
 - **EAGLE**, da CadSoft
 - Free para placas dupla face de até 10x8 cm <http://www.cadsoftusa.com/downloads/freeware/?language=en>
 - EAGLE Professional ≈US\$1.494,00 <http://www.cadsoftusa.com/shop/pricing/?language=en>

- Exemplos de softwares abertos para layout de PCI
 - **gEDA Project** (<http://www.gpleda.org/>)
 - Principais pacotes:
 - gschem – desenho do esquemático
 - PCB – layout
 - gerbv – visualizador de arquivos gerber
 - **Kicad** (http://www.lis.inpg.fr/realise_au_lis/kicad/)
- Cuidado com softwares free vinculados a fabricantes de PCI. Não é possível gerar os arquivos para a fabricação da placa em outra empresa (essa é a ‘pegadinha’), ou é necessário pagar para obter estes arquivos. Exemplos:
 - **ExpressPCB** , da ExpressPCB
(http://www.expresspcb.com/ExpressPCBHtml/Free_cad_software.htm)
 - **PCB Artist** , da Advanced Circuits – Colorado, EUA
(<http://www.4pcb.com/free-pcb-layout-software/>)
 - **PCB123**, da Sunstone Circuits – Oregon, EUA
(<http://www.sunstone.com/PCB123.aspx>)

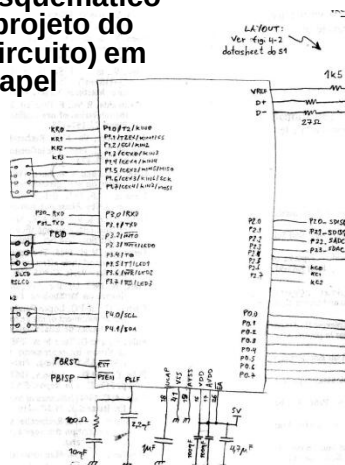
- Exemplo de software free para layout de PCB

- **DesignSpark**, da RS (<http://www.designspark.com/pcb>)

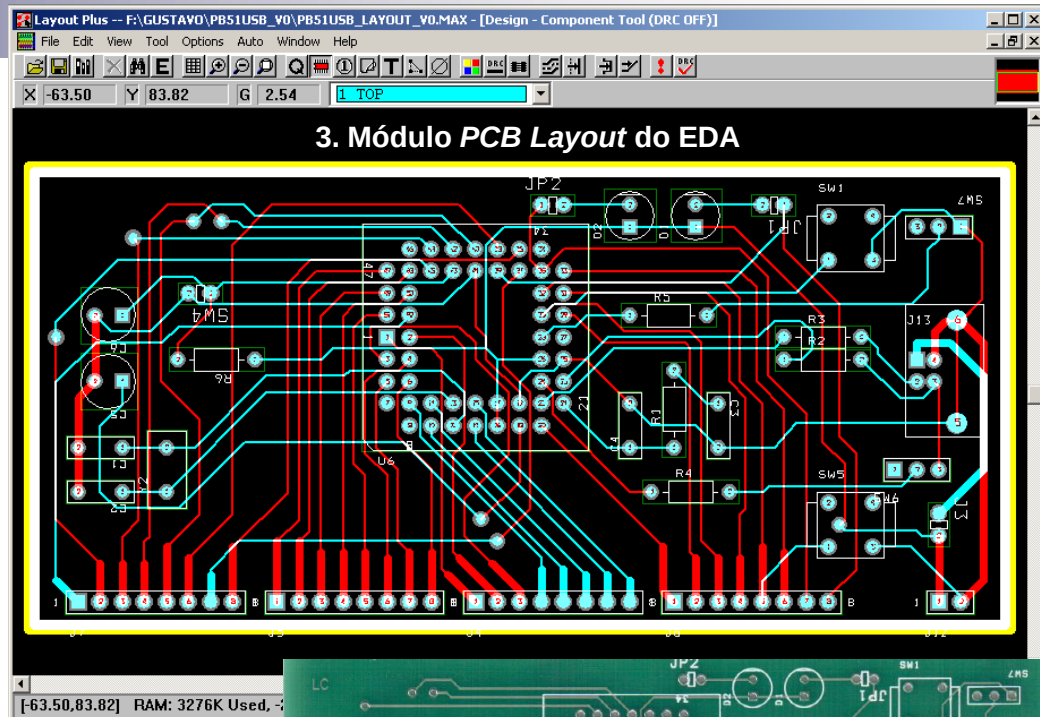
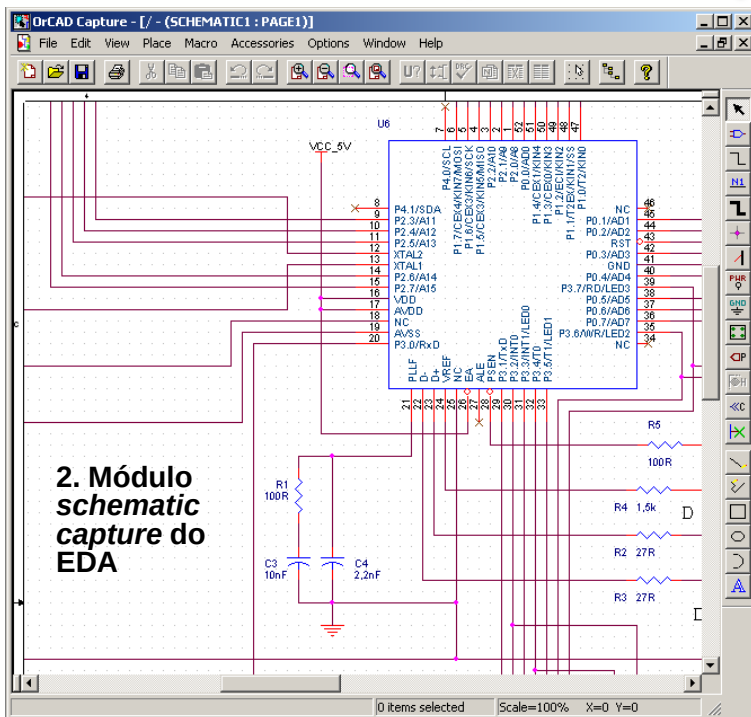
- Não tem limitações. O EAGLE free é limitado em placas de 10x8 cm.
- Comentários positivos da revista Elektor:
<http://elektorembdedd.blogspot.com/2011/01/test-driving-designspark-pcb.html>
- Será que é ‘pegadinha’?
(<http://www.avrfreaks.net/index.php?name=PNphpBB2&file=viewtopic&t=95519&start=all&postdays=0&postorder=asc>)
 - Talvez não porque a CadSoft (fabricante do EAGLE) é da Farnell, concorrente da RS. Então a RS, para não ficar em desvantagem, também oferece seu EDA.

Ciclo do projeto de uma PCI (simplif.)

1. Diagrama esquemático (projeto do circuito) em papel

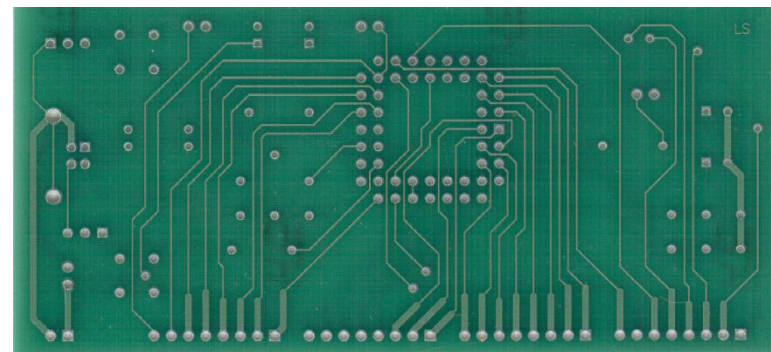
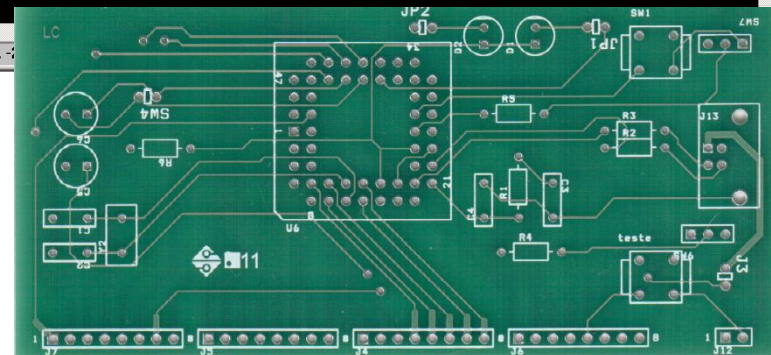


Netlist e footprint dos componentes

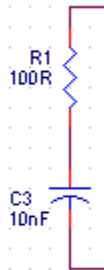


4. Arquivos Gerber (padrão da indústria para fabricação de PCI)

5. Fabricação



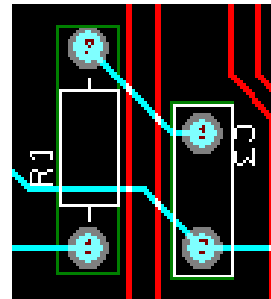
- No diagrama esquemático só existem os símbolos dos componentes.
- As representações físicas, isto é, como eles devem aparecer na PCI, são chamadas de footprints.
- Os softwares EDA possuem bibliotecas com milhares de footprints para os mais variados tipos de componentes.
- Caso não exista o footprint necessário na biblioteca, é possível criar o footprint no EDA.



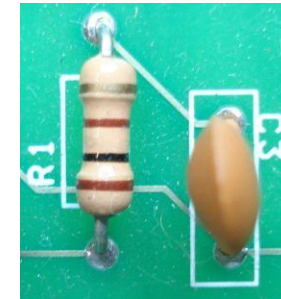
Esquemático (EDA)



Componente



Footprint (EDA)



Placa

