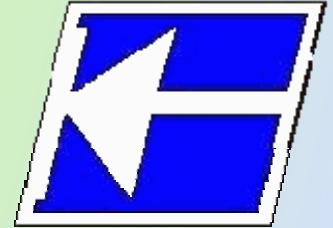


**Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina**  
**Departamento Acadêmico de Eletrônica**  
**CST em Sistemas Eletrônicos**

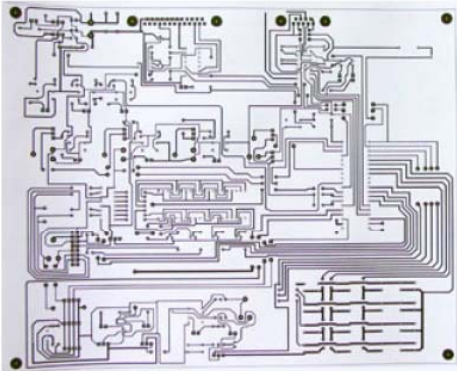


**Placas de Circuito Impresso**  
**e**  
**Outras Dicas Importantes**  
***Projeto Integrador I***

**Prof. Clóvis Antônio Petry.**

**Florianópolis, junho de 2008.**

# Método de obtenção da PCI



1º Passo:  
Impressão do layout.



3º Passo:  
Transferência do layout.

2º Passo:  
Limpeza da placa.

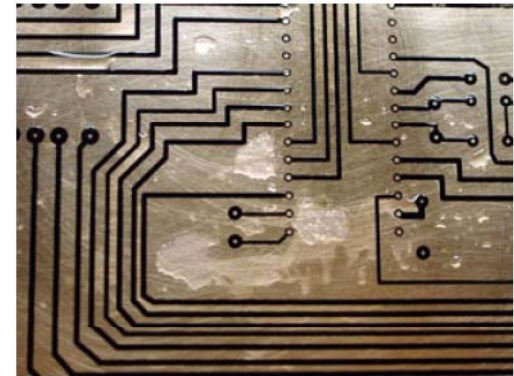


# Método de obtenção da PCI

## Processo térmico:

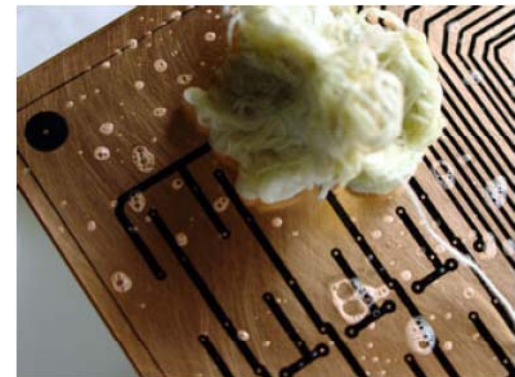
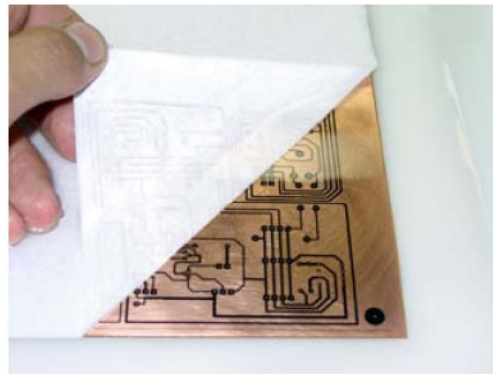


4º Passo:  
Colocação da placa em  
água.

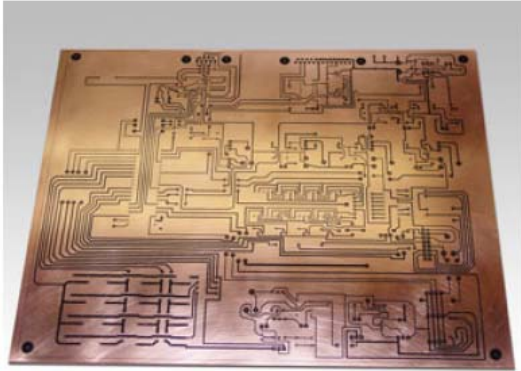


6º Passo:  
Retirada completa do  
papel.

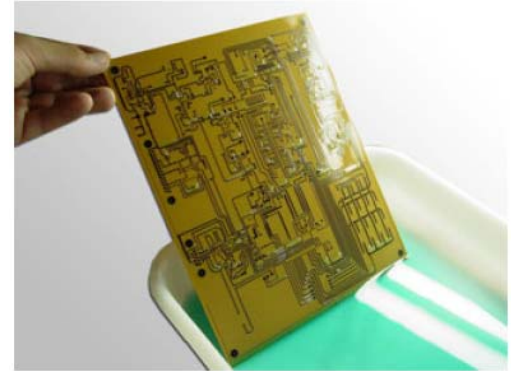
5º Passo:  
Retirada do papel.



# Método de obtenção da PCI

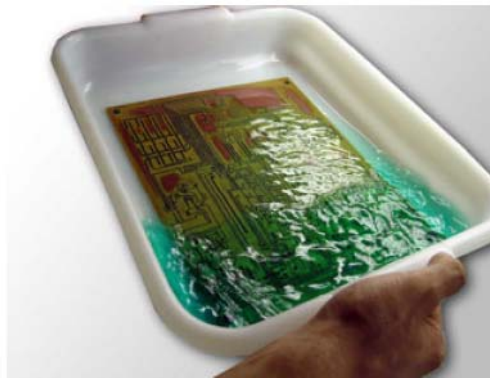


7º Passo:  
Retoque nas falhas das trilhas.



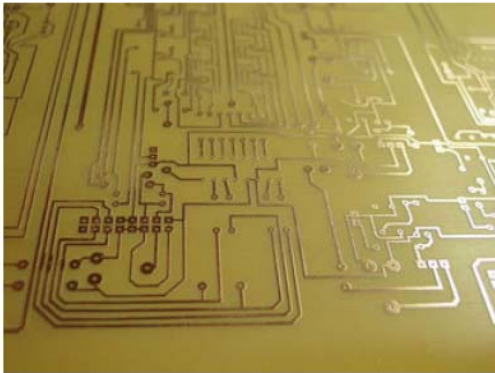
9º Passo:  
Retirada e limpeza.

8º Passo:  
Corrosão da placa.



# Método de obtenção da PCI

## Processo térmico:

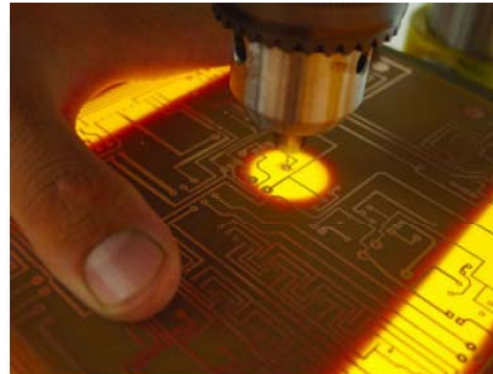


10º Passo:  
Placa corroída e limpa.



12º Passo:  
Aplicação da máscara  
de componentes.

11º Passo:  
Furação da placa.

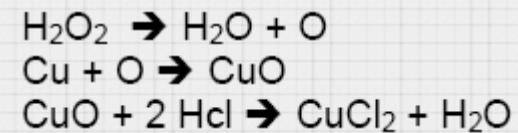


# Método de obtenção da PCI

## Processo de corrosão química:



350 mL	Água
100 mL	HCl - 45% de pureza
20 mL	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> - 50% de pureza

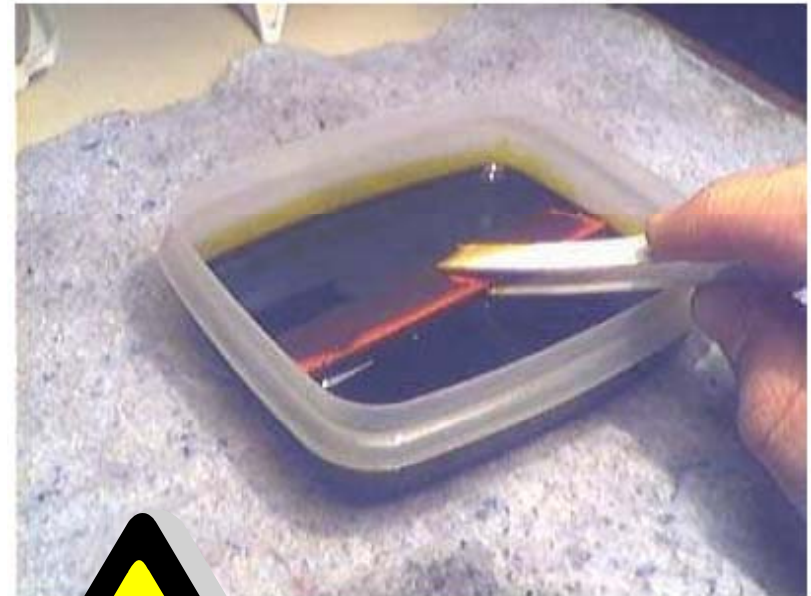


### Integrantes:

- Água;
- Ácido muriático;
- Água oxigenada.

# Método de obtenção da PCI

## Processo de corrosão química:



Integrantes:

- Percloroeto de ferro.



Cuidado: produto corrosivo.

# Método de obtenção da PCI

## Processo de corrosão química:



<http://www.sabermarketing.com.br>



## Integrantes:

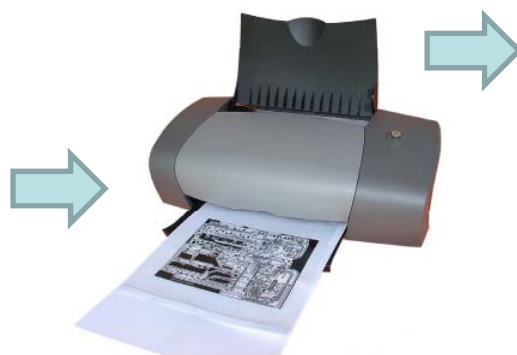
- Percloroeto de ferro;
- Cortador de placa;
- Placa de fenolite;
- Caneta;
- Perfurador de placa;
- Vasilhame;
- Suporte para placa;
- Estojo de madeira.

# Método de obtenção da PCI

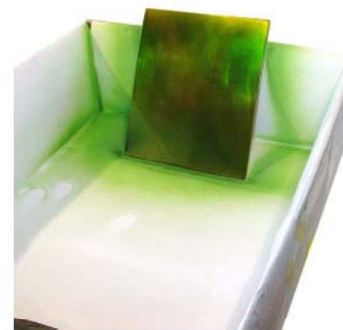
## Processo fotográfico:



**Limpeza**



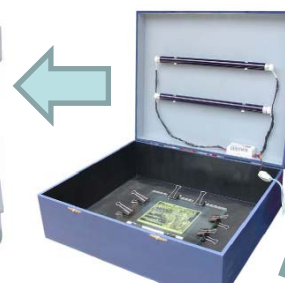
**Geração da máscara**



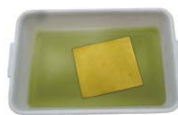
**Aplicação do PRP  
(tinta fotosensível)**



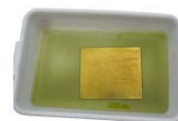
**Secagem**



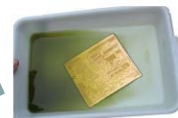
**Sensibilização**



30 seg



45 seg

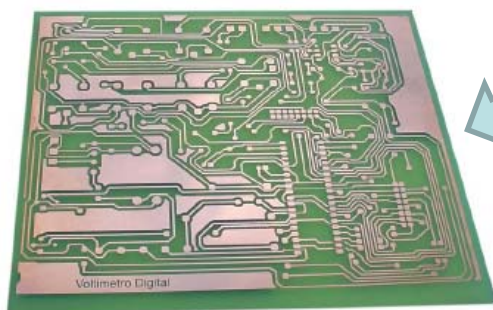


1:20 min



2:00 min

**Revelação**



Volímetro Digital

# Método de obtenção da PCI

## Processo serigráfico (silkscreen):

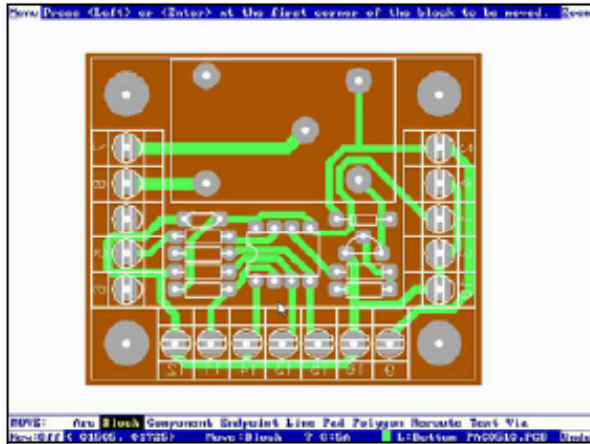
Partes do processo:

- Serigrafia;
- Tela;
- Quadro;
- Preparação da matriz;
- Gravação da tela;
- Impressão;
- Outras.

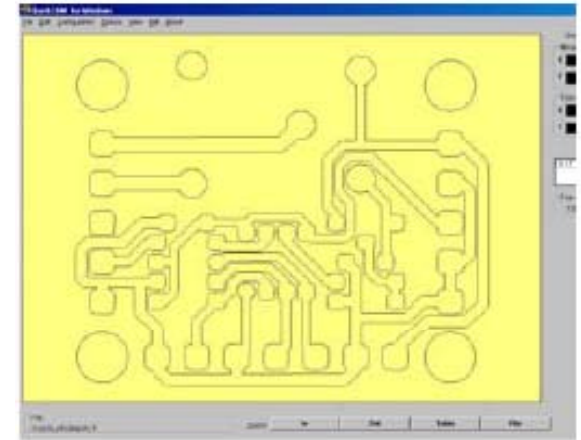


# Método de obtenção da PCI

## Fresagem:

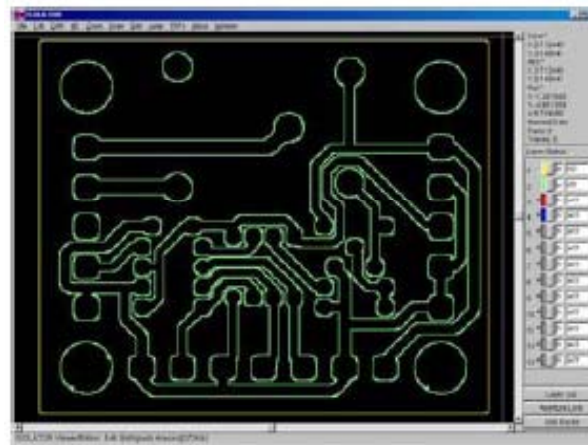


1º Passo:  
Desenho da PCI.



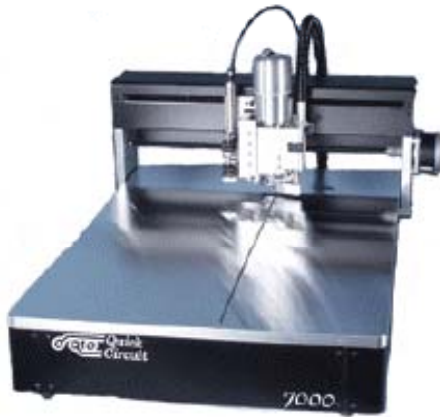
3º Passo:  
Arquivo em formato CAM.

2º Passo:  
Preparação da PCI  
para fresagem.



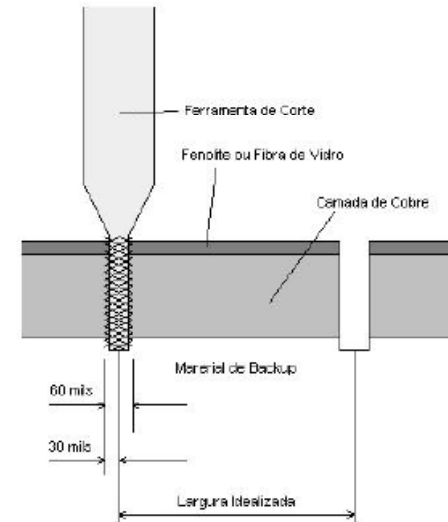
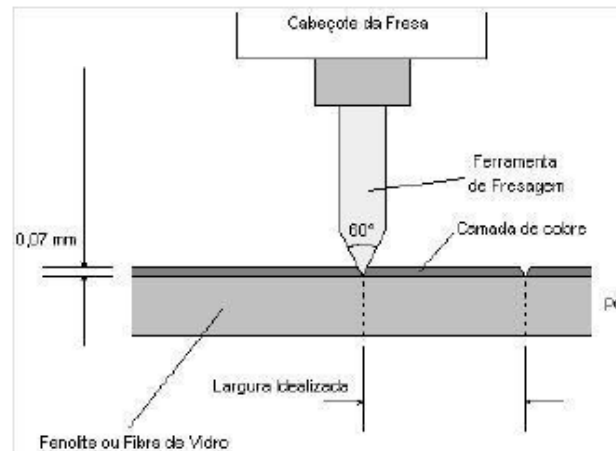
# Método de obtenção da PCI

## Fresagem:



4º Passo:  
Preparação da fresadora.

5º Passo:  
Fresagem da PCI.



6º Passo:  
Furação da placa.

# Dimensões reais dos componentes

## Tabela de conversão:

1 polegada = 2,54 centímetros

1 in = 2,54 cm

2,54 cm = 25,4 mm

1 mil = 0,025 mm

10 mil = 0,25 mm

20 mil = 0,50 mm

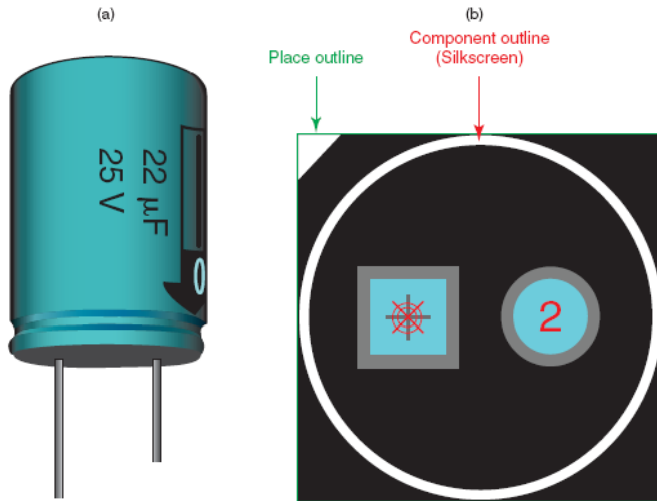
30 mil = 0,75 mm

40 mil = 1,0 mm

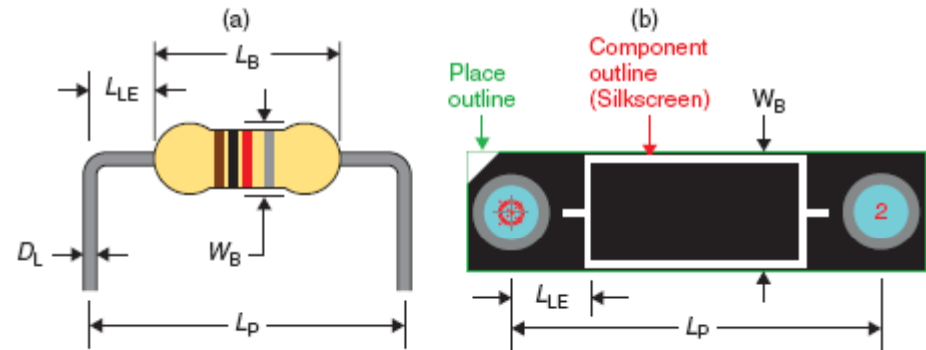
50 mil = 1,25 mm

Mils	mm	Mils	mm	Mils	mm	Mils	mm
020 mils	0.5 mm	122 mils	3.1 mm	224 mils	5.7 mm	327 mils	8.3 mm
024 mils	0.6 mm	126 mils	3.2 mm	228 mils	5.8 mm	331 mils	8.4 mm
028 mils	0.7 mm	130 mils	3.3 mm	232 mils	5.9 mm	335 mils	8.5 mm
032 mils	0.8 mm	134 mils	3.4 mm	236 mils	6.0 mm	339 mils	8.6 mm
035 mils	0.9 mm	138 mils	3.5 mm	240 mils	6.1 mm	343 mils	8.7 mm
039 mils	1.0 mm	142 mils	3.6 mm	244 mils	6.2 mm	346 mils	8.8 mm
043 mils	1.1 mm	146 mils	3.7 mm	248 mils	6.3 mm	350 mils	8.9 mm
047 mils	1.2 mm	150 mils	3.8 mm	252 mils	6.4 mm	354 mils	9.0 mm
051 mils	1.3 mm	154 mils	3.9 mm	256 mils	6.5 mm	358 mils	9.1 mm
055 mils	1.4 mm	157 mils	4.0 mm	260 mils	6.6 mm	362 mils	9.2 mm
059 mils	1.5 mm	161 mils	4.1 mm	264 mils	6.7 mm	366 mils	9.3 mm
063 mils	1.6 mm	165 mils	4.2 mm	268 mils	6.8 mm	370 mils	9.4 mm
067 mils	1.7 mm	169 mils	4.3 mm	272 mils	6.9 mm	374 mils	9.5 mm
071 mils	1.8 mm	173 mils	4.4 mm	276 mils	7.0 mm	378 mils	9.6 mm
075 mils	1.9 mm	177 mils	4.5 mm	280 mils	7.1 mm	382 mils	9.7 mm
078 mils	2.0 mm	181 mils	4.6 mm	283 mils	7.2 mm	386 mils	9.8 mm
082 mils	2.1 mm	185 mils	4.7 mm	287 mils	7.3 mm	388 mils	9.9 mm
086 mils	2.2 mm	189 mils	4.8 mm	291 mils	7.4 mm	394 mils	10.0 mm
090 mils	2.3 mm	193 mils	4.9 mm	295 mils	7.5 mm	398 mils	10.1 mm
094 mils	2.4 mm	197 mils	5.0 mm	299 mils	7.6 mm	402 mils	10.2 mm

# Dimensões reais dos componentes

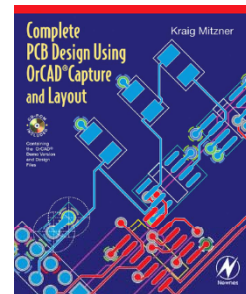


Terminais axiais

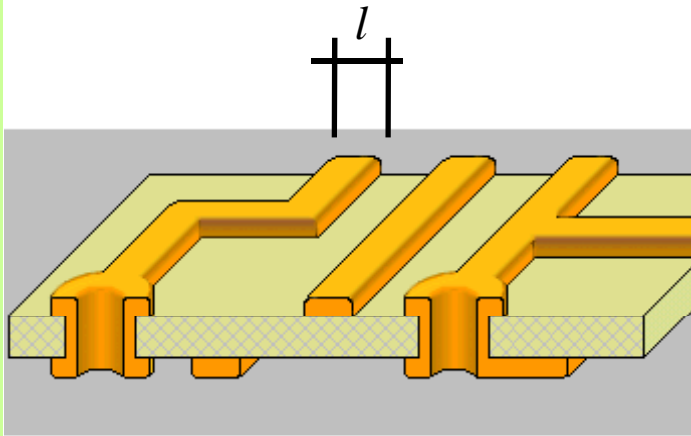


Terminais radiais

Kraig Mitzner



# Correntes e tensões no circuito



Largura das trilhas:  
0,75 mm  
30 mils

Impressão em papel 100% algodão, 150g/m², com tratamento para evitar manchas e danos por água.

**GUIA  
TANGO-FRESA**

www.cirvale.com.br

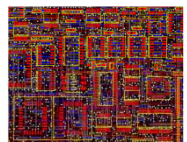
GRÁFICO USADO PARA DETERMINAR A CORRENTE, A LARGURA DAS TRILHAS DE COBRE EM VÁRIAS ELEVÇÕES DE TEMPERATURA ACIMA DA TEMPERATURA AMBIENTE



# Correntes e tensões no circuito

Track Width Reference Table (for 10deg C temp rise). Track Width is in Thous (mils)			
Current (Amps)	Width for 1oz	Width for 2 oz	milli Ohms/Inch
1	10	5	52
2	30	15	17.2
3	50	25	10.3
4	80	40	6.4
5	110	55	4.7
6	150	75	3.4
7	180	90	2.9
8	220	110	2.3
9	260	130	2.0
10	300	150	1.7

PCB Design  
Tutorial



By David L. Jones  
Email: david@alternatzone.com  
Revised: 14 June 2004  
The latest version of this tutorial can be found through [www.alternatzone.com](http://www.alternatzone.com)  
This document is licensed under the  
Creative Commons License

<http://www.alternatzone.com/>

# Número de camadas da PCI

**Layer Top** Circuito Lado Componentes

**Layer Botton** Circuito Lado Solda

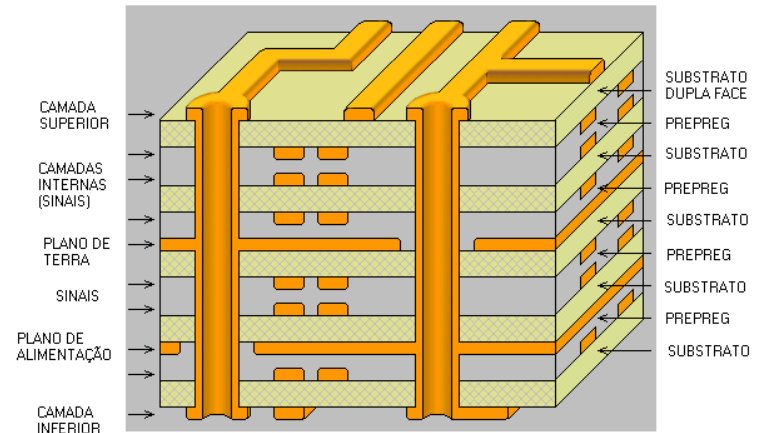
**Layer Top Mask** Máscara Lado Componentes

**Layer Botton Mask** Máscara Lado Solda

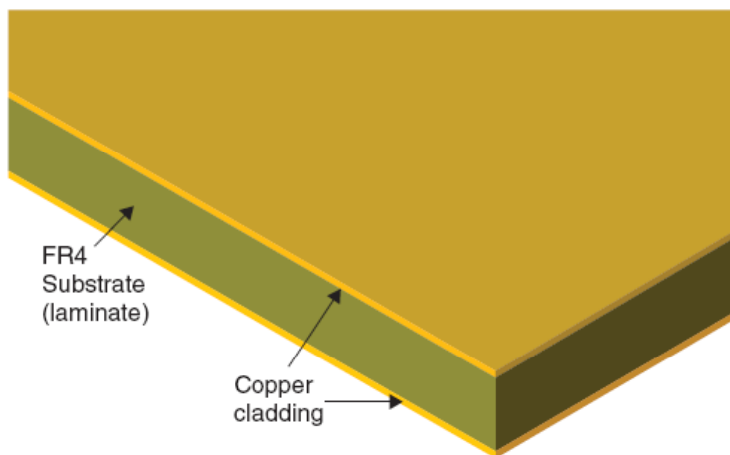
**Layer Top Silk** Legenda Lado Componentes

**Layer Botton Silk** Legenda Lado Solda

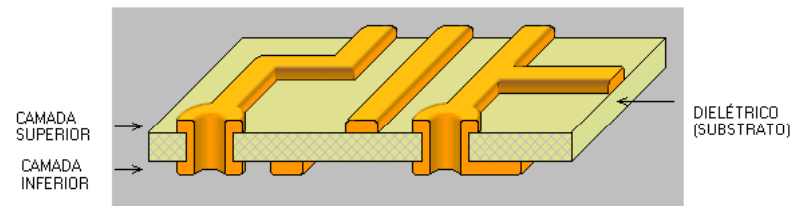
**Drill** Arquivo para furação



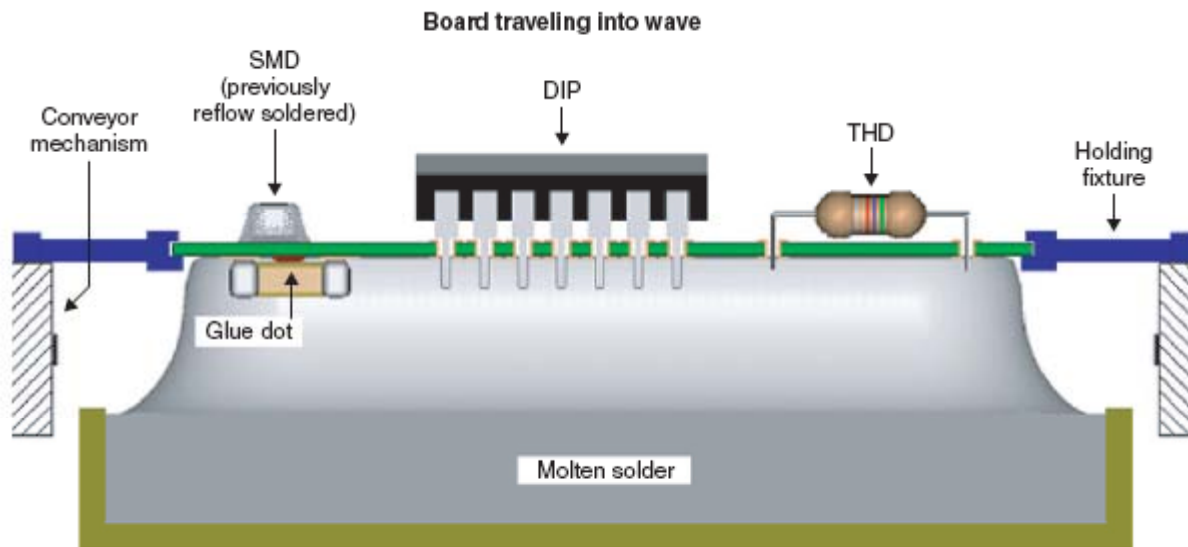
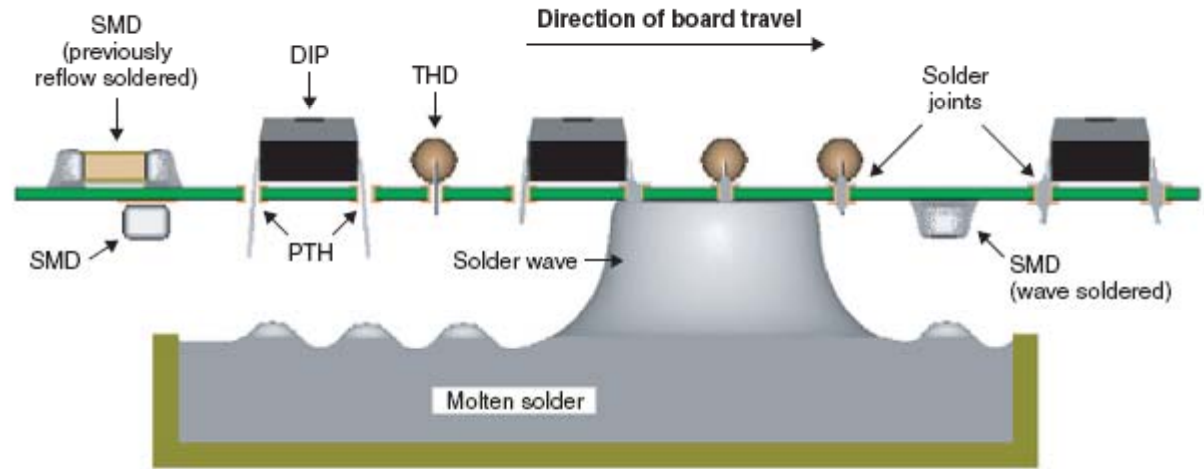
Múltiplas camadas



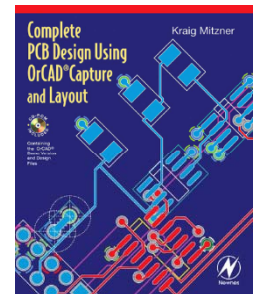
Duas camadas



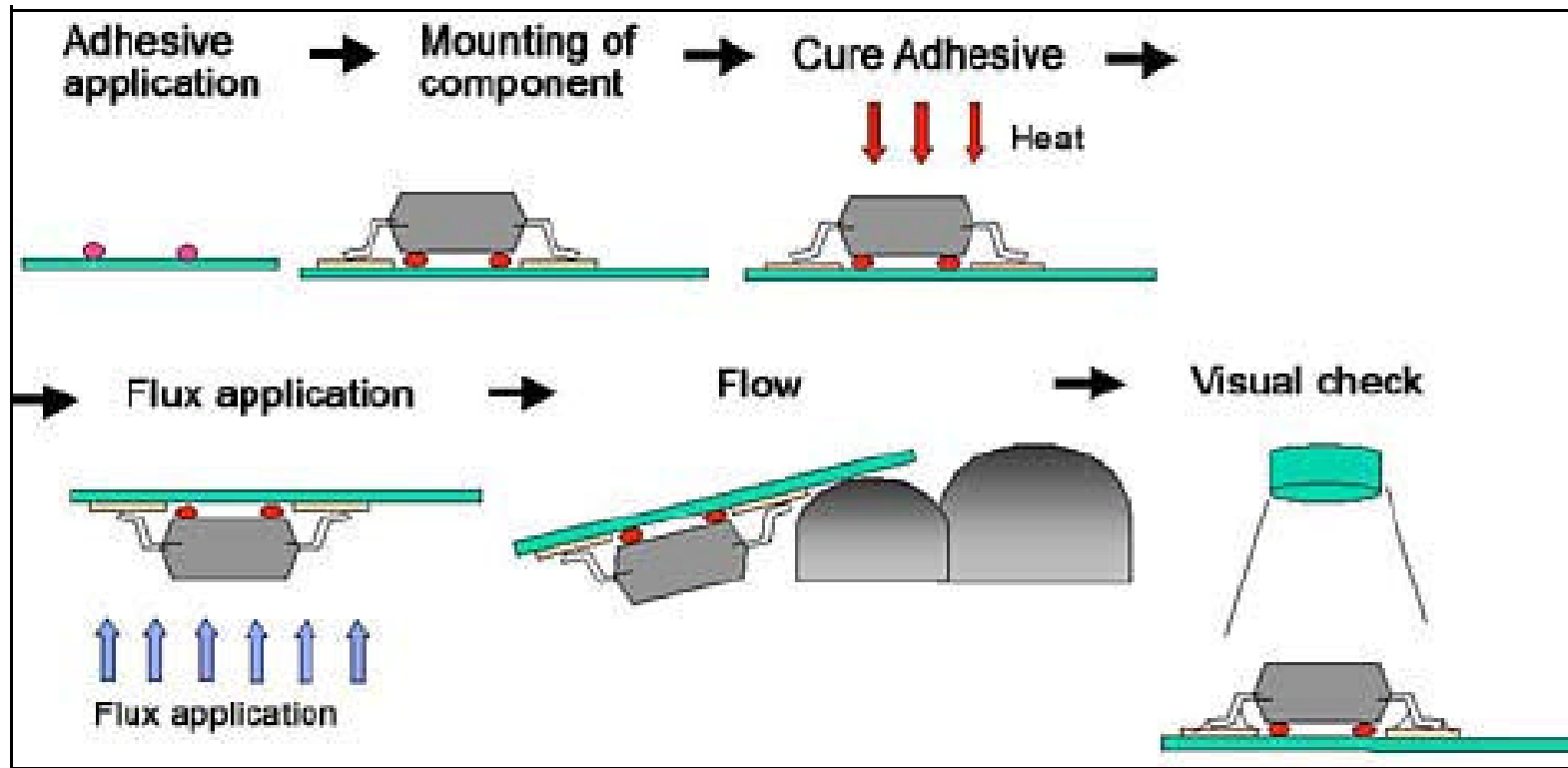
# Tecnologia de soldagem dos componentes



Kraig Mitzner

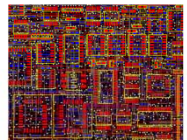


# Tecnologia de soldagem dos componentes



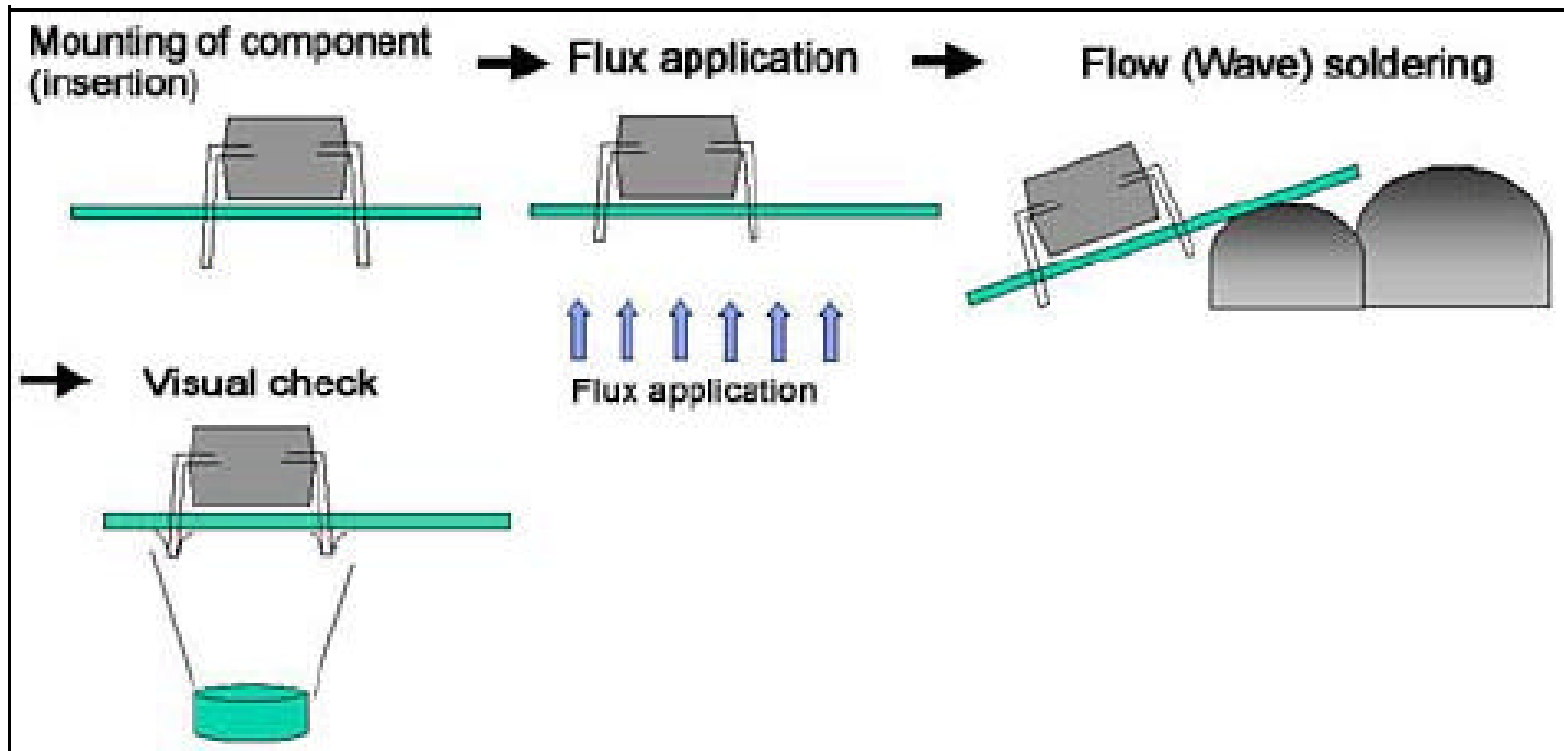
SMD Wave Soldering

PCB Design  
Tutorial



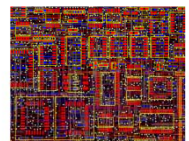
By David L. Jones  
Email: david@alternatzone.com  
Revised: 14 June 2004  
The latest version of this tutorial can be found through [www.alternatzone.com](http://www.alternatzone.com)

# Tecnologia de soldagem dos componentes



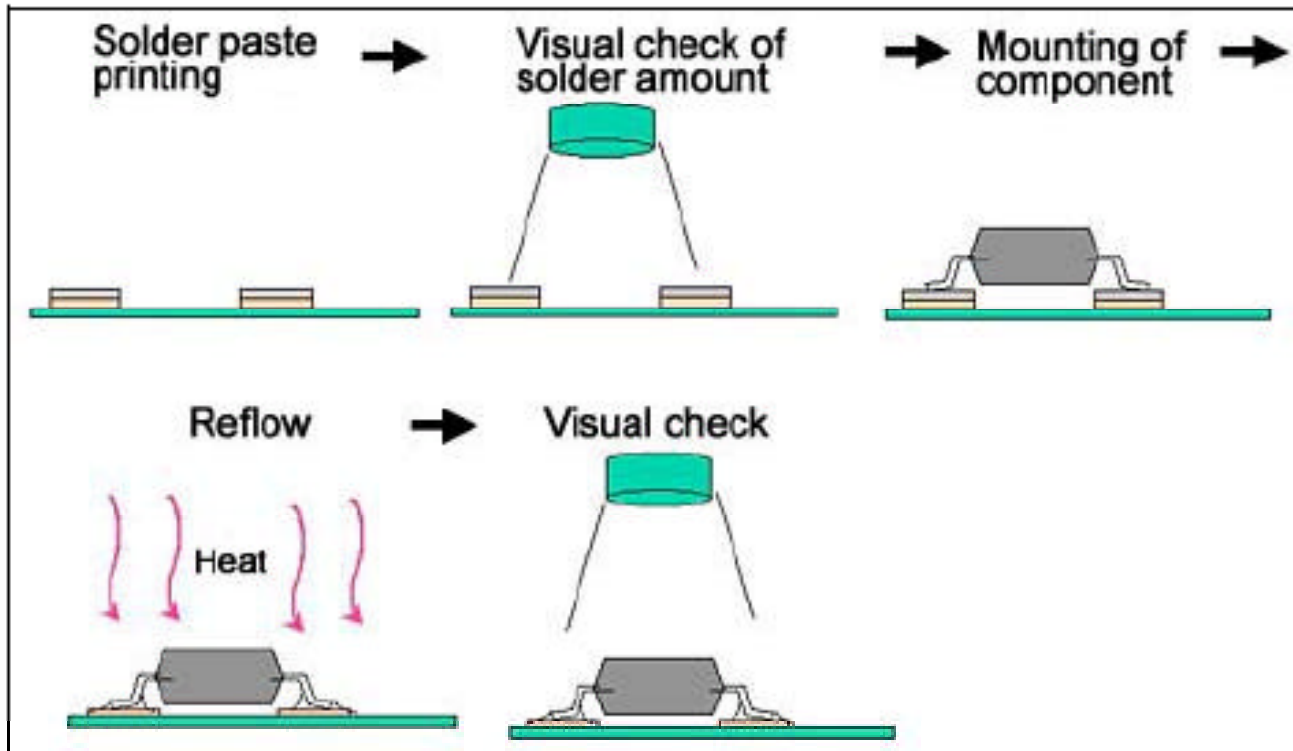
Through-hole Wave Soldering

PCB Design  
Tutorial



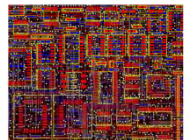
By David L. Jones  
Email: david@alternativedesign.com  
Revised: 11 June 2004  
The latest version of this tutorial can be found through [www.alternatezone.com](http://www.alternatezone.com)  
This document is licensed under the  
Creative Commons License

# Tecnologia de soldagem dos componentes



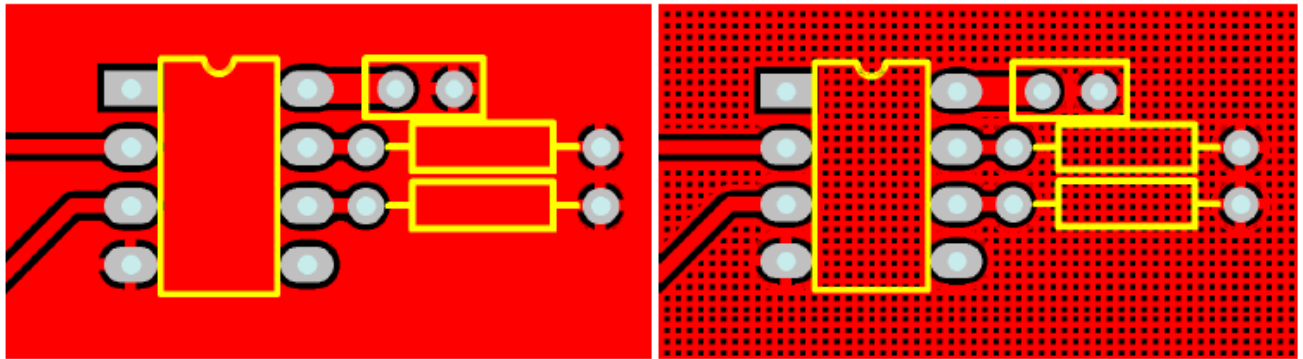
SMD Reflow Soldering

PCB Design  
Tutorial

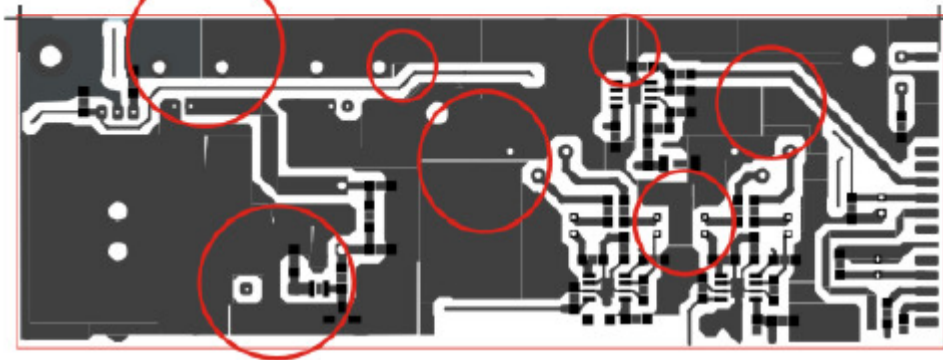


By CHASE L. JONES  
Email: chase.l.jones@altzone.com  
Revised on: June 20th 2014  
The latest version of this tutorial can be found through [www.altzone.com](http://www.altzone.com)

# Uso de polígonos



POLÍGONOS QUE NÃO SÃO CONTORNADOS,  
CAUSAM ABERTURAS NO ATERRAMENTO.



<http://www.cirvale.com.br/>

<http://www.alternatezone.com/>

**BOCAD DE CIRCUITO IMPRESSO  
E PADRÃO DA CEE**

**LAZERTEC SERRA** - 2005

2. OBJETIVO DO PROJETO: Este projeto tem como objetivo a criação de um PCB de 4 camadas para o sistema de controle de um motor de indução trifásico de 3000W, com as seguintes características: 2.1. Alimentação: 220V/50Hz/3F. 2.2. Potência: 3000W. 2.3. Temperatura de operação: 0°C a 70°C. 2.4. Ambiente: Indústria.

3. REQUISITOS TÉCNICOS:

- 3.1. Camada 1: Símbolos e Componentes.
- 3.2. Camada 2: Símbolos e Componentes.
- 3.3. Camada 3: Símbolos e Componentes.
- 3.4. Camada 4: Símbolos e Componentes.

4. CARACTERÍSTICAS DO PROJETO:

Descrição	Valor
Material da Lâmina	FR-4
Material da Lâmina de Proteção	FR-4
Material da Lâmina de Proteção	FR-4
Material da Lâmina de Proteção	FR-4
Material da Lâmina de Proteção	FR-4
Material da Lâmina de Proteção	FR-4
Material da Lâmina de Proteção	FR-4
Material da Lâmina de Proteção	FR-4
Material da Lâmina de Proteção	FR-4
Material da Lâmina de Proteção	FR-4

5. SISTEMAS DE LIGAÇÃO INTERNA:

- 5.1. Camada 1: Símbolos e Componentes.
- 5.2. Camada 2: Símbolos e Componentes.
- 5.3. Camada 3: Símbolos e Componentes.
- 5.4. Camada 4: Símbolos e Componentes.

6. OBSERVAÇÕES:

6.1. Este projeto foi desenvolvido com o auxílio de um sistema de CAD para PCB.

6.2. Este projeto foi desenvolvido com o auxílio de um sistema de CAD para PCB.

6.3. Este projeto foi desenvolvido com o auxílio de um sistema de CAD para PCB.

6.4. Este projeto foi desenvolvido com o auxílio de um sistema de CAD para PCB.

6.5. Este projeto foi desenvolvido com o auxílio de um sistema de CAD para PCB.

6.6. Este projeto foi desenvolvido com o auxílio de um sistema de CAD para PCB.

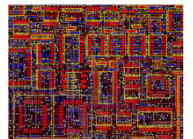
6.7. Este projeto foi desenvolvido com o auxílio de um sistema de CAD para PCB.

6.8. Este projeto foi desenvolvido com o auxílio de um sistema de CAD para PCB.

6.9. Este projeto foi desenvolvido com o auxílio de um sistema de CAD para PCB.

6.10. Este projeto foi desenvolvido com o auxílio de um sistema de CAD para PCB.

PCB Design  
Tutorial

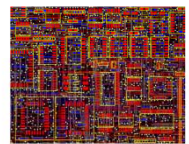


By DANIEL L. JORDAN  
Email: dan@alternatzone.com  
Revised on: June 20th 2004  
The latest version of this tutorial can be found through [www.alternatzone.com](http://www.alternatzone.com)  
Copyright © 2004 Daniel L. Jordan

# Isolação entre trilhas

Clearances for Electrical Conductors			
Voltage (DC or Peak AC)	Internal	External (<3050m)	External (>3050m)
0-15V	0.05mm	0.1mm	0.1mm
16-30V	0.05mm	0.1mm	0.1mm
31-50V	0.1mm	0.6mm	0.6mm
51-100V	0.1mm	0.6mm	1.5mm
101-150V	0.2mm	0.6mm	3.2mm
151-170V	0.2mm	1.25mm	3.2mm
171-250V	0.2mm	1.25mm	6.4mm
251-300V	0.2mm	1.25mm	12.5mm
301-500V	0.25mm	2.5mm	12.5mm

PCB Design  
Tutorial

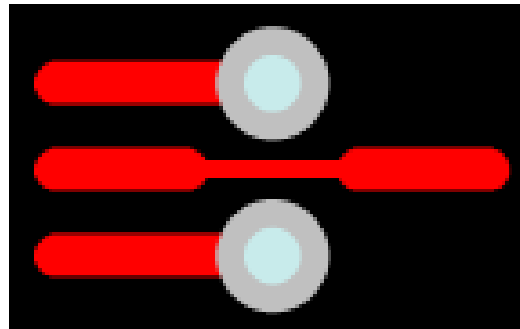


By Dave L. Jones  
Email: dave@alternatzone.com  
Revised: 14 June 2004  
The latest version of this tutorial can be found through [www.alternatzone.com](http://www.alternatzone.com)  
This document is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike license.

<http://www.alternatzone.com/>

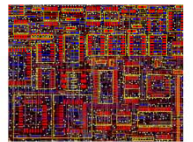
# Isolação entre trilhas

Cuidados com trilhas próximas:



**Problemas durante a transferência ou corrosão!**

*PCB Design  
Tutorial*



By Charles L. Jordan

Email: [charles@alternatzone.com](mailto:charles@alternatzone.com)

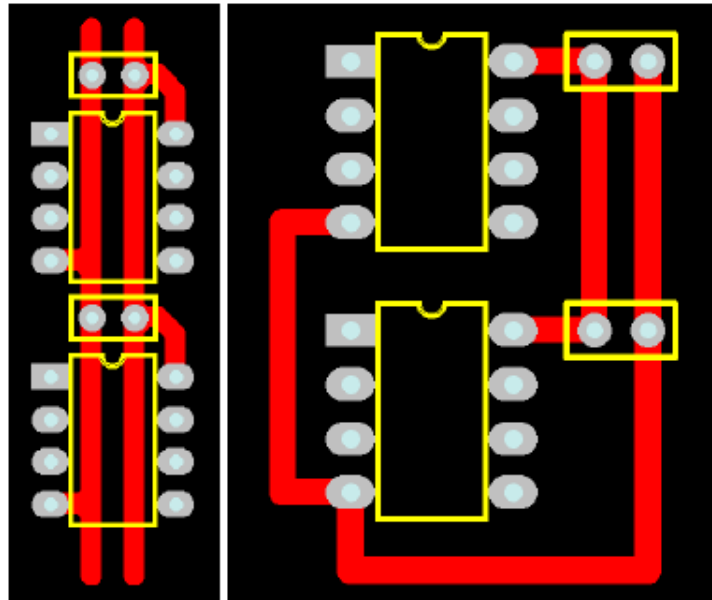
Revised: June 2004

The latest version of this tutorial can be found through [www.alternatzone.com](http://www.alternatzone.com)

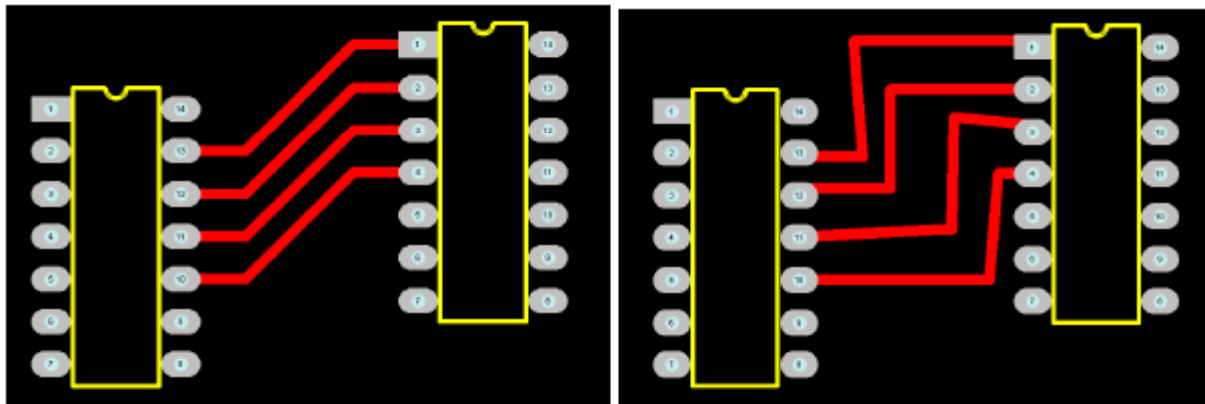
Copyright © Charles L. Jordan

# Roteamento bom x ruim

Roteamento bom



Roteamento ruim

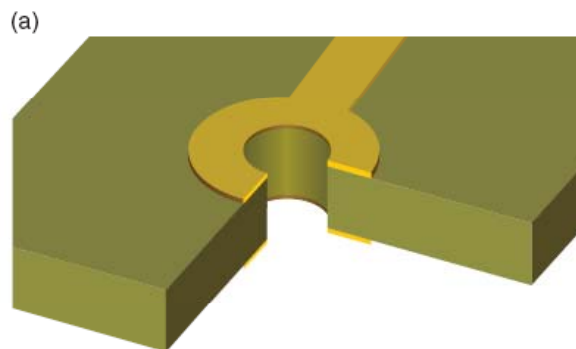
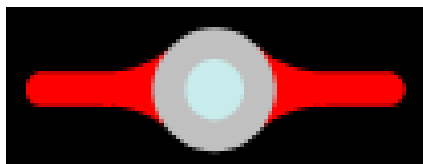


PCB Design  
Tutorial

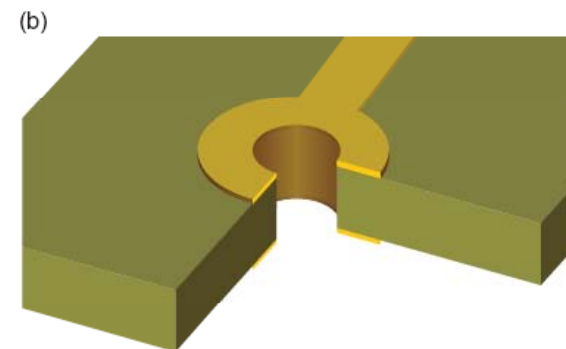


By David L. Jones  
First Issue © Alternatize 2007  
Revised Edition June 2008 2008  
The latest version of this tutorial can be found through [www.alternatize.com](http://www.alternatize.com)

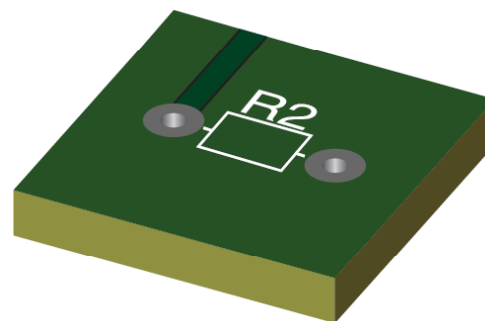
# Finalização de ilhas e curvas



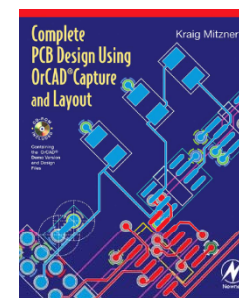
Furo simples



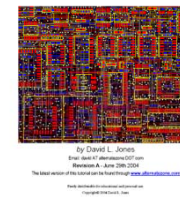
Furo metalizado



Kraig Mitzner



PCB Design  
Tutorial



<http://www.alternatezone.com/>

# Finalização de ilhas e curvas

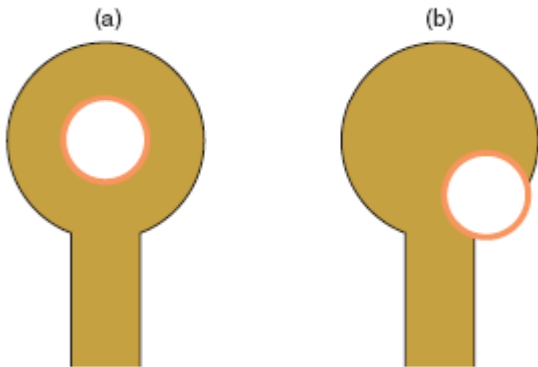
Dimensões dos furos:  
2 mm x 2 mm  
80 mils x 80 mils

SEMPRE

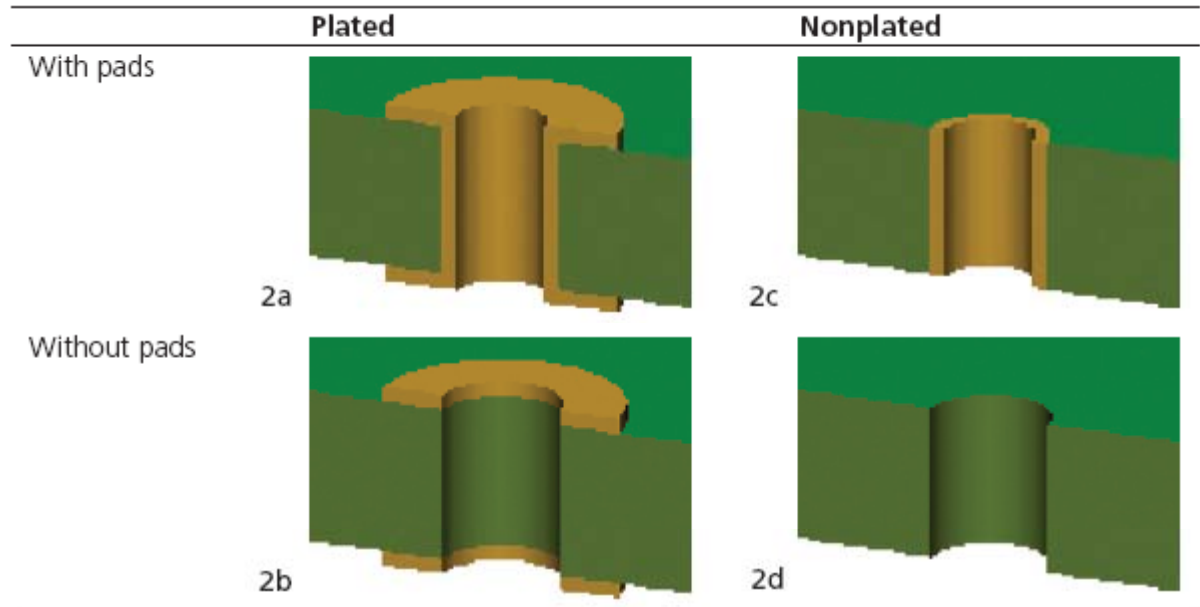
SEMPRE

SEMPRE

GUIA  
TANGO-FRESA

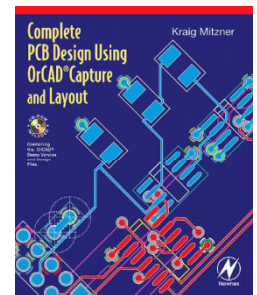


Furos: a) correto e b) errado.



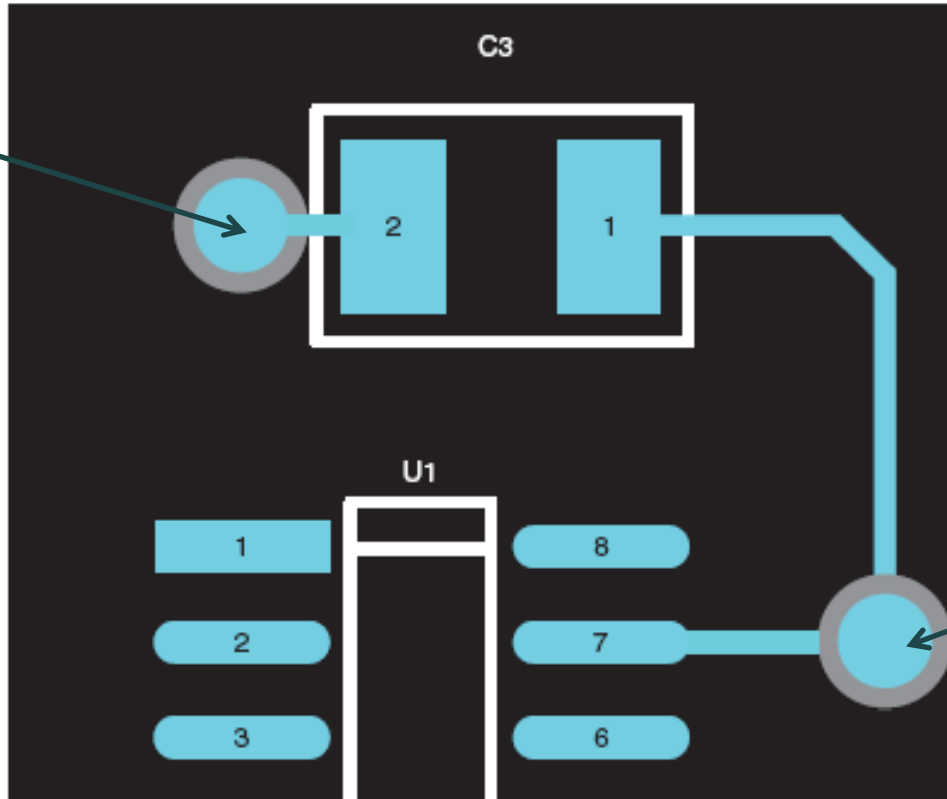
Dimensões dos furos:  
1,3 mm x 1,3 mm  
50 mils x 50 mils

Kraig Mitzner



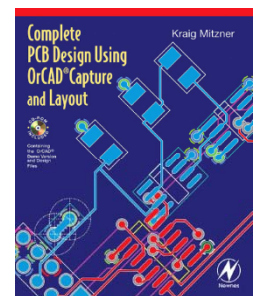
# Finalização de ilhas e curvas

Passagem pelo terminal do componente



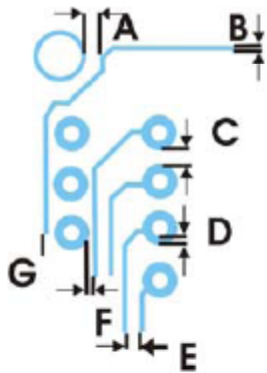
Passagem usando uma via especifica

Kraig Mitzner

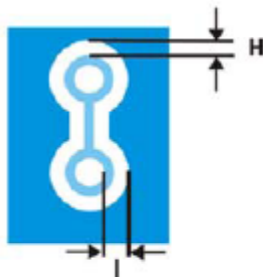


# Distâncias importantes

## VERIFICAR AS CAMADAS INTERNAS:



- A- Isolação entre furos mecânicos a pistas > 0,4 mm (16 mils)
- B- Largura das pistas > 0,2 mm (8 mils)
- C- Isolação entre trilhas > 0,2 mm (8 mils)
- D- Anel mínimo teórico > 0,38 (15 mils)
- E- Isolação entre as pistas > 0,2 (8 mils)
- F- Isolação entre ilhas e pistas > 0,2 (8 mils)
- G- Isolação entre pistas e borda da placa > 0,5 mm (20 mils)
- H- Isolação entre áreas de massa e ilhas/pistas > 0,2 mm (8 mils)
- I- Isolação entre áreas de massa e furos > 0,5 mm (20 mils)



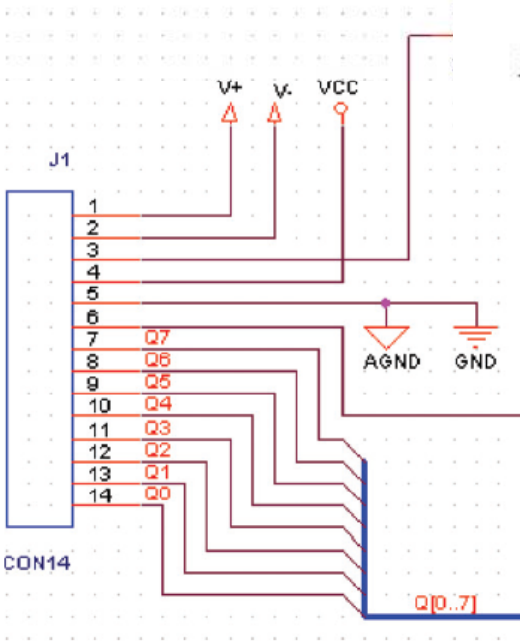
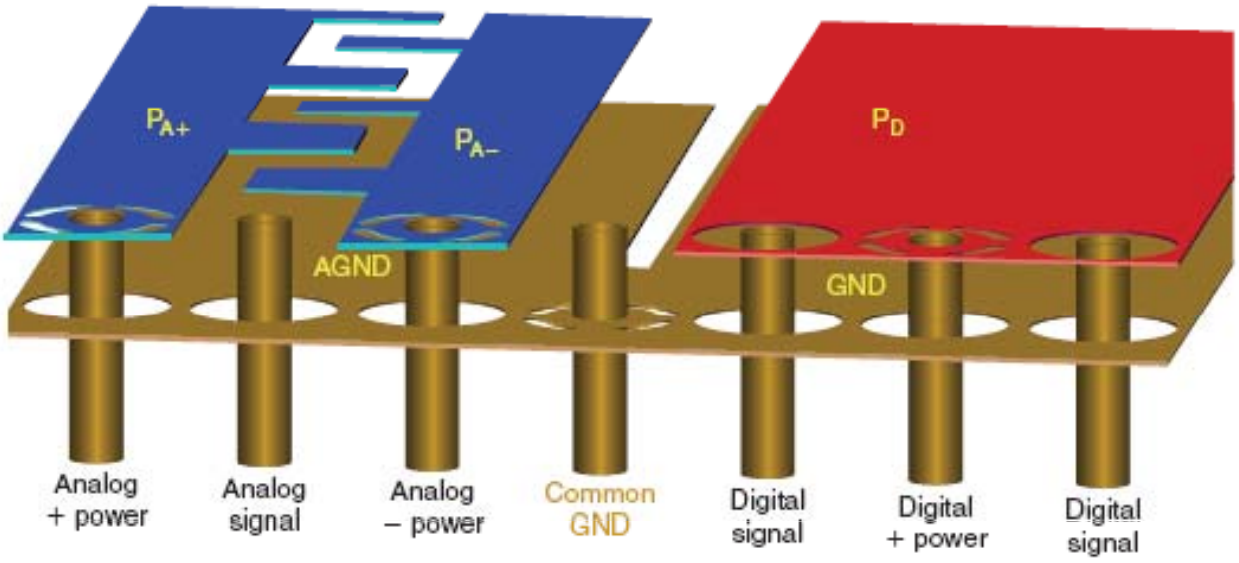
Observe que para uma furação de 0,3 mm, a ilha a ser utilizada deverá ter o tamanho de 0,8 mm ( $0,3 + 0,5 = 0,8$  mm).

Ex.:	Diâmetro	Tamanho mínimo da ilha
	0,3 mm	0,8 mm
	1,0 mm	1,5 mm
	2,5 mm	3,0 mm (Veja tabela no item 5.0)

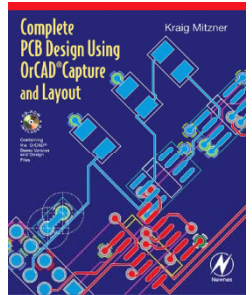




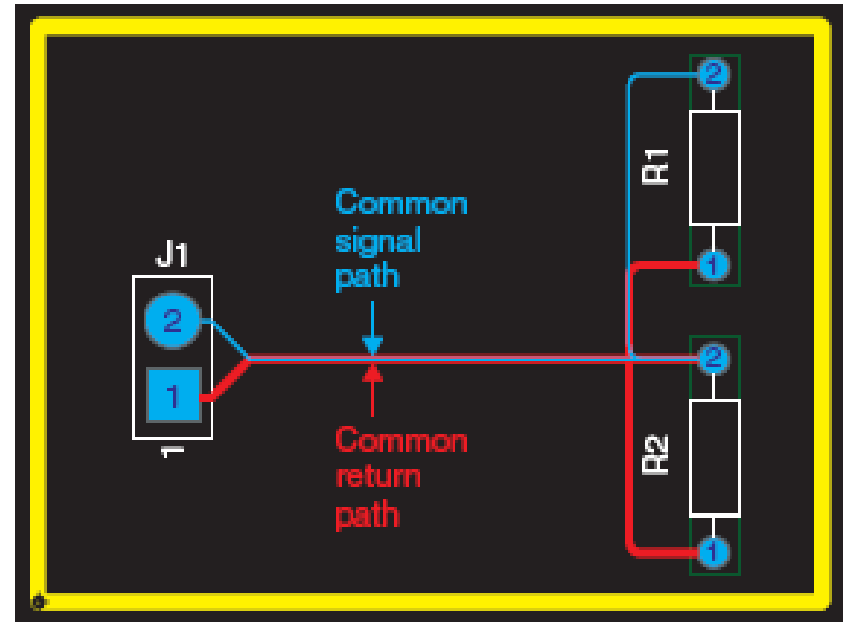
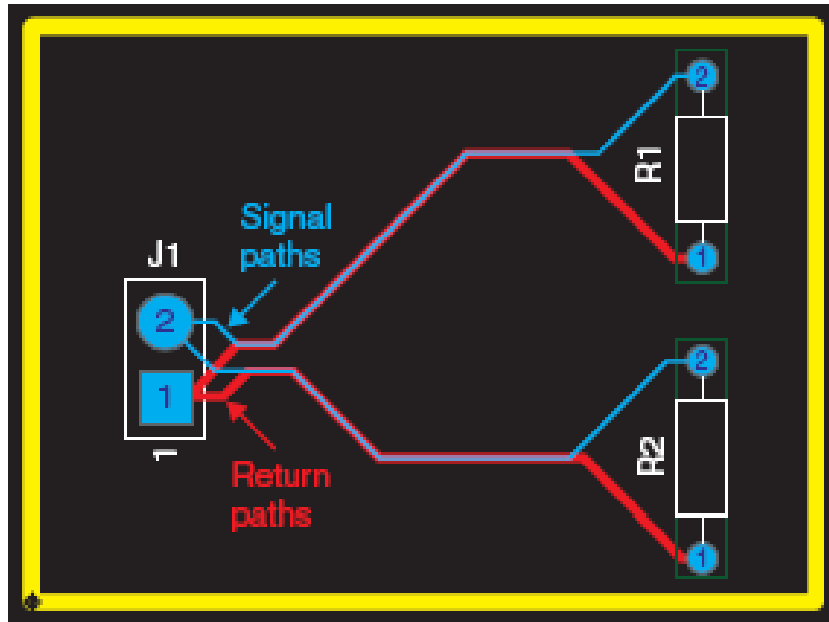
# Planos de alimentação e terra



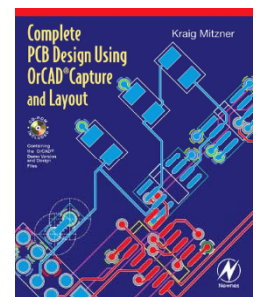
Kraig Mitzner



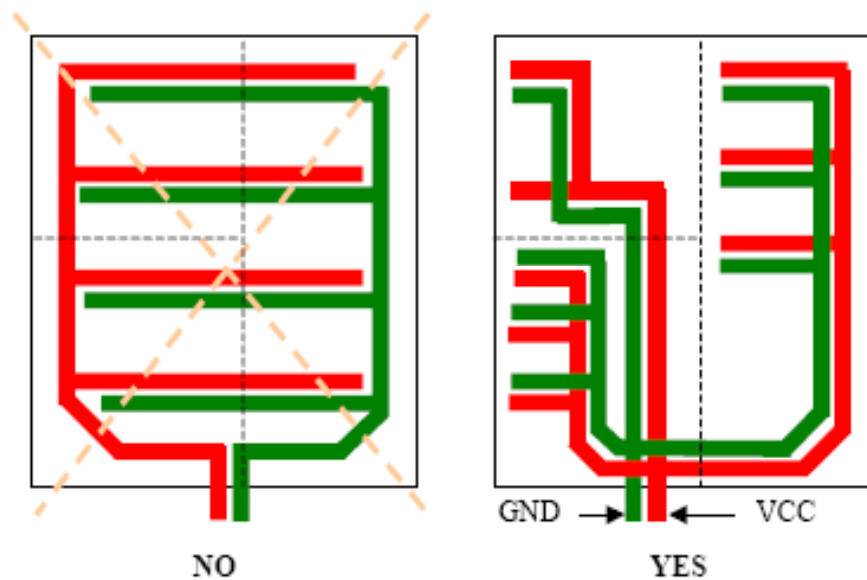
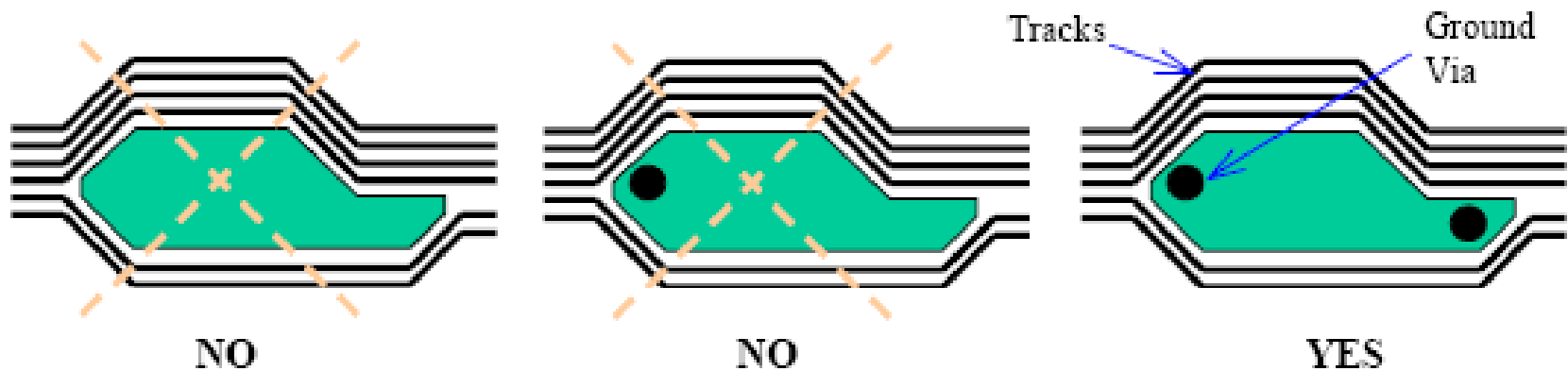
# Planos de alimentação e terra



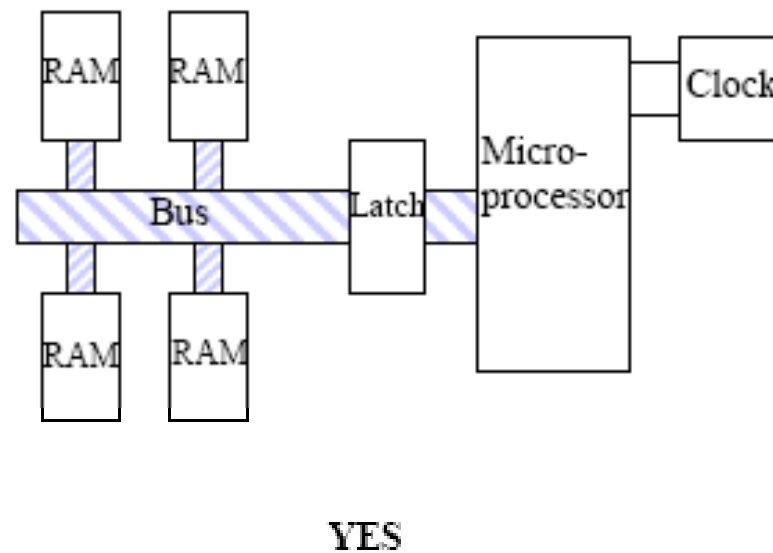
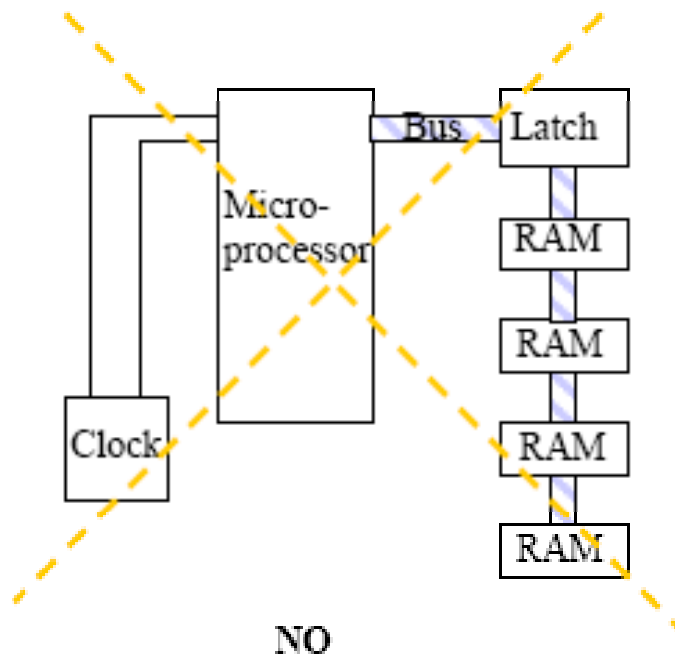
Kraig Mitzner



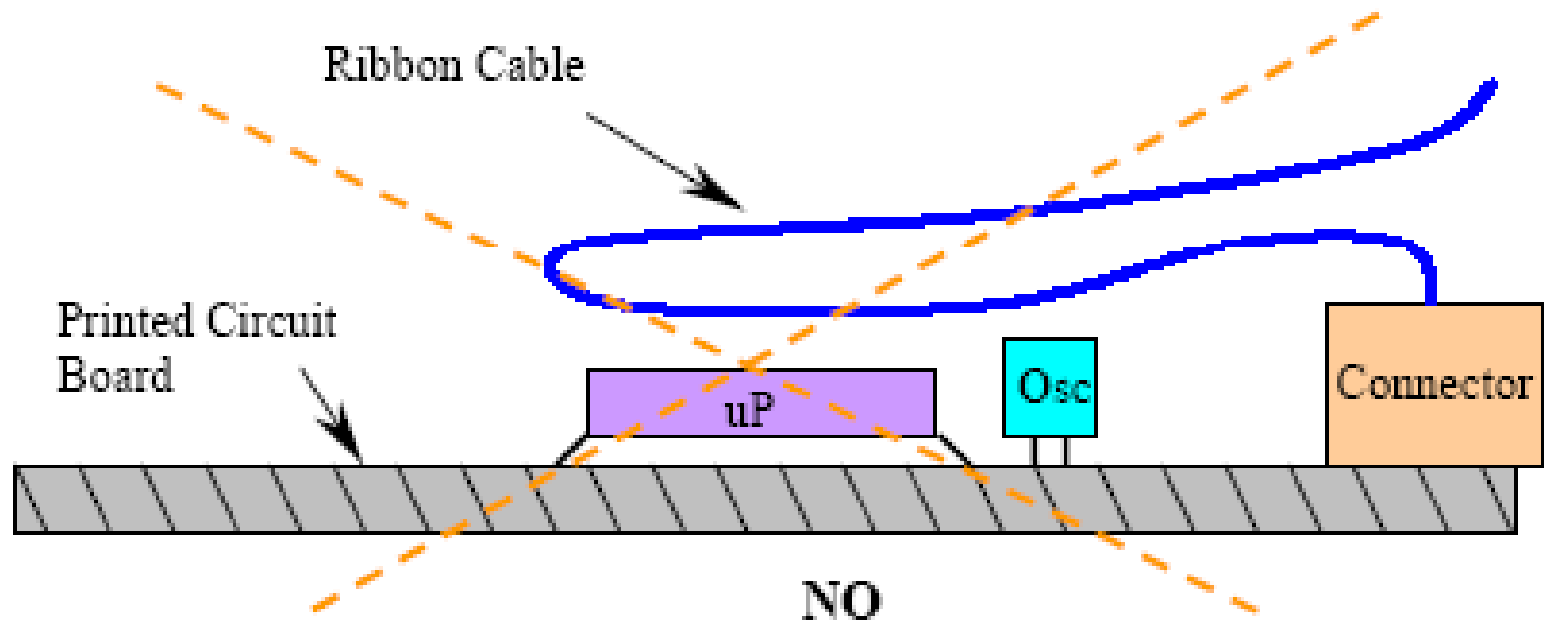
# Planos de alimentação e terra



# Diminuindo distância entre trilhas

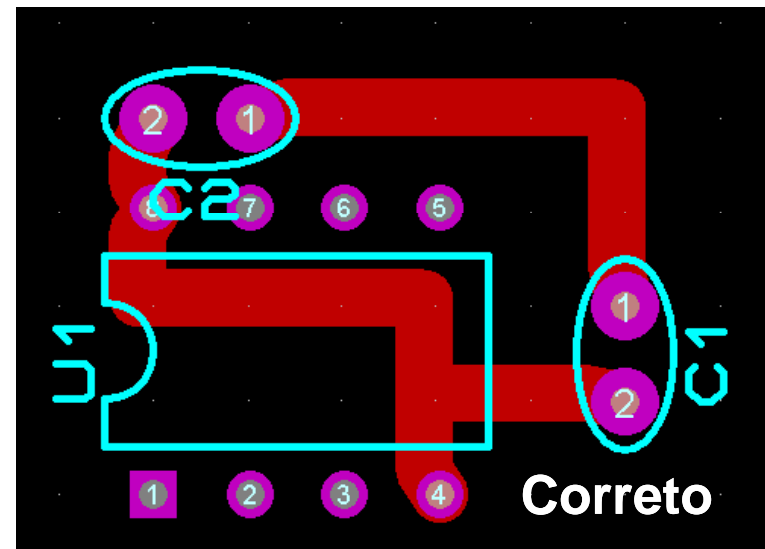
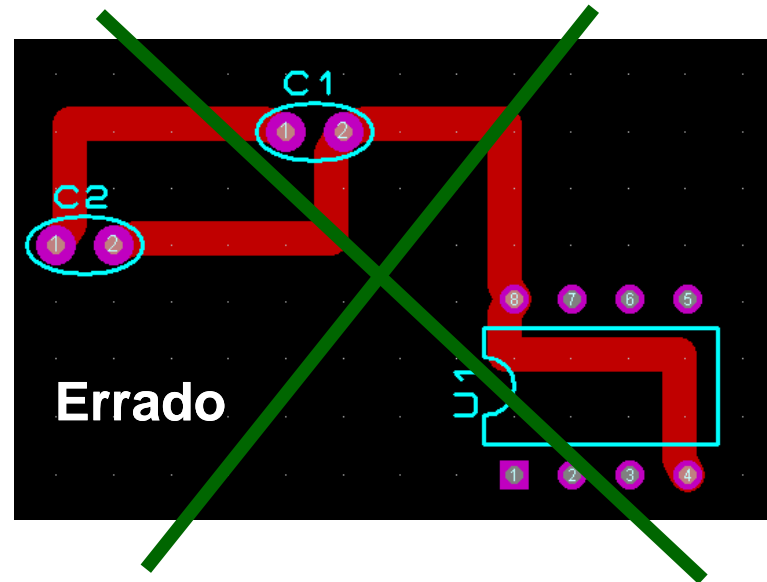
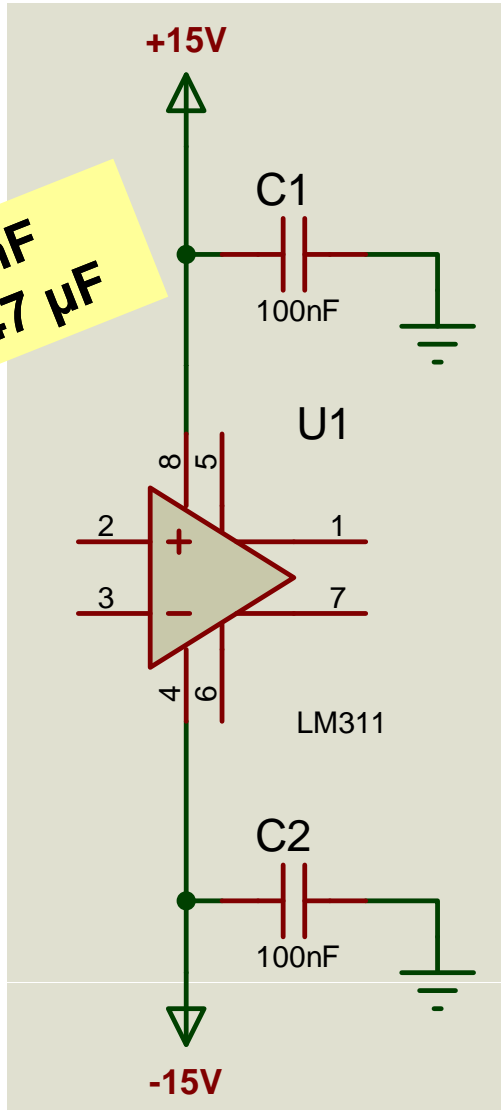


# Cuidado com cabos soltos



# Uso de capacitores próximo a circuitos integrados

100 nF  
ou 0,47  $\mu\text{F}$



# Semicondutores de potência (evitar trilhas longas)

Situação ideal:

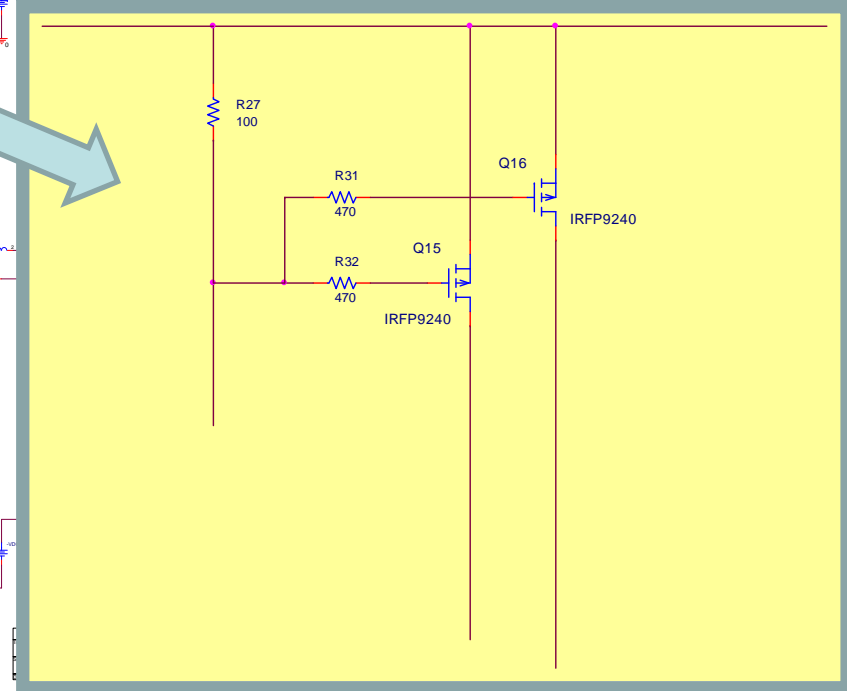
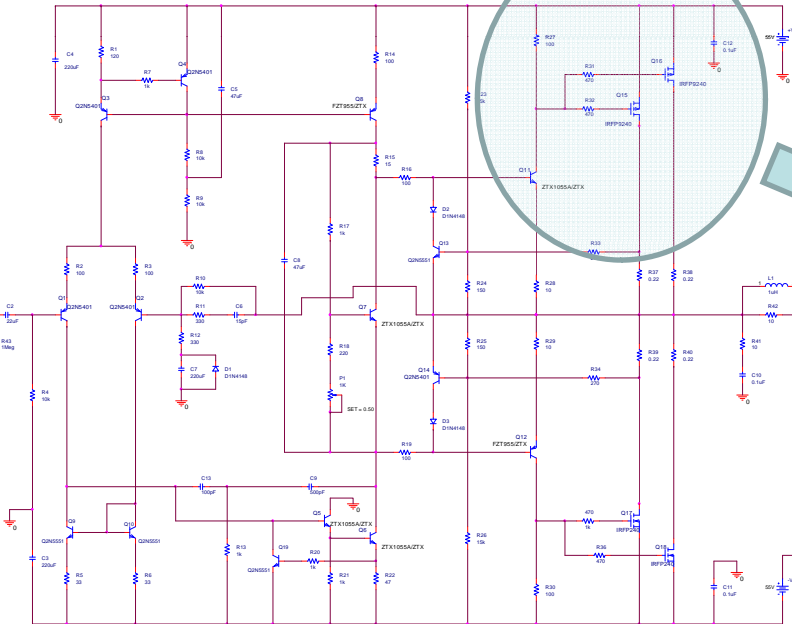
Sem parasitas

Realização de transmutação:  
200VAC -> 220VAC  
220VAC -> 220VDC  
220VDC -> 220VDC  
220VDC -> 220VDC

PARAMETERS  
FREQ=50

Peak 100 V na saída  
de 1.4 V

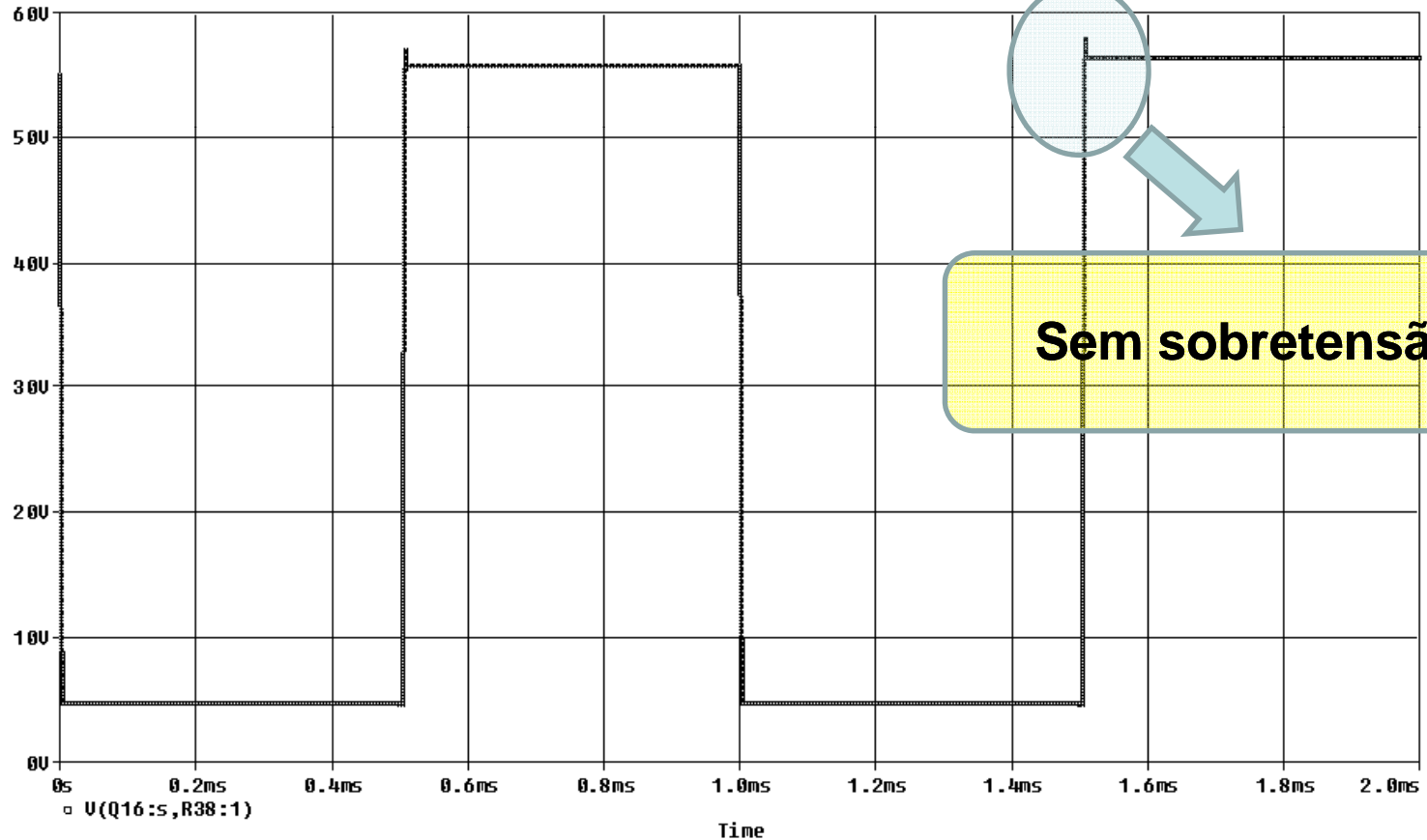
220VDC na saída  
de 1.4 V



# Semicondutores de potência (evitar trilhas longas)

Situação ideal:

Tensão dreno-source



Sem sobretensão

# Semicondutores de potência (evitar trilhas longas)

Situação real:

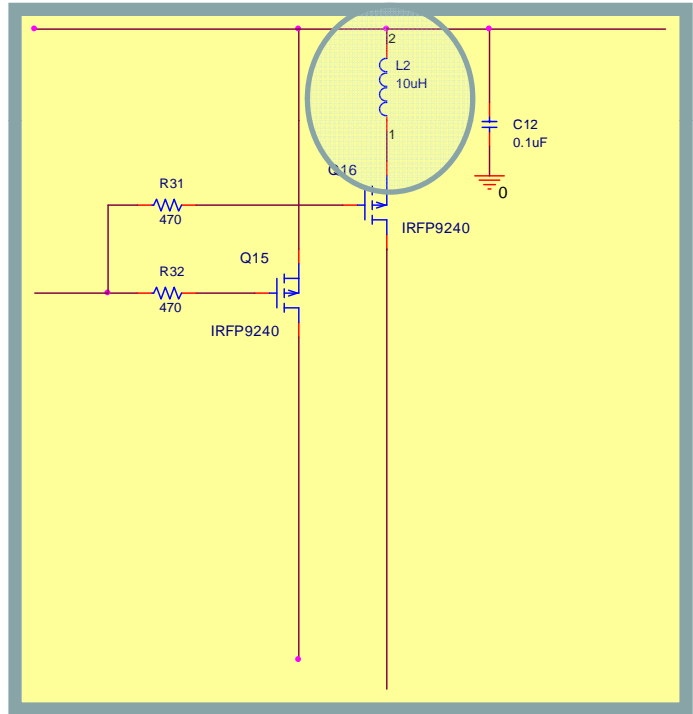
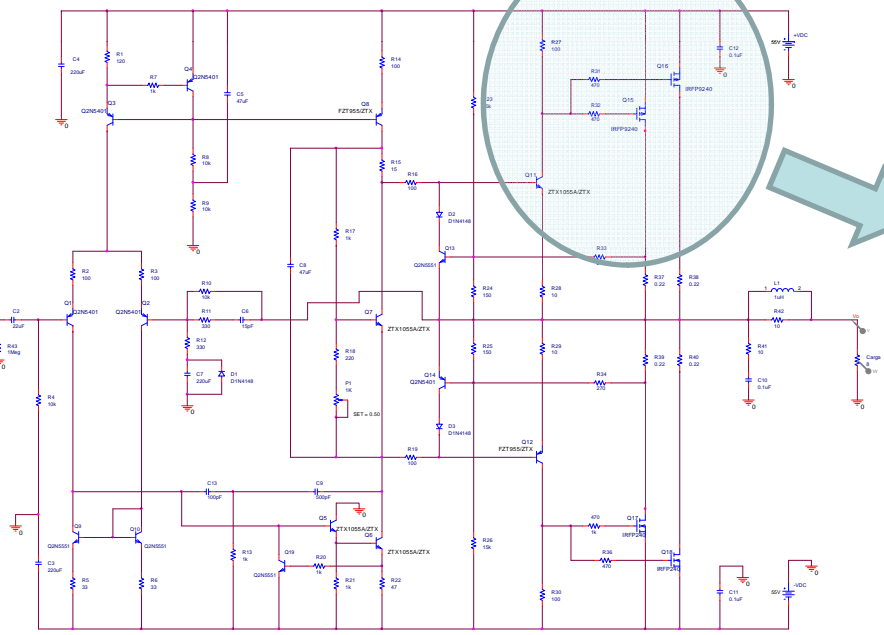
Com indutâncias parasitas

Realização de transmutação:  
200VAC -> 220VAC  
200VAC -> 220VAC  
200VAC -> 220VAC  
200VAC -> 220VAC

PARAMETERS  
R=1k

Max 100 V na saída  
200VAC -> 220VAC  
de 1 a 4

220VAC na saída  
200VAC -> 220VAC  
de 1 a 4

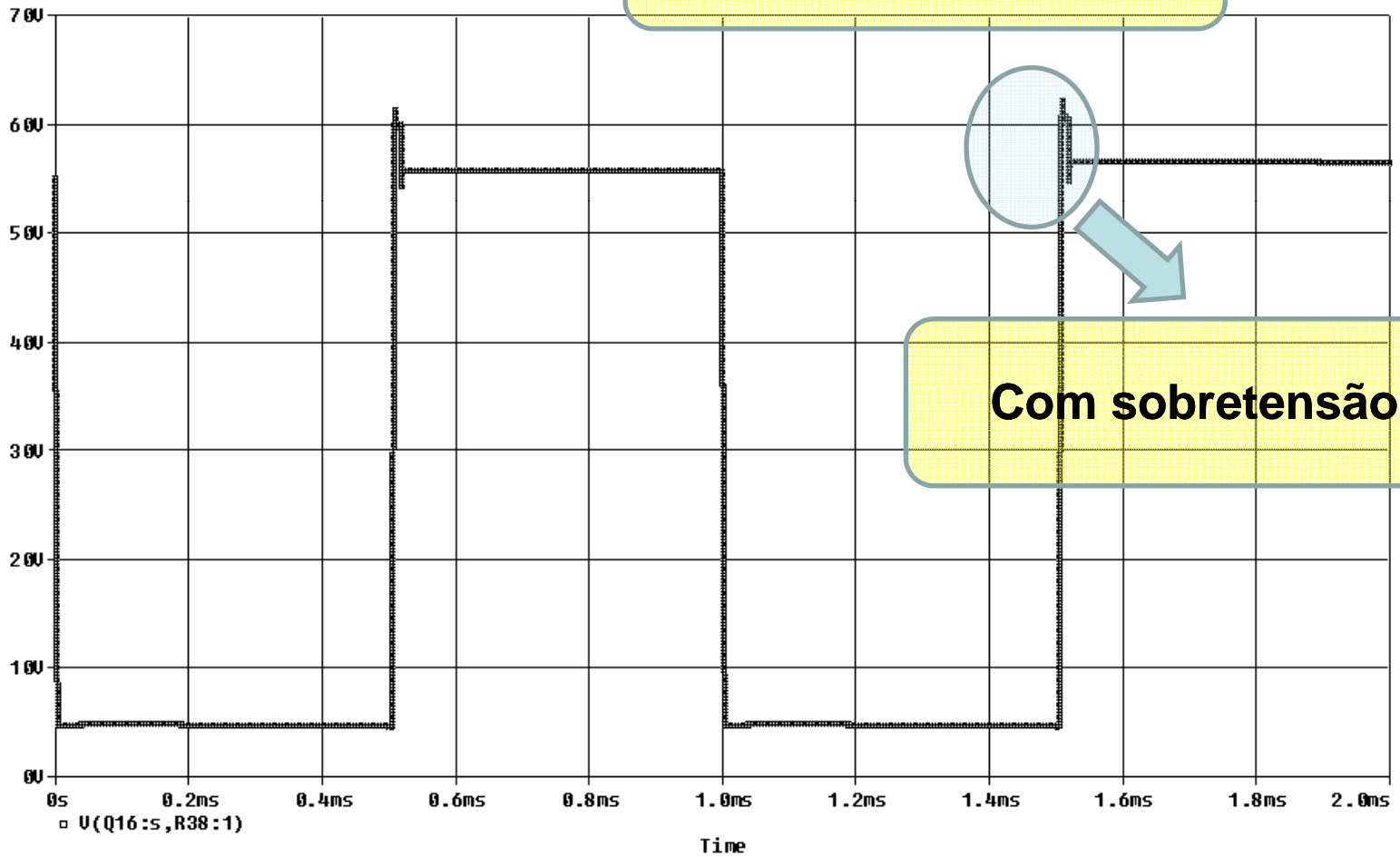


1	Nome	
2	Identificador	
3	Descrição	
4	Projeto	
5	Rev.	

# Semicondutores de potência (evitar trilhas longas)

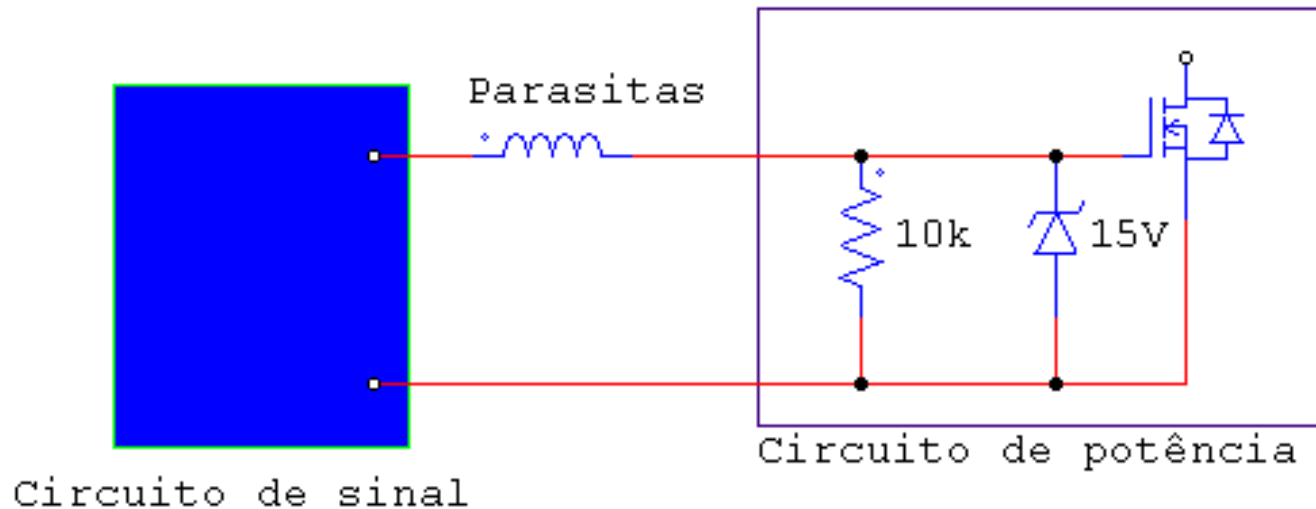
Situação real:

Tensão dreno-source



# Proteção do gatilho de MOSFETs

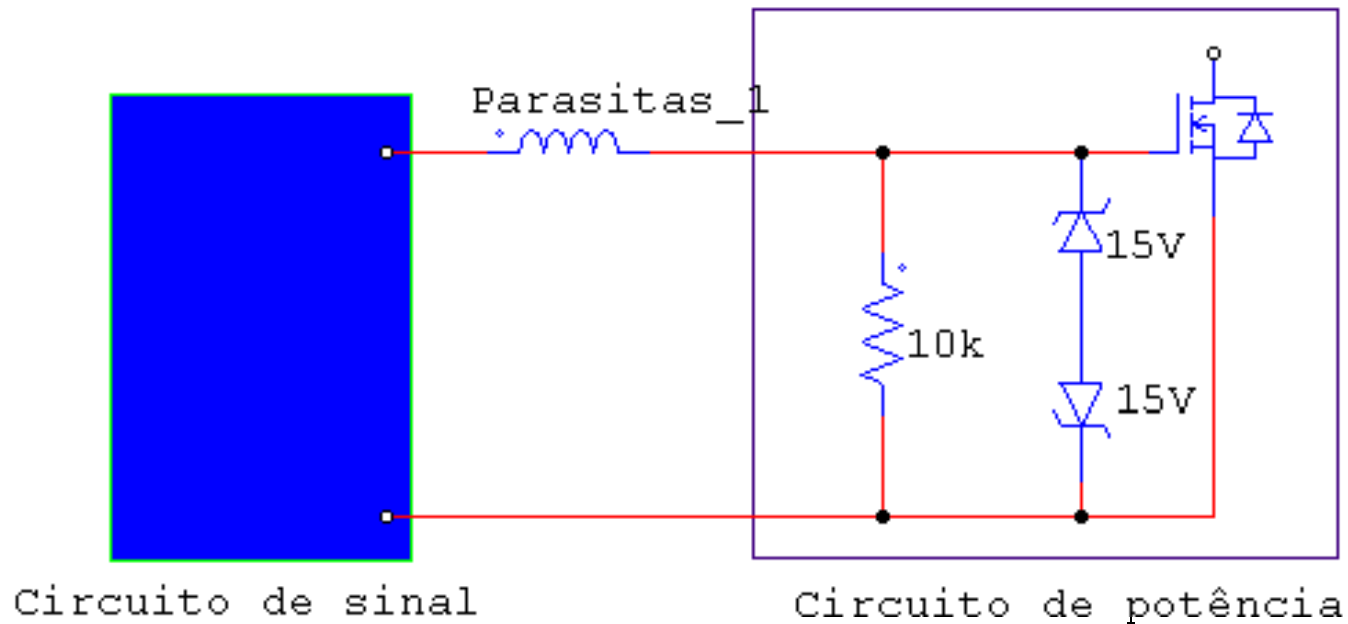
Posicionar o mais próximo possível do MOSFET:



Para circuito com tensão de gatilho apenas positiva.

# Proteção do gatilho de MOSFETs

Posicionar o mais próximo possível do MOSFET:



Para circuito com tensão de gatilho positiva e negativa.