

MANUAL DO ALUNO

# DISCIPLINA TECNOLOGIAS APLICADAS

Módulos 4 e 5

República Democrática de Timor-Leste  
Ministério da Educação



## FICHA TÉCNICA

### TÍTULO

MANUAL DO ALUNO - DISCIPLINA DE ÁUDIO, VÍDEO E TV  
Módulos 4 a 5

### AUTOR

JORGE FLÁVIO

COLABORAÇÃO DAS EQUIPAS TÉCNICAS TIMORENSES DA DISCIPLINA  
XXXXXXX

COLABORAÇÃO TÉCNICA NA REVISÃO  
XXXXXXXXXX

DESIGN E PAGINAÇÃO  
UNDESIGN - JOAO PAULO VILHENA  
EVOLUA.PT

IMPRESSÃO E ACABAMENTO  
XXXXXX

ISBN  
XXX - XXX - X - XXXXX - X

TIRAGEM  
XXXXXXX EXEMPLARES

COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DE TIMOR-LESTE  
2014



## Índice

<b>Tecnologia de Montagem dos Circuitos Eletrônicos.....</b>	<b>7</b>
Apresentação.....	8
Introdução .....	8
Objetivos de aprendizagem .....	8
Âmbito de conteúdos .....	9
<b>Tipos de componentes e polaridade .....</b>	<b>10</b>
Introdução .....	10
Polaridade do componente .....	10
Componentes .....	11
Valores dos componentes .....	17
Montagem de componentes .....	21
Equipamento para montagem de componentes .....	24
Técnicas de soldagem .....	26
<b>Soldadura e dessoldadura em PCI.....</b>	<b>29</b>
Início da soldadura .....	30
Dessoldagem .....	32
<b>Placa de circuito impresso (PCI) .....</b>	<b>34</b>
Introdução .....	34
Constituição de uma PCI.....	34
<b>Fabrico manual de circuitos impressos .....</b>	<b>38</b>
Utilizando canetas para desenhar as pistas .....	38
Técnica do verniz foto resistente .....	38
Exercícios propostos .....	41
<b>Utilização prática do programa EAGLE .....</b>	<b>43</b>
Introdução .....	43
Instalar o Programa .....	43
Executar o Programa .....	46
Barra de Ferramentas e Bibliotecas.....	50
Adicionar componentes à área de trabalho .....	53
Um exemplo: Dimmer light – Inserir os componentes.....	55
Um exemplo: Dimmer light – Ligar os componentes.....	58
Um exemplo: Dimmer light – Criar o layout .....	60

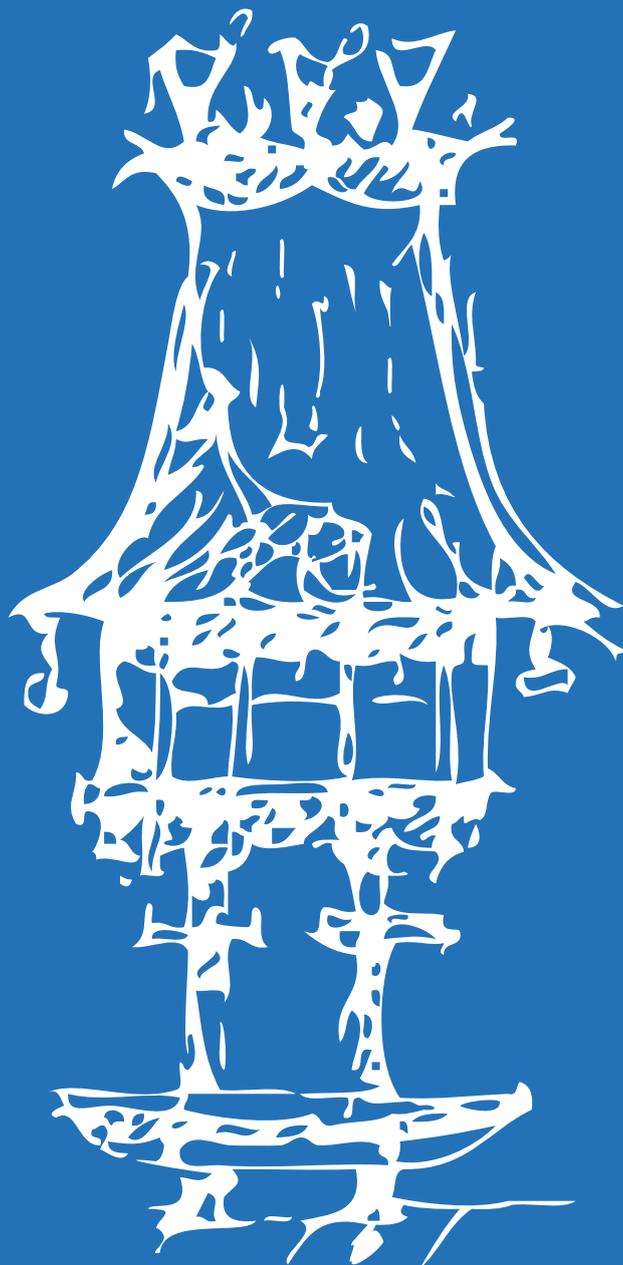


Um exemplo: Dimmer light – Furos de fixação.....	65
Um exemplo: Dimmer light – Impressão .....	68
DRC – Design Rule Check .....	70
Personalizar o dimensionamento das pistas.....	75
Inserir uma frame no esquemático .....	76
Exportar o esquema ou a board para o formato bmp .....	77
Trabalho prático.....	78
<b>Bibliografia .....</b>	<b>79</b>
<b>Instalações de Telecomunicações e Vigilância .....</b>	<b>81</b>
Apresentação.....	82
Introdução .....	82
Objetivos de aprendizagem .....	82
Âmbito de conteúdos .....	83
<b>Instalações de Telecomunicações e Vigilância .....</b>	<b>84</b>
Introdução .....	84
Definições / Siglas.....	84
Cablagem.....	85
Ligação de cabos de pares de cobre .....	88
a fichas fêmea RJ 45 .....	88
Ligação de cabos de pares de cobre a fichas macho RJ 45 .....	89
Cabo Cruzado (crossover).....	89
Cabo coaxial.....	90
Características dos cabos coaxiais .....	91
Como escolher um cabo coaxial .....	93
Boas práticas na instalação de cabos coaxiais .....	94
Dispositivo de derivação para cabo coaxial .....	94
Repartidores .....	95
Derivadores .....	95
Tomadas para cabo coaxial .....	96
Tomadas multimédia .....	98
Conector para cabo coaxial .....	98
Conectores IEC macho e fêmea .....	99
Desnudadores de cabo coaxial .....	99
Alicate de compressão para fichas F.....	99



Cabo de fibra ótica.....	100
Princípios de transmissão .....	101
Tipos de fibra óticas.....	103
Cabo de fibras óticas Tight Buffer .....	104
Cabo de fibras óticas para interior .....	104
Cabo DROP de ligação exterior .....	104
Desvantagens da fibra ótica:.....	105
Tubagem .....	105
Classificação dos tubos .....	107
Tubos e curvas para o tubo rígido, de material isolante e paredes interiores lisas. ...	107
Tubo maleável e tubo corrugado, de paredes interiores lisas. ....	107
Tubo anelado .....	108
Caixas de aparelhagem .....	108
<b>Moradia unifamiliar.....</b>	<b>109</b>
Esquema de montagem.....	109
Redes de tubagens – rede individual.....	109
Redes de Cabos – Rede Individual .....	110
CEMU (Caixa de Entrada de Moradia Unifamiliar).....	110
ATI (Armário de Telecomunicações Individual).....	111
TC – Tap de Cliente (Terminal de Acesso de Cliente) ou Repartidor .....	113
DDC (Dispositivo de Derivação de Cliente) .....	114
Rede individual de tubagem ITED.....	116
Zona de acesso privilegiado (ZAP) .....	117
Planta de uma moradia unifamiliar – Implantação da Rede de Tubagens.....	118
Edifícios residenciais .....	119
Rede coletiva e individual de tubagens .....	120
Redes de Cabos – Rede Coletiva .....	121
Redes de Cabos – Rede Individual .....	122
Esquema elétrico e de terras .....	123
<b>Videovigilância .....</b>	<b>124</b>
Introdução .....	124
Exemplo de um esquema de montagem .....	125
Exercícios propostos .....	128
Trabalho prático.....	130
<b>Bibliografia .....</b>	<b>131</b>







# **Tecnologia de Montagem dos Circuitos Eletrônicos**

Módulo 4

## *Apresentação*

Este módulo tem carácter prático pelo que as aulas deverão decorrer numa sala / oficina com condições ambientais corretas (boa iluminação, bem arejada, com água corrente e esgotos) e devidamente apetrechada (equipamentos, ferramentas e materiais) de modo a permitir aos alunos realizar placas de circuito impresso e efetuar operações de soldadura.

Esta disciplina tem como intenção tornar o aluno apto a compreender a linguagem e as técnicas utilizadas, possibilitando assim um melhor aproveitamento na sequência dos estudos desta e das outras disciplinas técnicas e também na comunicação adequada com os profissionais da área.

## *Introdução*

A abordagem deste módulo de tecnologia de montagem dos circuitos eletrónicos levamos a um melhor entendimento dos vários tipos de componentes existentes no mercado assim como a melhor escolha deste tipo de componentes para que se ajuste às crescentes evoluções das tecnologias.

Este módulo requer um conhecimento básico de componentes eletrónicos.

## *Objetivos de aprendizagem*

- Conhecer os materiais, ferramentas e acessórios utilizados no processo de soldadura.
- Identificar as características de uma boa soldadura.
- Manipular corretamente as ferramentas usadas na soldadura.
- Desenhar circuitos impressos tendo em conta as regras do mesmo, com e sem recurso a software adequado.
- Montar corretamente os componentes na placa de circuito impresso.
- Soldar corretamente os componentes e condutores de cablagem.
- Ensaiar o circuito e efetuar os ajustes necessários ao seu correto funcionamento.



## *Âmbito de conteúdos*

- Técnica de soldadura manual.
- Cablagens.
- Tecnologia de circuitos impressos.
- Montagens de circuitos eletrónicos.



# Tipos de componentes e polaridade

## Introdução

Existe uma grande variedade de componentes eletrônicos utilizados em montagem de placas. Este documento dá uma breve introdução a alguns dos componentes mais comuns, com o objetivo de ajudar a identificar e montar ou soldar adequadamente esses componentes em placas.

## Polaridade do componente

Polaridade refere-se ao fato de que muitos componentes eletrônicos não são simétricos eletricamente. Um dispositivo polarizado possui uma forma correta e uma forma errada de ser montado. Se o componente polarizado for montado errado, ele não funcionará ou, em certos casos, será danificado ou poderá danificar outros componentes do circuito. Os seguintes componentes são sempre polarizados:

- Díodos (LEDs, díodos normais ou de outros tipos)
- Transístores
- Circuitos Integrados

Os condensadores são um caso à parte, pois alguns são polarizados, enquanto outros não são. Mas há uma regra geral: condensadores de grande valor (1mF ou maior) geralmente são polarizados, enquanto os de menor valor não são.

As resistências são um bom exemplo de componente não-polarizado: não importa em que direção a corrente flui através dele. Entretanto, note que existem “pentes de resistências” (resistor packages) que têm configurações de conexões internas não-simétricas, tornando-os componentes polarizados, sob o ponto de vista de montagem (ver figura 1).



## Componentes

Resistências são dispositivos projetados para limitar o fluxo de corrente. Podem ser especificados em ohms, W; kilohms, kW; ou megaohms, MW. A corrente,  $I$ , que flui através de uma resistência  $R$ , devido a uma tensão aplicada  $V$ , é  $I=V/R$  (Lei de Ohm). Quando a corrente flui através de uma resistência, ela dissipa potência. As resistências mais comuns (de carvão) têm a capacidade de dissipar potências máximas de 1/8 W, 1/4 W ou 1/2 W, que são potências muito baixas. Por esta razão, essas resistências são dispositivos bastante finos. Outras resistências podem dissipar potências bem maiores: uma resistência de 2 W é um dispositivo cilíndrico grande, enquanto uma resistência de 5 W é um grande dispositivo retangular. Em relação à sua forma, as resistências são, normalmente, construídos como cilindros pequenos com faixas coloridas que indicam o seu valor, através de uma codificação.

Um potenciômetro é simplesmente uma resistência que pode ser variar. Da mesma forma que as resistências, são disponíveis em uma grande variedade de valores de resistência e potência máxima que podem dissipar. Eles possuem um terminal móvel, que permite variar a sua resistência, além de dois terminais fixos.

Os pentes de resistências são planos, com encapsulamento retangular, contendo de seis a dez terminais. Existem dois tipos básicos de pentes de resistências:

- Pente com elementos isolados. São resistências discretas, sendo três, quatro ou cinco resistências por pente.
- Pente com terminal comum. São resistências com um dos seus terminais ligados uns aos outros, e o outro terminal livre. Vêm normalmente em conjunto de três a nove resistências por pente.

A figura 1 ilustra a conexão interna de um pente de resistências de 8 pinos, para cada um dos dois tipos.



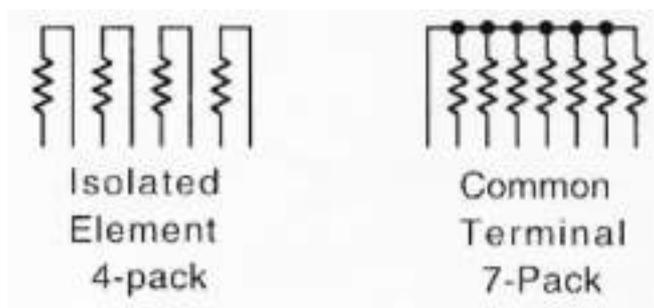


Fig. 1 - Conexões internas de um pente de resistências: (a) elemento isolado;  
(b) terminal comum.

Díodos são dispositivos que permitem que a corrente flua em um sentido, mas não no outro. Os díodos possuem dois terminais, denominados ânodo e cátodo. Quando o ânodo está conectado a uma tensão positiva em relação ao cátodo, a corrente pode fluir através do díodo. Se a polaridade é inversa, nenhuma corrente fluirá através do díodo. Os encapsulamentos dos díodos normalmente contêm uma marca, que está mais próxima a um terminal do que ao outro (uma faixa ao redor do encapsulamento cilíndrico, como mostrado na figura 2, por exemplo). Este terminal marcado é sempre o cátodo (-).

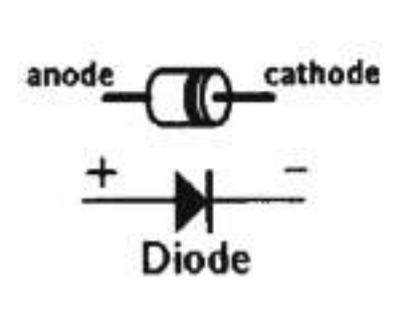


Fig. 2 - Encapsulamento típico e símbolo esquemático (com o sentido da corrente) em um díodo.

LED é um acrônimo para díodo emissor de luz (*light emitting diode*).

Portanto, os LEDs também são díodos. O cátodo do LED vem sempre marcado com uma pequena parte plana ao longo da circunferência do encapsulamento do mesmo, ou pelo terminal mais curto (figura 3).



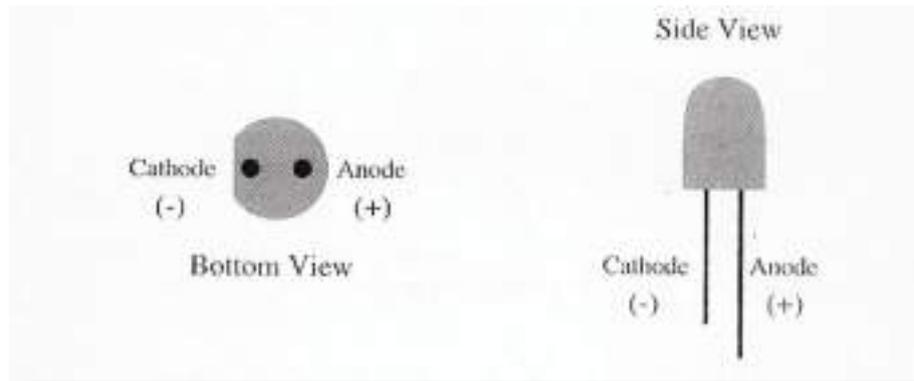


Fig. 3 - Identificação dos terminais de um LED.

Os LEDs normalmente devem ser usados com uma resistência em série (ver figura 4 para cálculo do valor do resistor) ou alimentados por um fonte de corrente constante. Para a maioria das aplicações, uma saída de luz adequada é obtida com  $I_F$  entre 5 e 25mA (LEDs vermelhos) e  $I_F$  entre 10 e 40mA (LEDs verdes ou amarelos).

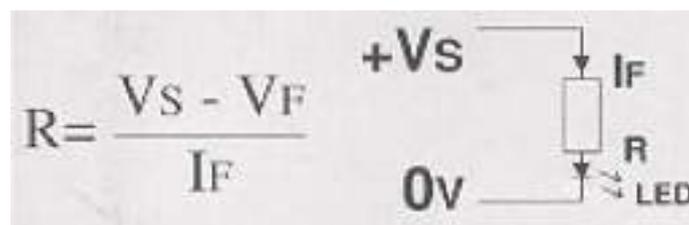


Fig. 4 - Cálculo da resistência em série com o LED.

Circuitos integrados, ou CIs, têm uma grande diversidade de encapsulamentos. Dois dos tipos mais comuns são os DIP (*dual-inline package*) e os PLCC (*plastic leaded chip carrier*). Em ambos os tipos, uma marca no encapsulamento do componente indica o “pino 1” do mesmo. Esta marca pode ser um pequeno ponto, um chanfro ou sulco no encapsulamento (figura 5).

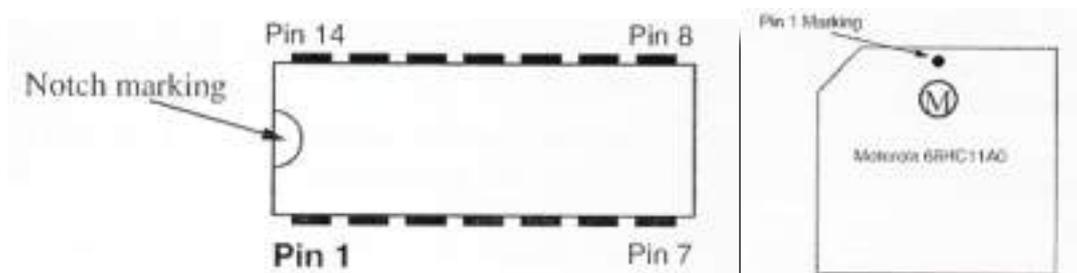
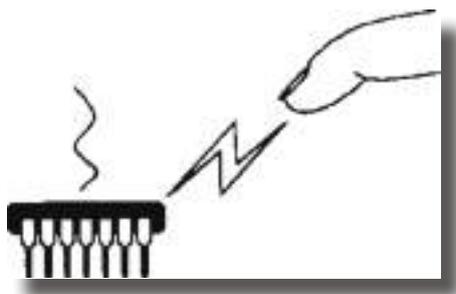


Fig. 5 (a) Vista superior de um chip DIP de 14 pinos;  
(b) vista superior de um chip PLCC de 52 pinos.



Após a identificação do pino 1, a numeração dos demais pinos é encontrada sequencialmente, em sentido anti-horário, ao redor do encapsulamento do chip.

Para o manuseio de chips de tecnologia CMOS e placas contendo CIs fabricados com esta tecnologia, certifique-se de que seu corpo está aterrado. A energia eletrostática acumulada em seu corpo pode causar danos irreparáveis a componentes construídos com a tecnologia CMOS. Nunca toque um chip após caminhar sobre um piso carpetado: a fagulha que salta do seu dedo para o chip pode danificá-lo (figura 6). Por isso, o ideal é manusear CIs com um fio aterrado ligado ao seu pulso, ou pelo menos tocar um objeto metálico que esteja aterrado antes de manusear um CI ou uma placa contendo CIs de tecnologia CMOS. Como forma de protegê-los, esses CIs são normalmente guardados em tubos plásticos apropriados, em caixas com espumas condutoras de eletricidade ou mesmo em envelopes plásticos anti estáticos.



*Fig. 6 - Uma descarga eletrostática pode danificar componentes sensíveis.*

Soquetes de DIP - Em lugar de se soldar um chip diretamente numa placa, pode-se utilizar os soquetes para ele; ou seja, o chip não fica permanentemente soldado à placa. Os componentes que são colocados em soquetes podem ser facilmente removidos da placa se estiverem queimados ou com defeito.

O chip somente deve ser colocado no soquete quando o soquete já estiver soldado na placa. Os soquetes são também usados para evitar a necessidade de soldar os chips diretamente, reduzindo a probabilidade de queima por excesso de calor.

Os soquetes também possuem uma marca similar àquela encontrada nos chips; a marca indica como o chip deverá ser montado no soquete após o soquete ter sido soldado na placa.

Os soquetes de PLCC são polarizados, no sentido de que um chip PLCC somente pode ser inserido em seus soquetes na forma “correta”. É claro que essa forma de colocar o chip somente será correta se o soquete estiver corretamente montado na placa.



Os condensadores são componentes que podem ser utilizados para bloquear a passagem de corrente contínua (DC), mas permitir a passagem de corrente alternada (AC). Quando conectados a uma fonte de tensão tal como uma bateria, a corrente flui no condensador até que ele tenha recebido tanta carga quanto possível. Esta capacidade de receber cargas é normalmente medida em unidades de micro ou picofarads (mF ou pF). Se a fonte de tensão é removida do condensador, a carga armazenada mantém a tensão constante através do condensador. Curto circuitando-se os terminais do condensador, porém, a corrente flui até que a carga se esgote, e a tensão através do condensador vai a zero. Por esta razão, os condensadores podem ser utilizados como células de memória, sendo a ausência ou presença de carga a representação da história recente, ou seja, o estado. Com relação à sua forma construtiva, existem várias tecnologias diferentes. Os tipos mais comuns são:

- **Monolítico.** São condensadores de pequeno tamanho (quase do tamanho e forma de uma cabeça de fósforo). São excelentes para uso quando pequenos valores de capacitância são necessários (0.1mF ou menos). São baratos e de tecnologia relativamente moderna, os condensadores monolíticos são sempre não-polarizados.
- **Eletrolítico.** Estes condensadores são um pequeno cilindro, com um invólucro de plástico. Geralmente podem armazenar mais carga em um volume menor do que outros tipos de condensadores. São úteis para valores grandes (1.0 mF ou maiores). Tornam-se, porém, muito volumosos quando o valor da capacitância ou a tensão máxima suportada aumenta, mas são os mais baratos para grandes capacitâncias. Os condensadores eletrolíticos podem ter valores extremamente grandes (1000mF e maiores). São normalmente polarizados, exceto em casos especiais.
- **Tântalo.** Estes condensadores são unidades compactas, em forma de bolbos. São excelentes para grandes valores (1.0mF ou maiores), pois são menores e mais precisos do que os eletrolíticos. Entretanto, são bem mais caros. Os condensadores de tântalo são sempre polarizados.

Os condensadores polarizados são normalmente marcados com os símbolos (+) e (-), ou apenas com o símbolo (+), como mostrado na figura 7. Se não vierem com esse símbolo, podem vir com um ponto ou com uma barra vertical em um dos terminais. Este terminal



será então o terminal positivo (+). Condensadores polarizados montados de forma errada não funcionam, e podem esquentar demasiadamente ou mesmo explodirem. A máxima tensão que pode ser aplicada a um condensador montado corretamente, sem que ele sofra danos, é denominada WVDC (*working voltage, direct current*).



Fig. 7: a) Encapsulamentos típicos de condensadores polarizados (esquerda) e não polarizados (direita), e seu símbolo esquemático; b) Exemplos de condensadores comerciais: à esquerda, condensador cerâmico de 0.1mF, no meio, condensador de tântalo de 10mF e à direita condensador eletrolítico de 10mF.

Indutores ou bobines podem ser construídos com um fio enrolado num núcleo de plástico e terem o tamanho de uma resistência. Outro tipo construtivo de indutor é revestido com *epoxi* e se parece com uma resistência. Também existem os que são enrolamentos volumosos contendo um núcleo de ferro. Os indutores são dispositivos não-polarizados.

Os transístores são dispositivos do tipo polarizado, normalmente pequenos, de três terminais, que podem ser utilizados como amplificadores ou chaves. Podem ser do tipo bipolar ou de um tipo de transístor de efeito de campo, MOSFET (*metal-oxide semiconductor field-effect transistor*), ambos mostrados na figura 8. Apesar de que ambos podem ser utilizados na forma discreta, o principal uso dos MOSFET é no projeto de circuitos integrados. Em ambas as famílias existe uma grande variedade de transístores, sendo que dois dos importantes fatores que os diferenciam são o fator de amplificação e a máxima potência suportada.



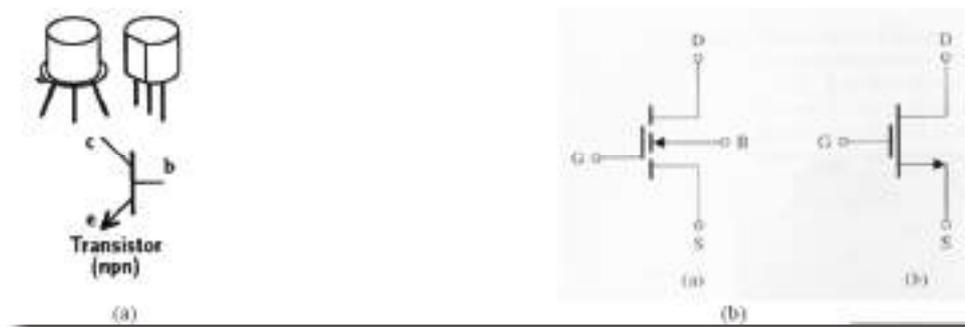


Fig. 8 - Encapsulamentos e símbolos esquemáticos de transistor (a) bipolar (npn);  
(b) MOSFET (canal n).

## Valores dos componentes

Transistores e circuitos integrados vêm, em geral, com sua identificação claramente impressa no encapsulamento. Entretanto, resistências e condensadores têm os seus valores marcados sobre eles em diferentes formas (diferentes códigos).

Resistências para grande potência têm o seu valor impresso sobre eles. As outras resistências são rotuladas usando um código padrão de cores. Este código de cor normalmente consiste em faixas com três valores e mais uma faixa de indicação da tolerância. As primeiras duas das três faixas formam um valor inteiro. A outra faixa representa uma potência de 10. Uma forma fácil de memorizar o código de cores é usar a expressão “PMV LAVA VCB”, onde o significado das cores é o mostrado na tabela 1.

Cor	1º e 2º algarismo	Multiplicador	Tolerância
Preto	0	x1	
Castanho	1	x10	
Vermelho	2	x100	
Laranja	3	x1000	
Amarelo	4	x10 000	
Verde	5	x100 000	
Azul	6	x1 000 000	
Violeta	7	x10 000 000	
Cinza	8	-----	
Branco	9	-----	
Dourado	-----	x0,1 (*)	± 5%
Prateado	-----	x0,01 (*)	± 10%
Sam cor	-----	-----	± 20%

*Nota: O valor obtido vem expresso em Ohm (Ω)*      *(\*) 3º anel dourado = R · 10<sup>-2</sup>; 3º anel prateado = R · 10<sup>-1</sup>*

Tabela 1 - Código de cor das resistências de precisão (4 Listas).



Por exemplo:

- Castanho, Preto e Vermelho dão como valor:  $10 \times 10^2 = 10 \times 100 = 1000 \Omega$  ou  $1k \Omega$ ;
- Amarelo, Violeta e Laranja dão como valor:  $47 \times 10^3 = 47000 \Omega$  ou  $47k \Omega$ .
- Castanho, Preto e Laranja dão como valor:  $10 \times 10^3 = 10000 \Omega$  ou  $10k \Omega$ .

A faixa que indica o valor da tolerância normalmente é uma faixa prateada ou dourada. Se é prateada, o resistor tem tolerância de 10%; se é dourada, a resistência tem tolerância de 5%. Se não existir faixa de tolerância, ela é de 20%.

Resistências discretas são disponibilizadas em valores padrões. A tabela 2 mostra os multiplicadores para os valores padrões de resistências com tolerância de 10%, que são aquelas disponíveis nos nossos laboratórios (com potência máxima de 1/4 W). Assim, na faixa de KW as resistências de 10% de tolerância, podem-se encontrar nos valores de 1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, ..., k W.

<b>Valores de resistores de 10%</b>
1.0
1.2
1.5
1.8
2.2
2.7
3.3
3.9
4.7
5.6
6.8
8.2

Tabela 2 - Valores de resistências com tolerâncias de 10%.

Já a tabela 3 mostra os multiplicadores para os valores padrões de resistências com tolerância de 5% e de 1%. Na faixa de KW de resistores de 5% de tolerância, podem-se encontrar resistências de 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, ..., k W. Nesta mesma faixa, podem-se encontrar resistências de 1% de tolerância de valores 1.00, 1.02, 1.05, 1.07, 1.10, ..., k W.



5% resistor values		1% resistor values		
10	100	178	316	562
11	102	182	324	576
12	105	187	332	590
13	107	191	340	604
15	110	196	348	619
16	113	200	357	634
18	115	205	365	649
20	118	210	374	665
22	121	215	383	681
24	124	221	392	698
27	127	226	402	715
30	130	232	412	732
33	133	237	422	750
36	137	243	432	768
39	140	249	442	787
43	143	255	453	806
47	147	261	464	825
51	150	267	475	845
56	154	274	487	866
62	158	280	499	887
68	162	287	511	909
75	165	294	523	931
82	169	301	536	953
91	174	309	549	976

Tabela 3 - Valores de resistores com tolerâncias de 5% e 1%.

Resistências com maior número de faixas (5 faixas e até 6 faixas) podem ser encontradas no mercado. Quando contém 5 faixas, as três primeiras representam o número inteiro, a quarta é a potência de 10 e a quinta faixa é a tolerância. No caso de resistências com 6 faixas, as três primeiras representam o número inteiro, a quarta é a potência de 10, a quinta é a tolerância e a sexta faixa indica o coeficiente de temperatura em ppm/°C. A figura 9 mostra uma tabela com os códigos de cores para resistências, onde pode-se observar que além dos multiplicadores normais de 1 a  $10^9$ , existem multiplicadores de  $10^{-1}$  (dourado) e de  $10^{-2}$  (prata). Observe também que o valor da tolerância pode ter no máximo 8 valores (0.05%, 0.10%, 0.25%, 0.5%, 1%, 2%, 5% e 10%).



The diagram illustrates resistor color codes. On the left, three resistors are shown with their respective color bands and values: a 4-band resistor (10k ± 5%), a 5-band resistor (470k ± 1%), and a 6-band resistor (2.2k ± 0.1% 100PPM). On the right, a table provides the expanded color code for resistors.

NUMERAL FIGURA	MULTIPLIC. SI	TOLERANCIA %	TEMPERATURA COEFICIENTE PPM/°C	COR
0	1		100	BLACK
1	10	±1%	50	BROWN
2	10 <sup>2</sup>	±2%	15	RED
3	10 <sup>3</sup>		25	ORANGE
4	10 <sup>4</sup>			YELLOW
5	10 <sup>5</sup>	±0.5		GREEN
6	10 <sup>6</sup>	±0.25	10	BLUE
7	10 <sup>7</sup>	±0.10	5	VIOLET
8	10 <sup>8</sup>	±0.05		GREY
9	10 <sup>9</sup>		1	WHITE
	10 <sup>1</sup>	±5		GOLD
	10 <sup>-2</sup>	±10		SILVER

Fig. 9 - Tabela ampliada de cores para resistores.

A leitura dos condensadores pode ser confusa porque frequentemente existem números impressos no condensador, que não têm nada a ver com o seu valor. Então, a primeira tarefa é determinar que números são determinantes e que números são irrelevantes.

Para grandes condensadores (valores de 1mF e maiores), o valor é frequentemente impresso no encapsulamento; por exemplo, “4.7mF”. Algumas vezes o símbolo “m” atua como ponto decimal; por exemplo, “4m7” significa um valor de 4.7mF.

Condensadores com um valor menor do que 1mF têm seu valor impresso em picofarads (pF). Por exemplo, “100K” significa 100x10<sup>3</sup> pF, ou seja, 0.1mF.

Quando os condensadores vêm impressos com números, os seus valores são similares aos valores das resistências, ou seja, eles têm dois dígitos inteiros seguidos por um dígito de potência de 10. Assim, o valor “472” indica 47x10<sup>2</sup> pF, que são 4700 pF ou 0.0047 µF. Por outro lado, outros condensadores têm indicado o valor “155K”, que significa 15x10<sup>5</sup>pF, ou seja, 1.5 µF.

No caso em que os condensadores venham com código de cores (5 faixas), os seus valores também são similares aos valores das resistências, são duas faixas de números inteiros, uma faixa de potência de 10, uma faixa de tolerância e uma última faixa representando a tensão de trabalho. A figura 10 mostra uma tabela de código de cores para estes condensadores.



	SIGNIFICANT FIGURES	MULTIPLER	TOLERANCE %	WORKING VOLTAGE
BLACK	0		±20%	
BROWN	1			
RED	2			250Vdc
ORANGE	3	0.001µF		
YELLOW	4	0.01µF		400Vdc
GREEN	5	0.1µF		
BLUE	6			
VIOLET	7			
GREY	8			
WHITE	9		±10%	

Fig. 10 - Tabela de código de cores para condensadores.

## Montagem de componentes

Existe uma variedade de formas de se montar componentes eletrônicos. Algumas delas são:

**Protoboard:** Para realizar um teste inicial de um circuito, pode-se realizar a montagem de componentes eletrônicos em um *protoboard* (ou *breadboard*). Um *protoboard* (figura 11) permite conectar rapidamente componentes num circuito e poder trocá-los facilmente, se necessário, já que não usam solda. As colunas verticais (composta de 5 orifícios) de um *protoboard* estão conectadas, assim como a linha horizontal superior e a inferior do mesmo (isso requer uma verificação, pois existem *protoboards* que têm as linhas de contato horizontais divididas em duas seções). Normalmente, utilizam-se tais linhas superiores e inferior para conexão com a fonte de tensão. O espaço entre as colunas no centro é a largura correta para montagem de chips de CIs com encapsulamento DIP.

Observe na figura 11 que a montagem deve ser a mais organizada possível, de forma a possibilitar uma rápida verificação do circuito. Entretanto, a montagem em *protoboards* possui alguns problemas: a densidade de componentes é baixa; devido ao mau uso (colocação de terminais muito grossos nos orifícios) podem aparecer problemas de mau contato nas conexões e a capacitância estática entre as colunas pode prejudicar o desempenho de circuitos de alta frequência.



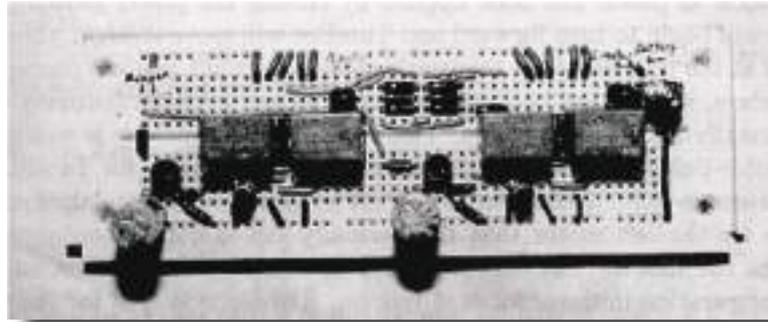


Fig. 11 - Detalhes de uma montagem em protoboard.

*Wire-Wrap*: Uma outra forma de montar os componentes é através da tecnologia de *wire-wrap* (figura 12). Este método utiliza uma pistola ou caneta de *wire-wrap* para enrolar uma extremidade de um fio em cada pino de um soquete onde deve ser feita a conexão. É uma tecnologia de ponto a ponto, pois deve-se cortar e desencapar cada pedaço de fio para uma nova conexão. As suas desvantagens são que o protótipo final tem uma grande espessura (devido aos pinos do soquete), e que, para fazer qualquer mudança nas ligações, deve-se desenrolar cada pino (o que é ainda mais problemático quando a conexão que você quer desfazer está abaixo de um outro fio enrolado), o que também exige uma ferramenta adequada.

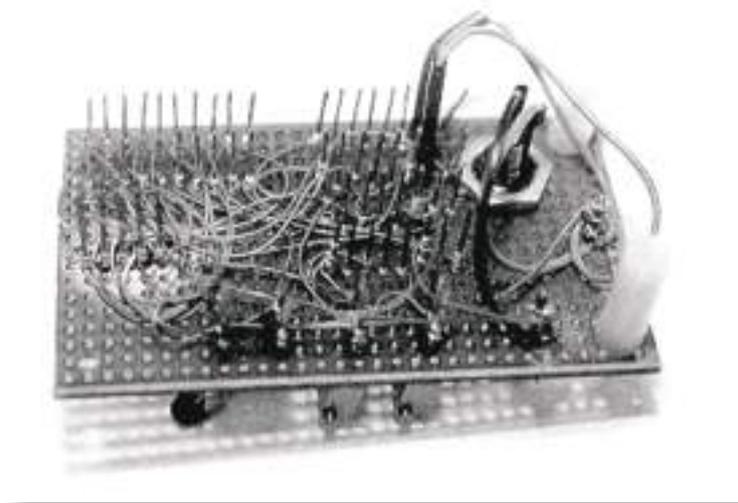


Fig. 12 - Detalhes da parte inferior de uma montagem em *wire-wrap*.

Placa de Soldagem Universal: É um método para construção rápida de protótipos. Usando-se filas de conectores, podem-se construir soquetes para CIs com qualquer número de pinos e até para componentes discretos (que também podem ser soldados diretamente na placa). Uma montagem numa placa universal é mostrada na figura 13.



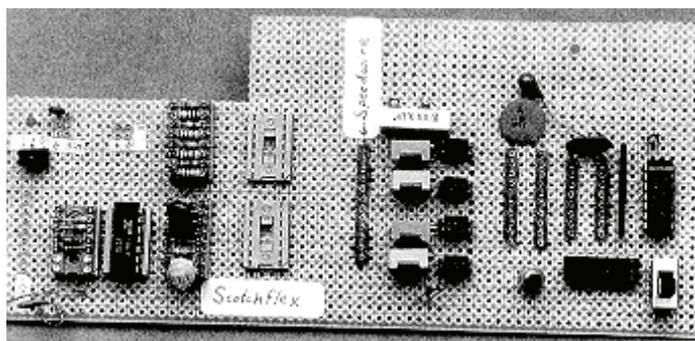


Fig. 13 - Montagem numa placa universal.

Placa de circuito impresso: Não há melhor escolha para construção de circuitos do que uma placa de circuito impresso, ou PCB (*printed circuit board*), mostrada na figura 14. Existem programas específicos (*Orcad, Tango, Protel, etc.*) para projeto de uma placa PCB. Após concluído o projeto, pode-se gravar o arquivo numa disquete e enviar para uma empresa que construa a placa. Um problema é que essas empresas só fazem normalmente um número mínimo de placas por pedido. Existem também máquinas específicas (de custo relativamente alto) para, a partir do projeto feito no computador, construir a placa. A figura 14 mostra uma placa de circuito impresso comercial construída para adaptação no suporte de lente de uma câmara fotográfica Canon. Destaque-se, também, que placas simples podem ser realizadas de maneira artesanal.

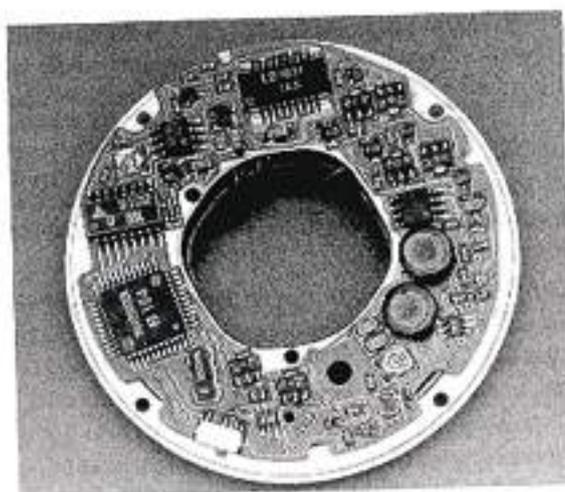


Fig. 14 - Placa de circuito impresso de uma câmara fotográfica Canon.



Ao montar os componentes numa placa, a regra geral é tentar montá-los o mais próximo possível da placa. A principal exceção são os componentes que devem ser dobrados antes de serem soldados (é o caso de alguns condensadores). Se existe espaço para montar os componentes de forma horizontal, faça-o, mantendo-os o mais próximo possível da placa. Se não, monte-os verticalmente (figura 15).

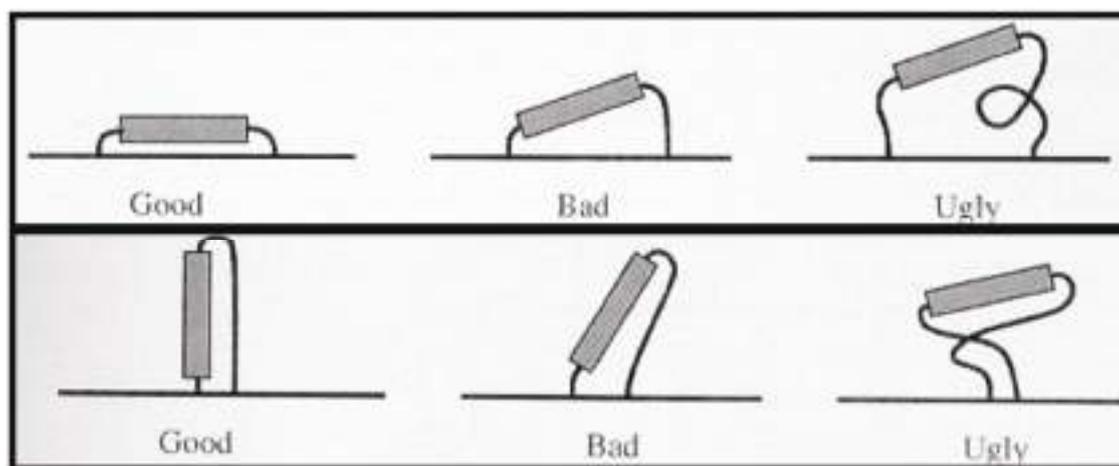


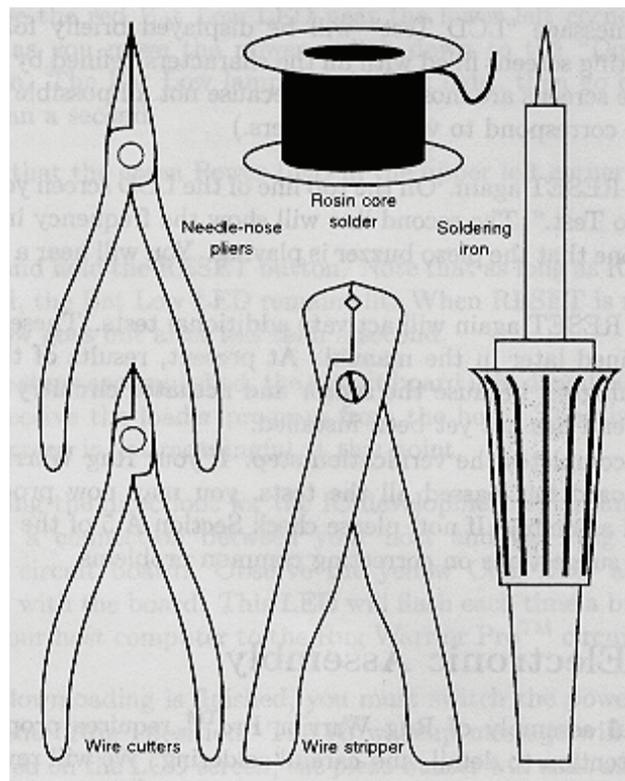
Fig. 15 - Montagens de componentes de forma horizontal e vertical.

Outra regra a ser levada em consideração é a de utilizar condensadores de pequeno valor (0.1mF) entre alimentação e a terra de chips digitais. Desta forma, atenuam-se os transitórios que ocorrem em cada variação de estado. Como dica final, deve-se evitar que no circuito existam “loops” de terra, pois variações nos campos magnéticos parasitas podem induzir diferentes níveis de tensão ao longo do loop de terra. Assim, deve-se sempre procurar ter um único ponto de terra no circuito, para que todos os componentes conectados à terra estejam de fato na mesma tensão de referência.

### Equipamento para montagem de componentes

Uma montagem eficiente de componentes numa placa necessita de ferramentas apropriadas. As seguintes ferramentas são geralmente úteis (figura 16):





*Fig. 16 - Equipamento necessário para a montagem eficiente dos componentes abordados.*

- Ferro de soldar. O mais adequado é um ferro de soldar de ponta fina, de alta qualidade. Deve também fornecer apenas o calor necessário, já que calor excessivo pode danificar os componentes;
- Alicates de corte, para fios pequenos;
- Descascador de fios;
- Alicates de ponta;
- Estanho (solda).

Além destes itens, um suporte para placas sempre é útil (se não o possui, fixe o componente com uma fita adesiva e solde-o pelo outro lado da placa). Um multímetro também é sempre conveniente para detetar curto-circuitos ou circuitos abertos na placa, além de poder verificar os níveis de tensão na placa.



## Técnicas de soldagem

A figura 17 mostra uma técnica correta de soldadura: a ponta do ferro de soldar é inserida no orifício de tal forma que a ponta toca tanto o terminal do componente a soldar como no orifício na superfície da placa. Assim, ambos estarão à mesma temperatura.

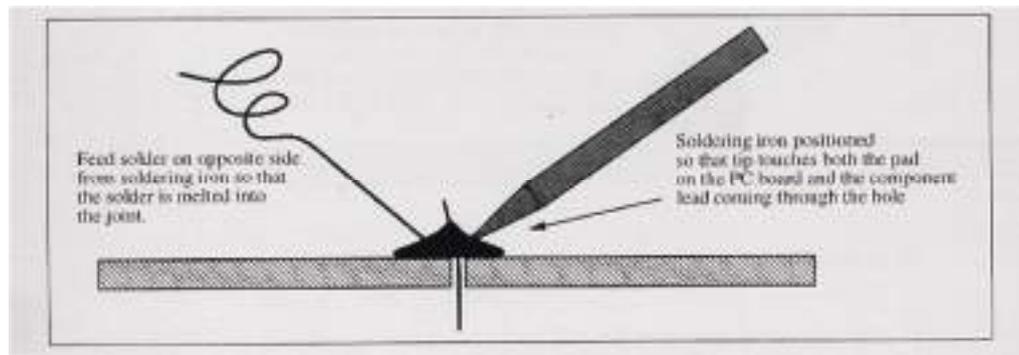


Fig. 17 - Técnica correta de soldadura.

O estanho ou solda deve ser aplicado diretamente ao orifício, e não na ponta do ferro de soldar. Desta forma, o estanho é fundido no orifício, e a junção (terminal do componente e orifício da placa) é aquecida à temperatura necessária para soldar o componente na placa. Não mantenha a ponta do ferro de soldar no terminal do componente e/ou no orifício mais do que o mínimo necessário (cerca de 10s). Existe o risco de danificar o componente e/ou a placa.

A figura 18 mostra um resultado típico de uma soldadura mal feita. A figura mostra o que acontece se o estanho é inicialmente aplicado à ponta do ferro de soldar e posteriormente depositado sobre o orifício. O estanho vira uma bola, impedindo uma soldadura perfeita (pois a junção não recebe calor suficiente do ferro de soldar).

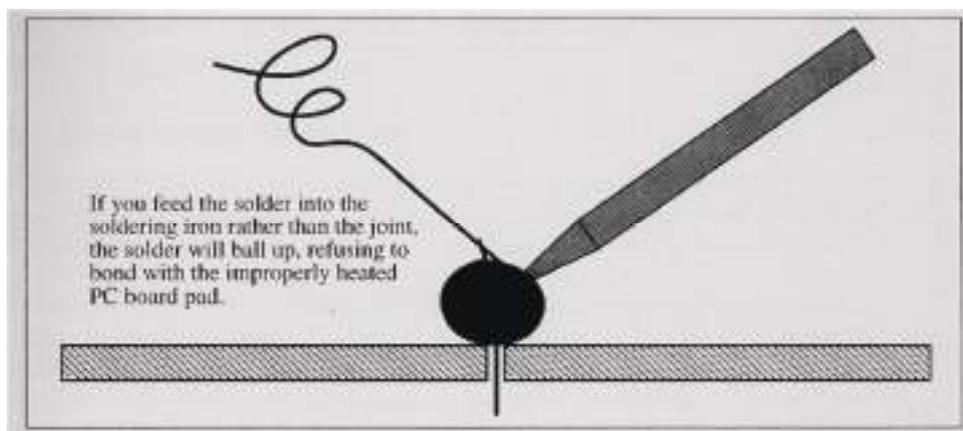


Fig. 18 - Técnica incorreta de soldadura.

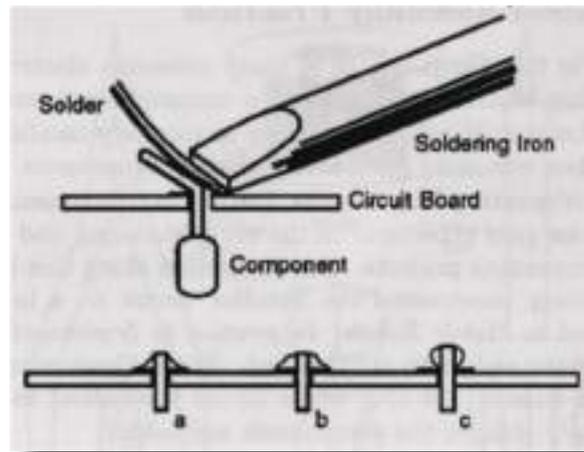


Com esta técnica em mente, leia os seguintes detalhes sobre soldadura de componentes.

Todos eles são importantes e o ajudarão a fazer uma boa soldadura:

- Mantenha a ponta do ferro de soldar longe de tudo, exceto do ponto a ser soldado. O ferro de soldar é quente e pode queimar facilmente o que ficar em contato com ele, provocando queimaduras e até causar um incêndio.
- Certifique-se de ter à mão uma esponja húmida para efetuar a limpeza da ponta do ferro de soldar. Soldar é basicamente um processo químico e até uma pequena quantidade de gordura pode impedir uma boa soldadura.
- Certifique-se sempre que a ponta está estanhada quando o ferro de soldar está ligado. A estanhagem protege a ponta e melhora a transferência de calor. Para estanhar a ponta do ferro de soldar, limpe a ponta e seque-a com uma esponja húmida. Então imediatamente funda um pouco de estanho fresco na sua ponta. A ponta deverá estar brilhante e revestida com o estanho. Se a ponta do ferro de soldar estiver a ser usado por um longo período de tempo, limpe-a e então volte a estanha-la antes de continuar.
- Cuidado para não remover o revestimento protetor da ponta do ferro de soldar.
- Uma solda fria (figura 19) é uma solda onde uma bolha de ar ou outra impureza tenha entrado na junta durante o arrefecimento. Junções ou soldas frias podem ser identificadas pela sua aparência opaca e matizada. O estanho não flui corretamente, não envolvendo os terminais do componente. Junções frias são frágeis e estabelecem conexões elétricas más. Para substituir esta solda, aplique a ponta do ferro de soldar na solda até que o estanho se refunda e flua no terminal do componente. Se uma solda fria reaparece, remova o estanho com um chupa soldas, e ressolde a junção.
- Não mantenha o ferro de soldar na junta por um longo período de tempo (mais do que 10 segundos), visto que muitos componentes eletrônicos, ou a própria placa de circuito impresso, podem ser danificadas por calor prolongado ou excessivo. Muito calor pode destruir as pistas do circuito impresso. Alguns componentes que podem se danificar devido ao calor em excesso são: díodos, circuitos integrados (CIs) e transístores.





*Fig. 19 - Técnicas de soldadura e respectivos resultados. (a) Solda correta (lisa e brilhante); (b) Solda incorreta: solda fria (opaca e áspera); (c) Solda incorreta: calor foi aplicado somente ao terminal do componente e não ao orifício, não produzindo um contato perfeito. Os casos (b) e (c) podem ser corrigidos, ressoldando a junção.*

Como última observação, nunca coloque a placa de circuito impresso sobre qualquer material condutor (fios, pedaços metálicos, estanho, etc.), pois mesmo com o circuito desligado, alguns componentes podem ter tensão e provocar danos ao circuito.



# Soldadura e dessoldadura em PCI

Segue um pequeno resumo para escolher um ferro de soldar e efetuar uma boa soldadura.

- Potência máxima: 30 Watt (ferro leve e ponta fina).
- O ferro de soldar deve permitir substituir a ponta.
- A temperatura da ponta do ferro de soldar atinge temperaturas da ordem dos 400°C.

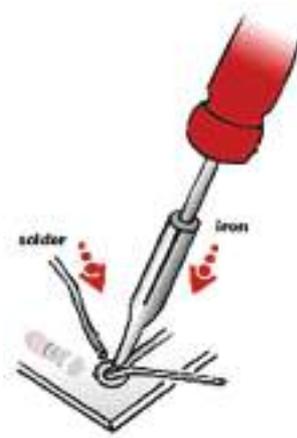


Utilize a solda com as seguintes características:

- Usar soldas com ligas 60/40 ou 63/37 (estanho/chumbo). Solda fina de baixo ponto de fusão.

Pontos importantes para poder efetuar uma soldadura eficiente:

- Todos os terminais, pontas de fios ou partes metálicas envolvidas devem ser rigorosamente limpas. Partes oxidadas ou sujas podem ser raspadas com uma lâmina ou esfregadas com lixa fina até que o metal fique brilhante, livre de qualquer depósito que possa dificultar uma boa soldagem.
- Para ligar terminais ou fios diretamente uns aos outros, depois de limpos eles devem ser provisoriamente fixados (ainda que levemente) entre si.
- Antes de começar a soldar, o ferro deve ser ligado e deve deixar-se aquecer até atingir o ponto máximo de calor. Sempre que necessário deve limpar-se a ponta do ferro com uma esponja ligeiramente humedecida.
- Encoste primeiro a ponta aquecida do ferro na junção a ser feita. Um ou dois segundos são suficientes para que as partes metálicas envolvidas



atingam a temperatura necessária. Em seguida encoste o fio de solda na junção (não na ponta do ferro). Se a junção estiver limpa e aquecida corretamente a solda funde-se e espalha-se uniformemente, realizando-se uma ligação perfeita.

- Os semicondutores (diodos, led, transístores, circuitos integrados, etc.) e os condensadores eletrolíticos não “gostam” do calor excessivo, então:
  - Evite encostar a ponta aquecida do ferro diretamente no corpo do componente, ou mesmo num terminal num ponto muito próximo do corpo do componente.
  - Em qualquer caso, a soldagem não pode demorar mais do que uns 10 segundos.
  - Se por qualquer motivo não conseguir soldar durante esses 10 segundos, deve afastar o ferro de soldar e esperar que a ligação esfrie e, tentar novamente, com mais cuidado.
  - Algumas ligações são difíceis de se realizar rapidamente. Nesse caso deve usar-se uma ferramenta que permita desviar o calor do corpo do componente.

Para diagnosticar a qualidade do ponto de solda obtido basta observar se o ponto de solda ficou liso e brilhante. Se isso ocorrer, a soldadura está boa. Se, contudo, o ponto de solda ficou rugoso e fosco a soldadura não está boa.

### *Início da soldadura*

A soldadura é uma operação importante na montagem dos diversos componentes eletrônicos na placa de circuito impresso.

Desta operação depende muitas vezes, o bom funcionamento do dispositivo.



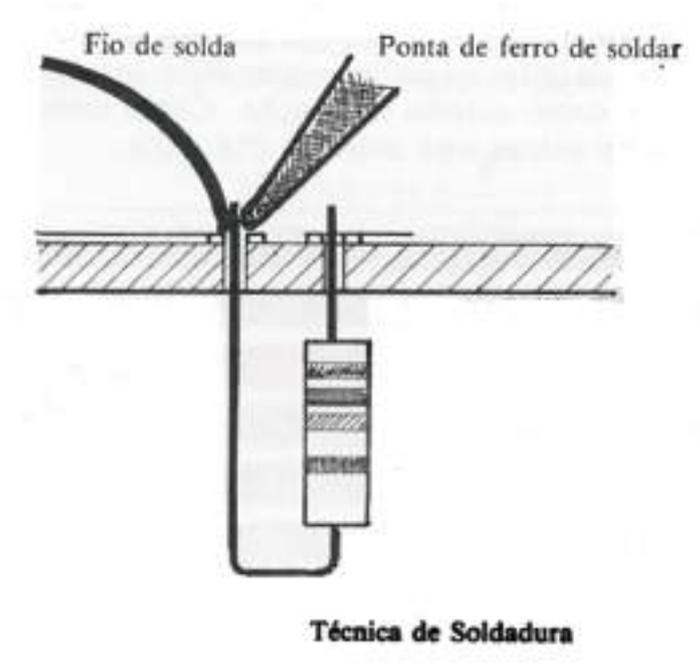


Fig. 20 – Exemplo de soldadura em PCI

Para soldar convenientemente deve aquecer com o ferro de soldar o terminal do componente ao qual está encostado também o fio de solda.

A soldadura deverá apresentar um aspeto homogêneo, liso e brilhante para que se possa considerar correta.

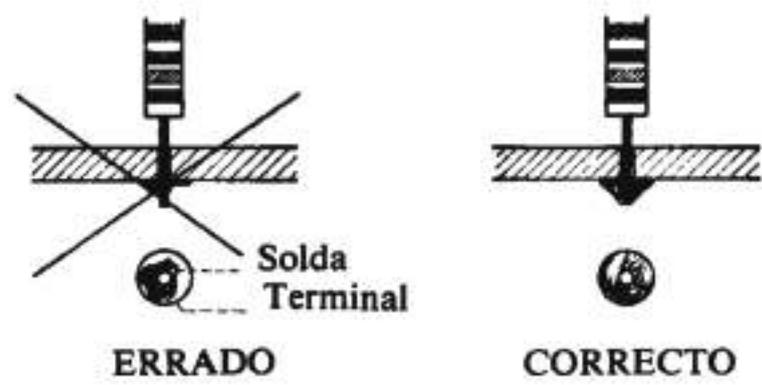


Fig. 21 – Exemplo correto e incorreto de solda em PCI.

Em componentes mais sensíveis ao calor aplicado durante a soldadura, deverá utilizar-se uma pinça, que atuará como dissipador, ao colocá-la entre o corpo do componente e a ponta do terminal a soldar.



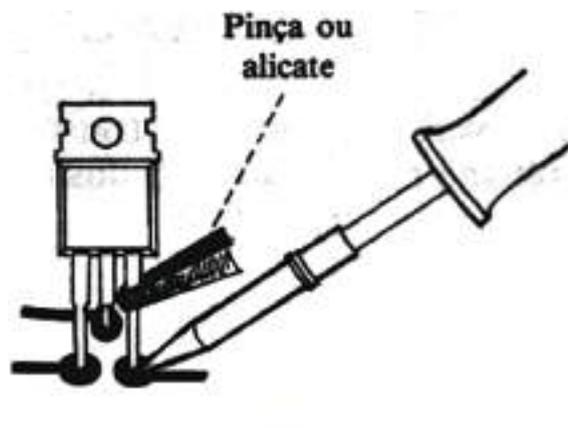


Fig. 22 – Exemplo de soldadura de um Circuito Integrado.

### Dessoldagem

O sugador de solda ou chupa soldas é a ferramenta usada para retirar a solda dos componentes no circuito.



Fig. 23 - Dessoldador.

Como usar corretamente um sugador de solda para retirar um componente soldado do circuito:

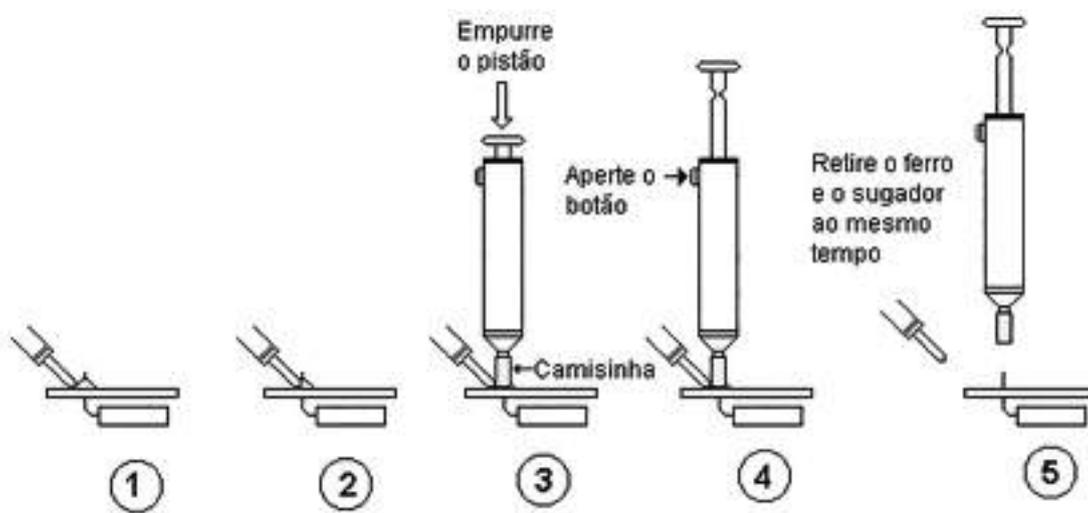


Fig. 24 – Como usar um dessoldador.



- Encostar a ponta do ferro de soldar na solda que se pretende retirar.
- Derreter bem a solda no terminal do componente.
- Empurrar o pistão do sugador e colocá-lo na posição vertical, bem em cima da solda sem retirar o ferro de soldar.
- Apertar o botão do sugador. O pistão volta para a sua posição inicial e a ponta aspira a solda derretida para dentro do sugador.
- Retirar o ferro de soldar e o sugador simultaneamente. Agora o componente está com o terminal solto. Se ainda ficar alguma solda a segurar o terminal do componente deve repetir-se a operação.



# Placa de circuito impresso (PCI)

## Introdução

O fabrico do circuito impresso teve início na 2ª Guerra Mundial, nos anos 40.

O circuito impresso substituiu com muitas vantagens o circuito elétrico usual com condutores soltos de cobre que constituíam autênticos emaranhados de fios que tornavam difícil a deteção e reparação de avarias.



Fig. 25 – Exemplo de uma placa de Circuito Impresso.

O circuito impresso é muito utilizado na aparelhagem elétrica, máquinas elétricas, computadores, telecomunicações, etc.

Existem no mercado fundamentalmente dois tipos de placa, a placa normal e a placa pré-sensibilizada. A diferença entre as duas reside no facto da placa pré-sensibilizada ter uma camada de verniz sobre todo o cobre cuja função é permitir usar uma técnica para efetuar a impressão do circuito na placa de circuito impresso. A placa normal apresenta apenas o cobre sobre a base isoladora.

## Constituição de uma PCI

A placa de circuito impresso (P.C.I.) ou “*pressed circuit board* (P.C.B., em inglês) é constituída por uma base de material isolante revestida, numa ou nas duas faces, por uma fina camada de cobre onde vão ser desenhadas as pistas (que substituem os condutores) que interligam os vários componentes eletrónicos do circuito.



Quando os componentes são em número reduzido, os circuitos (pistas e ilhas ou *pads*) são impressos numa das faces e os componentes são colocados na outra face, com os seus terminais a passarem nos furos para serem soldados nas ilhas ou *pads*, fazendo-se assim os contactos eléctricos.

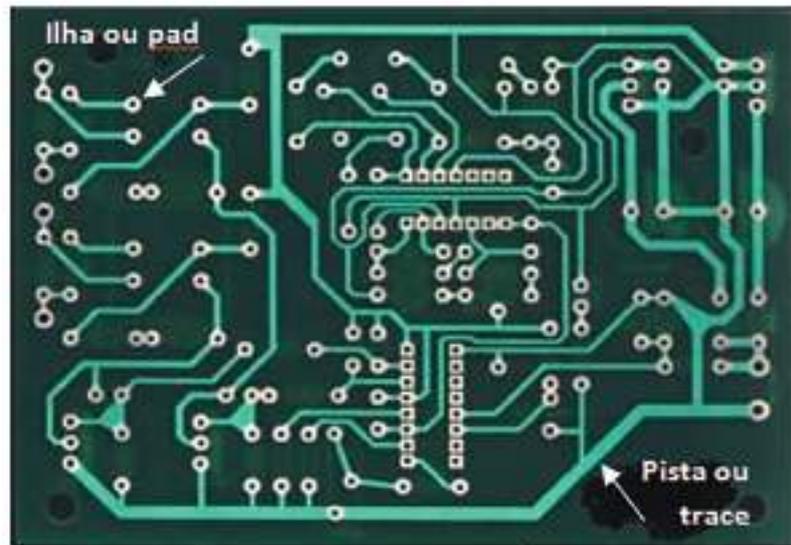


Fig. 26 – Exemplo de pistas e pad.

Quando os circuitos têm muitos componentes utiliza-se a placa de circuito impresso de dupla face ou até em multicamadas, isto é, várias camadas sobrepostas e ainda a tecnologia S.M.T. (*Surface Mounted Technology*) que utiliza componentes S.M.D. (*Surface Mounted Device*) que são componentes que são soldados diretamente nas pistas.



Fig. 27 – Exemplo de PCB com tecnologia S.M.T.

O material utilizado no fabrico das placas é um material isolante como a baquelite, a resina-epóxi, a fenolite, a fibra de vidro, a composite, a cerâmica, etc.



A espessura mais comum das placas está normalizada e tem os seguintes valores: 1mm, 1,5mm, 2,2mm e 3mm.

O material das pistas (“trace” em inglês) é geralmente o cobre. O cobre é colocado sobre a placa numa camada muito fina, cuja espessura tem os seguintes valores: 0,035mm e 0,07mm.

A largura mínima das pistas é de 0,30mm.

Sendo a espessura do cobre fixa, então a largura da pista varia de uma forma diretamente proporcional com a intensidade da corrente que a irá percorrer. Um mau dimensionamento da pista pode fundi-la devido a sobrecarga ou aquecimento excessivo. Na tabela seguinte indica-se a relação entre largura, espessura das pistas e intensidade máxima admitida.

Largura (mm)	Intensidade máxima permitida (A)	
	Espessura de 0,035mm	Espessura de 0,07mm
0,5	2,7 Amperes	4,3 Amperes
0,7	3,8	5,0
1	4,3	7,7
1,5	6	10,3
2	8	13
2,5	9	14,2
3	10,5	17
6	25	35

Tabela 4 - Dimensionamento das pistas.

A separação entre pistas (“air gap”, em inglês) é função da tensão entre elas, de acordo com os valores indicados:

0,5mm ⇒ 0 a 50 V

1mm ⇒ 100 a 170 V

1,2mm ⇒ 171 a 250 V

No espaçamento de pistas deve-se considerar o valor mínimo de 0,8mm

No *software* (por exemplo o *Eagle*) que se pode utilizar para o fabrico de circuito impresso, os valores vêm frequentemente em polegadas (“inches”, em inglês) que vale: 1 polegada = 2,54 cm. Também é utilizada a abreviatura “mil” que tem o significado de milésima de polegada.



A distância entre terminais (“*raster*” em inglês) é um múltiplo de 2,54 milímetros, quer dizer a décima parte de uma polegada. A título de exemplo, os condensadores com dielétrico de plástico de uso comum têm uma separação entre terminais de 5,08 mm e os circuitos integrados têm uma separação entre terminais de 2,54 mm.

As brocas a serem utilizadas para a furação das placas de *Epóxy* devem ser de carboneto de tungstênio ou de aço rápido.

Os diâmetros dos furos a serem realizados na PCI devem estar de acordo com a seguinte tabela:

Aplicação do furo	Diâmetro do furo em mm
Componentes de uso corrente (resistências, condensadores, díodos)	1mm
Transistor	0,8mm
Ligador para circuito impresso	1,25mm
Parafusos de fixação	3,5mm

*Tabela 5 – Dimensões dos furos para os respectivos componentes.*



# Fabrico manual de circuitos impressos

## *Utilizando canetas para desenhar as pistas*

A construção de um circuito impresso obriga a ter o desenho da ligação dos componentes. Devemos copiá-lo e colá-lo na face de cobre. Proceder depois às furações com broca de 1mm de diâmetro.

Descolado o papel da placa, lava-se bem a placa e desenha-se o circuito na face de cobre, com caneta própria.

A operação seguinte consiste em mergulhar a placa em percloro de ferro (400 gr de Fe Cl<sub>4</sub> por 1 litro de H<sub>2</sub>O) e aguardar de 30 a 60 minutos que desapareça o cobre excedente (cobre não protegido pela tinta).

Deve em seguida lavar-se bem em água corrente e retirar com solvente (álcool) a tinta usada para as pistas.

O circuito impresso está finalmente pronto para a implantação e soldagem dos componentes.

## *Técnica do verniz foto resistente*

Para pôr em prática esta técnica é necessário ter o seguinte material:

Original do circuito impresso (em vegetal ou acetato), placa de circuito impresso, substância foto resistente (ex. *Positiv 20*), lâmpada de ultra violeta, soda cáustica e percloro de ferro.

Limpeza: Devemos lavar cuidadosamente a placa destinada ao circuito impresso com água e detergente capaz de lhe retirar a gordura e a oxidação. Depois de lavada deve secar-se convenientemente a placa.

Aplicação da camada: Deve pulverizar-se a placa com um produto foto resistente de forma contínua e uniforme, cobrindo a totalidade da superfície cobreada.

Secagem: Devemos proceder a uma secagem lenta e progressiva. Podemos utilizar uma estufa, inicialmente a temperaturas inferiores a 40°C na qual introduzimos a placa, subindo depois para 70°C. A duração da operação varia entre 15 e 20 minutos.

Há quem utilize com bons resultados, um secador de cabelo.



Nota: Se forem usadas placas de circuito impresso pré sensibilizadas não é necessário contemplar os três pontos referidos anteriormente.

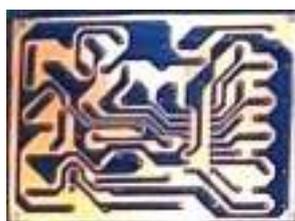
Exposição: Obtêm-se os melhores resultados utilizando lâmpadas de quartzo ou de vapor de mercúrio.



*Fig. 28 – Exemplo de um dispositivo de exposição de PCI.*

Cobre-se a placa com o original (positivo) do circuito impresso. Deve pressionar-se bem o original (em vegetal ou acetato) com a ajuda de um vidro acrílico (o vidro normal absorve mais as radiações ultra violetas) de forma a obter um contacto perfeito. O tempo de exposição é variável em função das condições.

Revelação: Depois da camada de verniz foto resistente ter sido exposta à luz, é necessário proceder à revelação do desenho não atacado, isto é, toda a área coberta pela parte a negro (pistas e ilhas) do original. Essa revelação faz-se numa solução reveladora de 7 a 9 gramas de soda cáustica dissolvida num litro de água.



*Fig. 29 – Exemplo de uma PCI para revelação.*

O tempo varia segundo a espessura da camada a revelar e o uso dado ao revelador. O tempo de revelação situa-se entre 10 segundos (revelador novo) e 1 minuto.

Finalmente deve lavar-se cuidadosamente a placa.

Remoção do cobre excedente: A substância a utilizar para ataque químico ao cobre não deverá atacar o verniz foto resistente que reserva o circuito impresso. É vulgar a utilização de percloroeto de ferro.



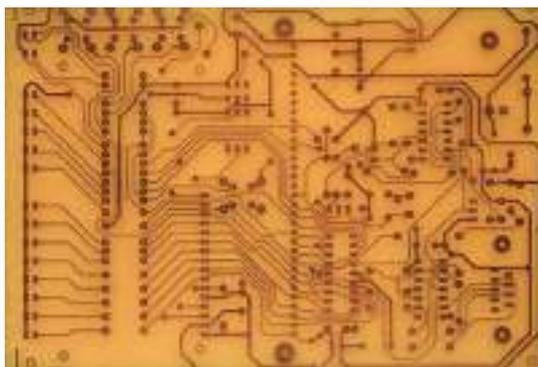


Fig. 30 – Exemplo de uma placa depois de removido o cobre.

O tempo que a placa deve permanecer no banho varia segundo a densidade e temperatura deste, bem como com a espessura do cobre a retirar. Como base aconselhamos de 30 a 60 minutos, podendo no entanto acelerar-se o processo com o aquecimento do banho e a sua agitação. Depois da operação realizada deve lavar-se cuidadosamente a placa.

Acabamento: Finalmente limpa-se a face cobreada do circuito com um solvente (acetona ou álcool), para retirar o verniz foto resistente. Seca-se com cuidado e procede-se à furação com brocas de 1 mm de diâmetro.

Para evitar a oxidação das pistas de cobre poder-se-á aplicar um “spray” qualquer de resina acrílica (ex. *Plastic - Spray 70*) que permite a soldadura posterior.

#### Observações:

As placas pulverizadas com verniz foto resistente e que aguardam um tempo prolongado para serem expostas aos raios ultra violetas, devem ser armazenadas em local escuro e fresco.

As placas não devem ser expostas à luz ultra violeta antes das lâmpadas terem atingido a sua plena intensidade luminosa (2 a 3 minutos após serem ligadas à corrente) Deve utilizar-se óculos de segurança em presença da luz ultra violeta.

Não se deve juntar revelador novo ao já usado.

A revelação está terminada quando a olho nu se notam claramente as pistas e o escurecimento do revelador. É conveniente agitar a placa durante a revelação.

A placa deposita-se no percloroeto de ferro com a face de cobre para cima para que se possa observar a evolução do processo.



## Exercícios propostos

Perguntas de exemplo sobre este módulo:

1. Quais os componentes que têm polaridade e por isso é necessária mais atenção ao colocar na montagem?
2. Quais as especificações que são importantes para definir uma resistência?

R: As especificações são o seu valor ( $\Omega$ ) e a sua potência (W).

3. Nos Díodos como é assinalado o Cátodo?
4. Se estiver a visualizar um LED novo como identifica o Ânodo?
5. Como se verifica o pino 1 de um circuito integrado?
6. O que pode causar a energia eletrostática?
7. Quais os tipos mais comuns de Condensadores?
8. Como se distingue a polaridade dos condensadores?
9. Como é construída uma Bobine?
10. Quais os nomes dos terminais de um Transístor NPN?
11. Qual o valor de uma resistência com as seguintes cores, Castanho, Preto e Castanho?
12. Para que função se utiliza a protoboard ou breadboard?
13. O que é uma PCB?



14. Quais as ferramentas que precisa para a montagem eficiente dos componentes abordados anteriormente?
15. Porque não podemos manter o ferro de soldar na junta por um longo período de tempo, mais do que 10 segundos?
16. Para que serve um sugador de solda ou chupa soldas?
17. Qual o material utilizado no fabrico das PCB?
18. Qual a espessura mais comum das PCB?
19. Qual o material de que são construídas as brocas para serem utilizadas para a furação das placas de *Epóxy*?
20. Para que se utiliza o Percloroeto de Ferro no fabrico de PCB?



# Utilização prática do programa EAGLE

## Introdução

O programa *Eagle* é um programa de desenho de placas de circuito impresso (PCI). Este programa é gratuito (freeware) e é relativamente fácil de utilizar, depois de se conhecerem os passos fundamentais.

Pode-se fazer *download* deste programa freeware (versão 4.14) em: <http://www.cadsoftusa.com/>

Em primeiro lugar deve desenhar-se o esquema elétrico pretendido (ficheiros de extensão \*.sch) e, a partir desse esquema, o programa apresenta uma solução para o desenho das pistas. O desenho da placa de circuito impresso (PCI ou PCB) é apresentado em ficheiros de extensão \*.brd.

Utilizando as bibliotecas de componentes existentes no programa, constrói-se o esquema elétrico que será usado como base no projeto da PCI. Assim sendo, é muito importante a seleção correta do componente, pois além da sua aplicação básica também servirão de referência as suas características gerais, tais como o tamanho, o encapsulamento, a potência, etc.

Após a elaboração do esquema é possível gerar uma PCI, através de um rascunho fornecido pelo programa. Este rascunho pode (e deve) ser alterado para a adequação e posicionamento físico dos componentes sobre a placa, de modo a facilitar a passagem das pistas, montagens, fixações mecânicas e outros requisitos.

## Instalar o Programa

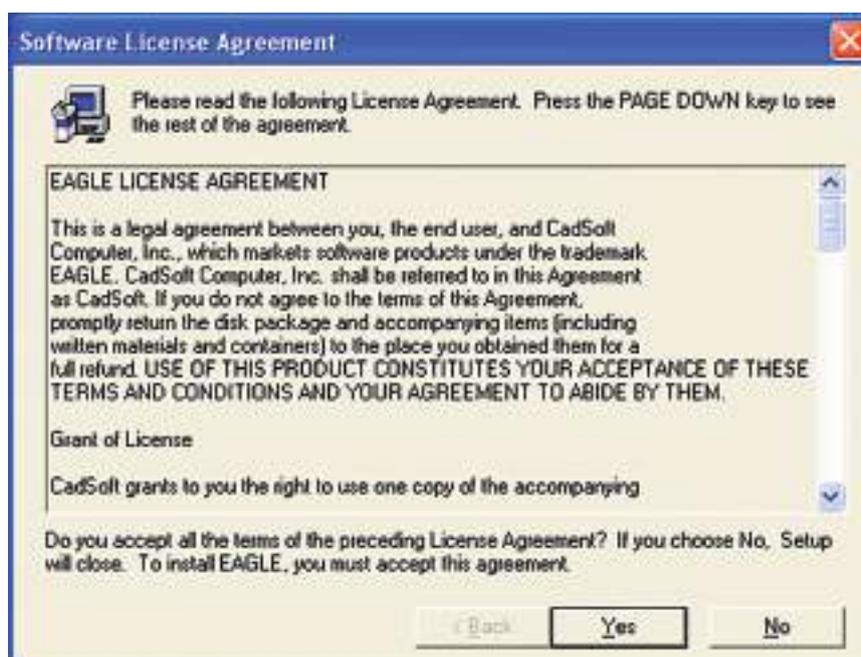
Localize no seu computador o disco onde está guardado o programa “eagle-4.14.exe”. Execute-o para iniciar a instalação e clique sobre a opção “Setup”.



Será apresentada a janela de boas vindas e de aviso de protecção do programa.  
Clique sobre “Next”.



Em seguida será apresentada a janela de concordância com a licença e termos de utilização. Este software é de uso livre para fins educativos apresentando no entanto algumas limitações. Clique sobre “Yes”<sup>1</sup>.



1 A área da placa (board) é limitada a 100 x 80 mm, o esquema elétrico fica limitado a uma só folha e só pode ser usado, no máximo, para placas de dupla face.



Será apresentada uma nova janela para a escolha da directoria de destino da instalação do programa. Caso seja necessário, altere para a localização pretendida. Clique sobre “Next”.



A janela seguinte apresenta para simples conferência, um resumo dos parâmetros iniciais da instalação.

Clique sobre “Next”. Começará a instalação propriamente dita.



O processo de instalação é iniciado e pode ser acompanhado pela barra de progresso. Terminada a instalação, surge a janela de finalização. Caso não queira visualizar os ficheiros ou iniciar o programa, desselecione os quadrados. Clique em “Finish”.



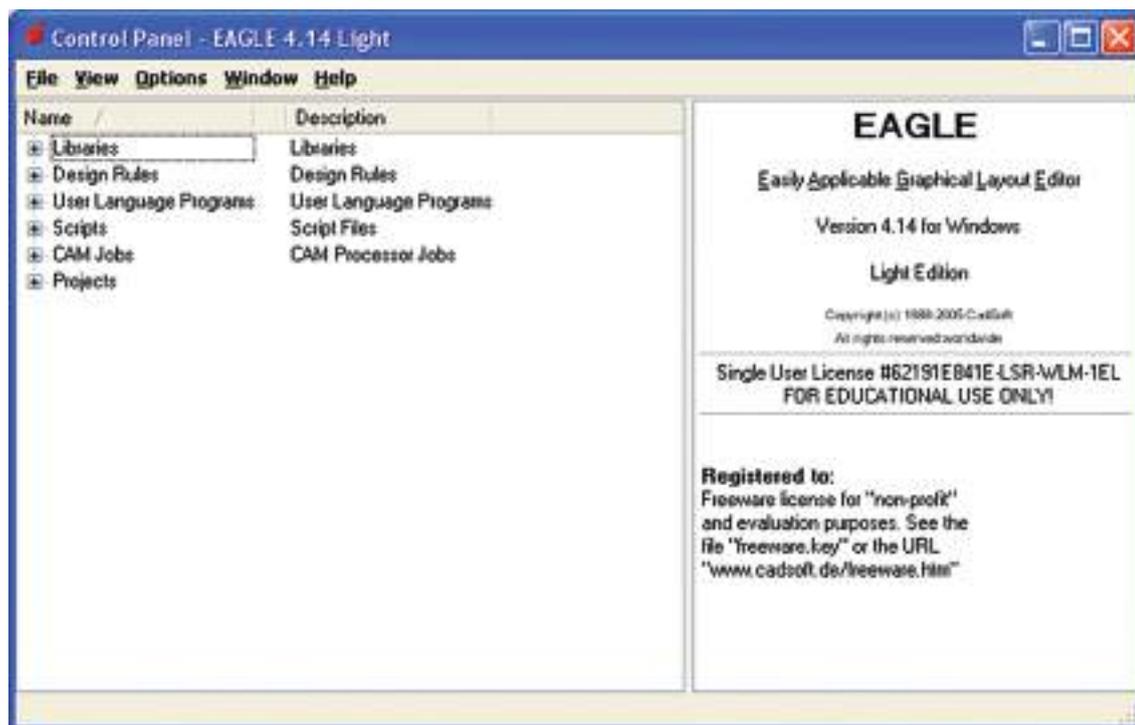
Quando executar o *software* pela primeira vez aparecerá uma caixa de diálogo a pergunta se tem uma licença pessoal. Selecione “**Run as Freeware**”.



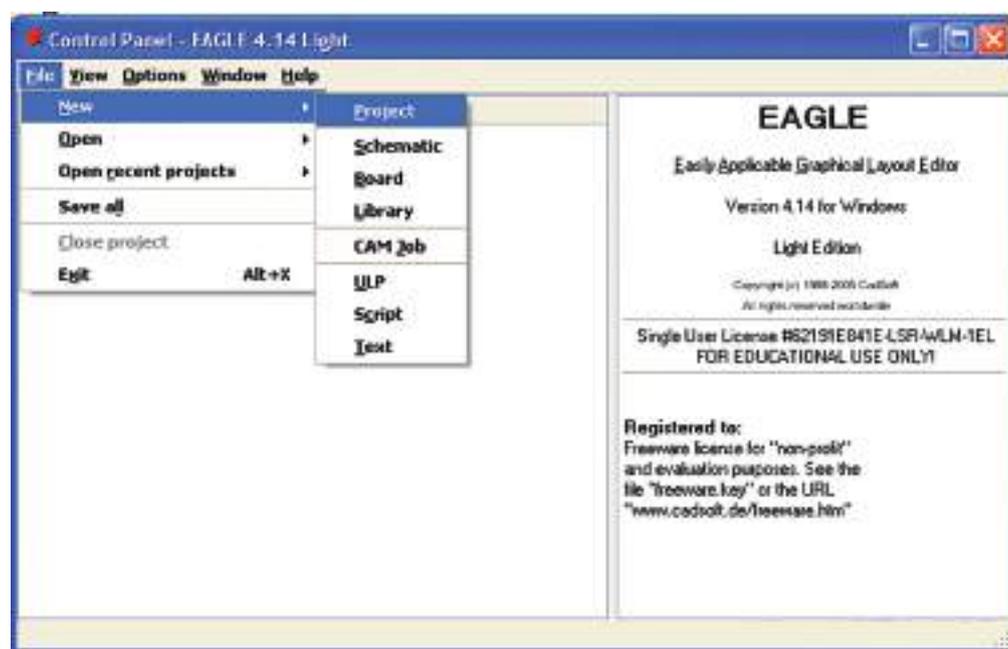
### *Executar o Programa*

Executando-se o programa, surge a janela principal onde estão localizados os comandos básicos para criação e abertura de projectos. Entre estes, destacamos a directoria “Projects”, onde originalmente são armazenados os projectos em elaboração ou já concluídos.





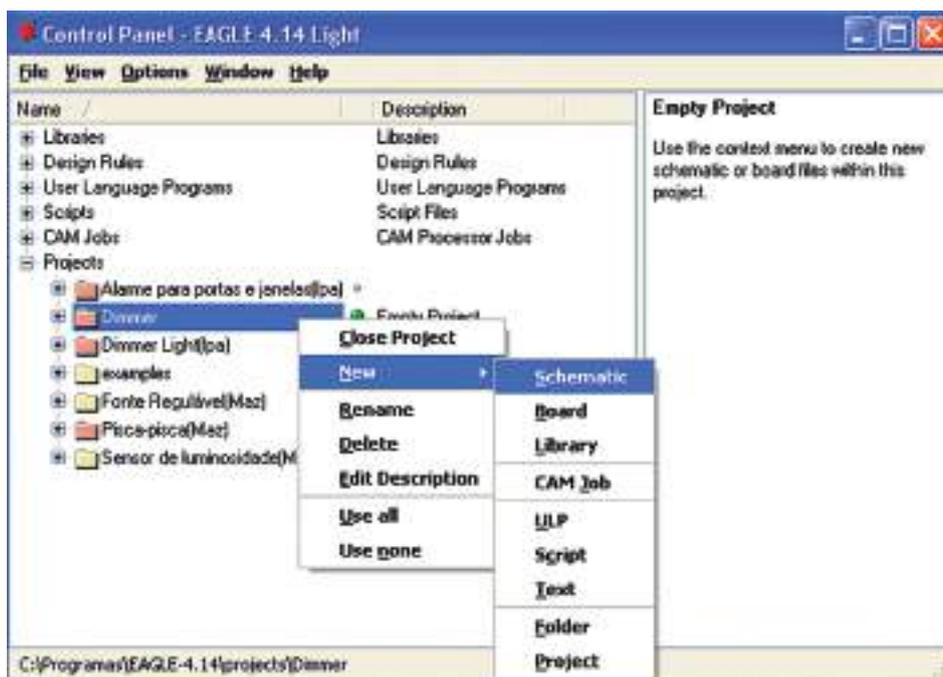
Como vamos realizar a aprendizagem através de um exemplo prático, devemos criar inicialmente um novo projecto para guardarmos os nossos trabalhos. Para esse efeito siga a seguinte sequência de comandos: (**File**> **New**> **Project**).



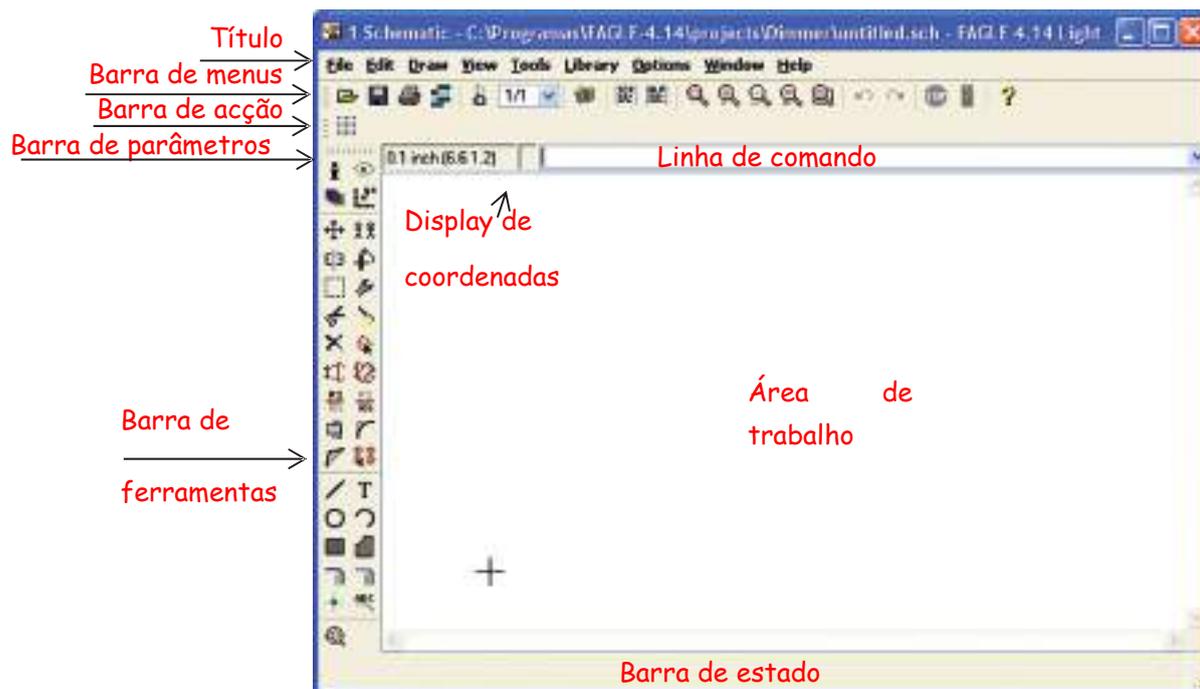
Vamos acrescentar um novo projecto ao qual vamos atribuir o nome “Dimmer”.

Observe que à direita do nome, surge a frase “Empty Project”, indicando que ainda não tem nenhum conteúdo, ou seja, apenas a pasta foi criada.

Devemos então criar um novo esquema eléctrico (**New> Schematic**), pressionando com o botão direito do rato sobre a pasta Dimmer, seguindo a sequência mostrada na figura a seguir.



Surge então a janela com os comandos e funções específicas para o desenho do esquema eléctrico.



## Barra de ação



- 1** -Abrir um documento.
- 2** -Gravar um documento.
- 3** -Imprimir um documento.
- 4** -Exportar um ficheiro para o formato de industrialização (CAM – **C**omputer **A**ided **M**anufacturing).
- 5** - Passar do esquemático para a placa e vice-versa.
- 6** -Número de folhas.
- 7** -Utilizar a biblioteca.
- 8** -Executar um ficheiro script (\*.scr).
- 9** -Correr um programa de linguagem de utilizador (\*.ulp).
- 10** -Ajustar o desenho à janela.
- 11** -Ampliar o desenho.
- 12** -Reduzir o desenho.
- 13** -Redesenhar/limpar o desenho.
- 14** -Ampliar uma área seleccionada do desenho.
- 15** -Anular a última alteração.
- 16** -Refazer a alteração anterior.
- 17** -Cancelar comando.
- 18** -Executar comando.
- 19** -Ajuda do programa.



## Barra de Ferramentas e Bibliotecas



INFO: Mostra as propriedades dos objetos selecionados.

SHOW: Mostra, na barra de *status*, os nomes e outros detalhes do objeto selecionado.

DISPLAY: Permite mostrar ou esconder as camadas (*layers*) que pretendemos que apareçam ou não no desenho ou impressão.

MARK: Permite selecionar a origem das coordenadas para a apresentação da posição relativa indicada na parte superior esquerda da janela (display de coordenadas).

MOVE: Permite mover um objeto selecionado.

COPY: Permite copiar um objeto.

MIRROR: Gera uma imagem invertida dos objetos e grupos relativamente ao eixo dos Y.

ROTATE: Permite rodar um objeto.

GROUP: Ativando esta função pode-se selecionar um conjunto de objetos.

CHANGE: Permite alterar as propriedades dos objetos.

CUT e PASTE: Com CUT pode-se guardar na memória um componente ou grupo e PASTE permite recuperá-lo e colocá-lo na área de trabalho

DELETE: Permite apagar um objeto selecionado.

ADD: Com esta função podem-se inserir no esquema os componentes que estão



disponíveis nas bibliotecas.

NAME: Permite modificar o nome que o programa deu aos componentes e condutores utilizados.

VALUE: Permite definir ou modificar o valor de um objeto.

SMASH: Permite separar o nome do objeto do seu valor.

PINSWAP: Permite trocar pinos equivalentes.

GATESWAP: Permite trocar gates equivalentes.

SPLIT: Permite curvar uma linha já desenhada.

INVOKE: Pode ser utilizado para permitir a ligação do componente ativo a uma fonte de tensão diferente de VCC e GND.

WIRE: Permite desenhar linhas/condutores.

TEXT: Permite acrescentar etiquetas de texto a um elemento ou desenho.

CIRCLE: Permite desenhar círculos.

ARC: Permite desenhar arcos.

RECTANGLE: Permite desenhar retângulos.

POLYGON: Permite desenhar um polígono.

BUS: Permite desenhar barramentos de condutores paralelos.

NET: Permite fazer ligações elétricas ao bus e definir o dimensionamento das pistas.

JUNCTION: Serve para inserir um nó (numa derivação) ou para definir os terminais dos componentes.

LABEL: Permite colocar uma etiqueta com o nome dado a uma linha simples ou barramento.

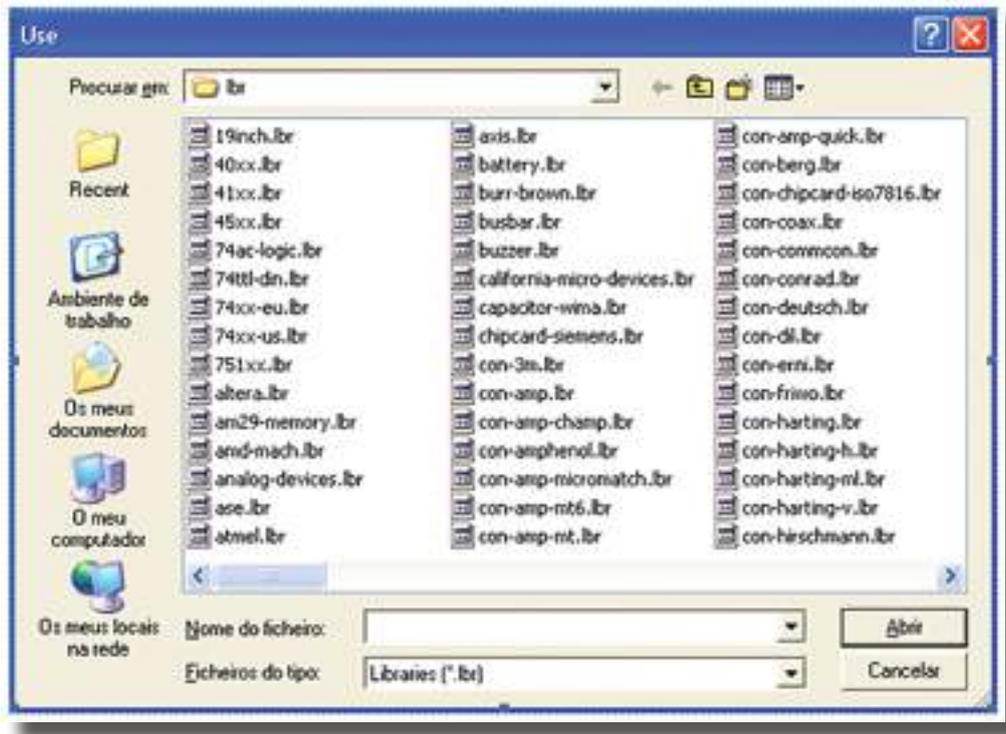
ERC: (*Electrical Rule Check*) Esta é uma ferramenta que realiza uma verificação elétrica do circuito, detetando erros nos esquemas elétricos.

Os esquemas eléctricos devem ser sempre desenhados com a grelha de 0,1 polegada (2,54 mm), porque as bibliotecas estão definidas para este valor. Os símbolos deverão ser colocados nesta grelha ou num múltiplo da mesma, uma vez que em caso contrário é possível que as pistas não possam ser ligadas aos pinos (terminais).

Vamos iniciar o desenho do esquema eléctrico partindo da selecção e posicionamento dos componentes. Os componentes electrónicos disponíveis estão agrupados por similaridade e/ou fabricante e organizados por ordem alfabética, em arquivos independentes denominados bibliotecas.

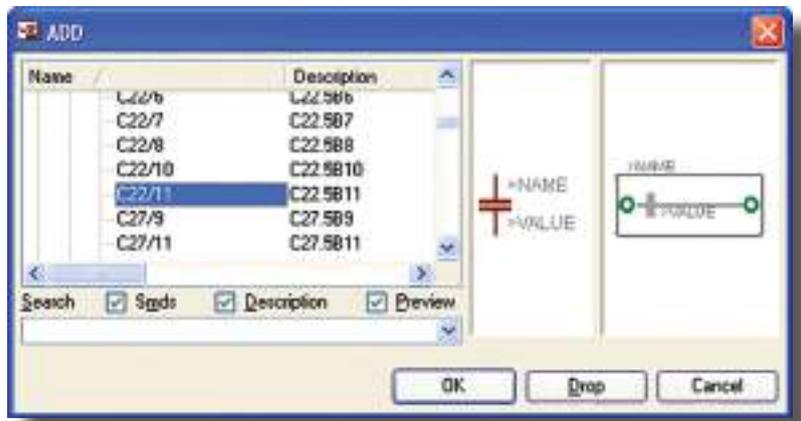


Se seleccionarmos o menu **Library** e a opção **Use** podemos verificar que o Eagle já carregou todas as bibliotecas disponíveis.



Como podemos observar, em função da quantidade de bibliotecas, componentes e combinações entre os grupos, inicialmente haverá uma certa dificuldade em localizar o componente desejado.

Além disso, uma vez localizado, devemos decidir sobre qual entre as variações apresentadas é o mais adequado, para tal devemos utilizar as informações mostradas na janela à direita quando seleccionamos uma biblioteca qualquer ou um componente.



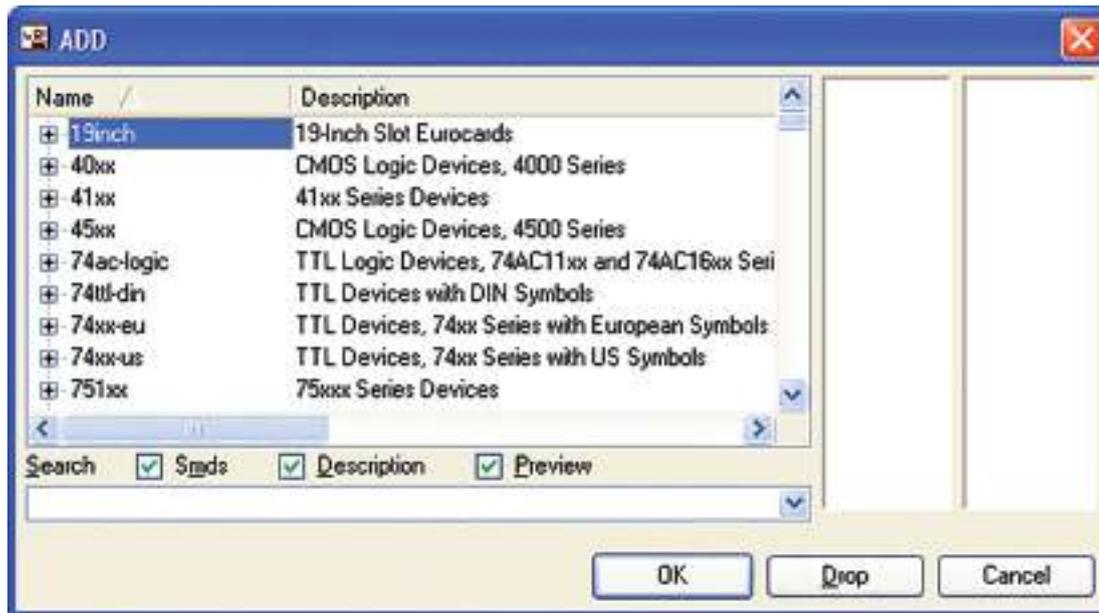
O componente selecionado **C22/11** é um condensador com as dimensões de 22mm x 11mm e com uma distância entre os terminais de 22,5 mm.



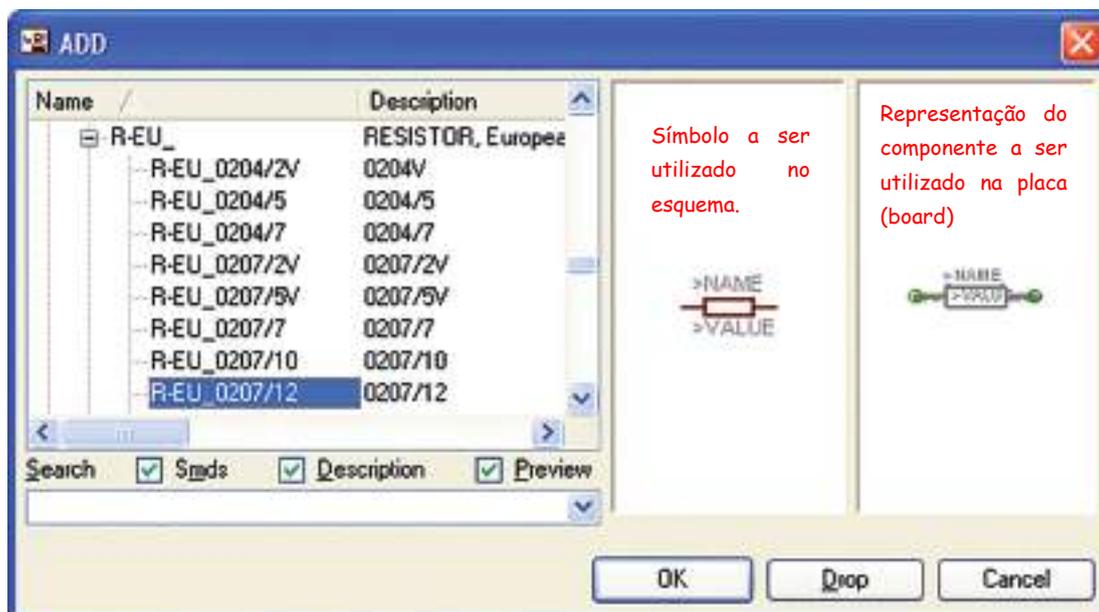
## Adicionar componentes à área de trabalho

Uma vez que as bibliotecas estão disponíveis, para se inserir um componente utilizamos os comandos **Edit> Add** ou usamos o ícone 

Surgirá a seguinte janela

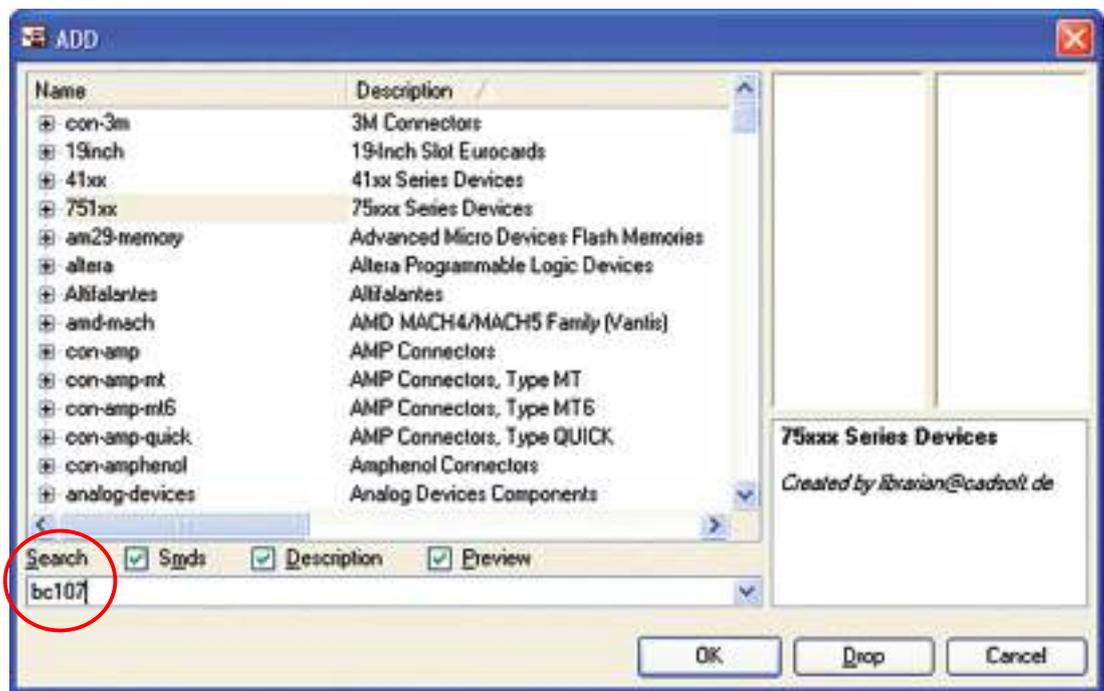


Faça a expansão da listagem de nomes, seleccione e expanda a livreria “rcl “. Dentro desta biblioteca localize o componente “R-EU\_0207/12” (lê-se: Resistência, símbolo **EU**ropeu, dimensões **2mm** x **7mm**, distância entre as ilhas **12mm**).

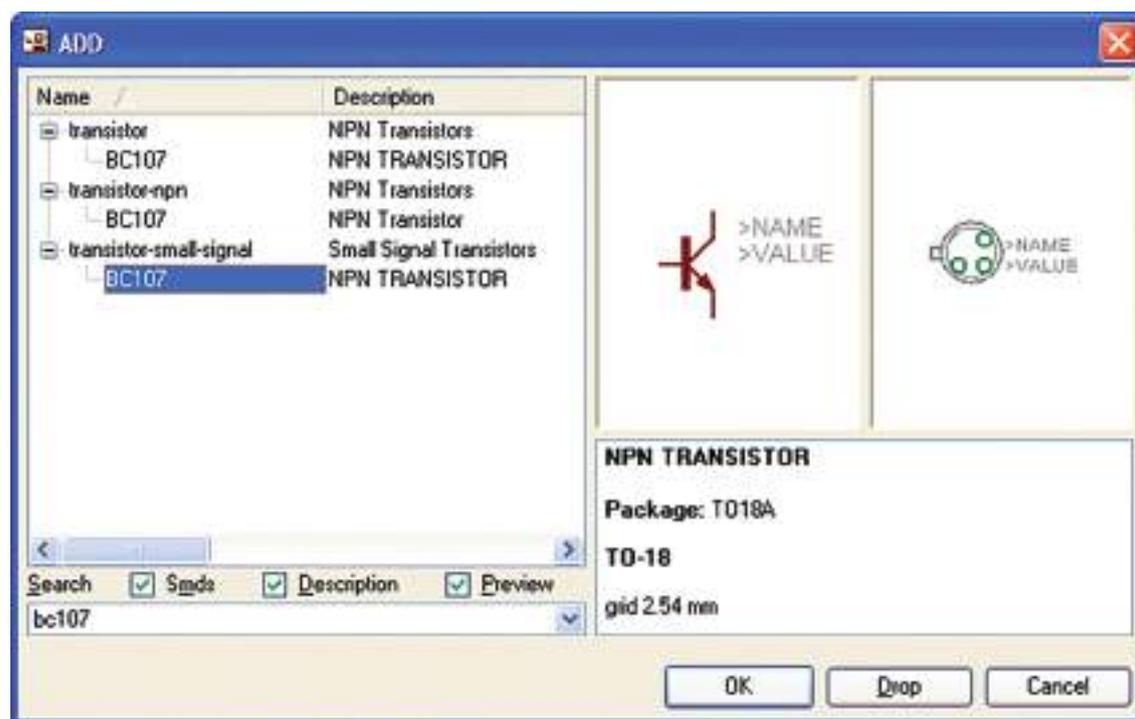


Nas janelas do lado direito pode ser vista a representação do componente (símbolo), a sua configuração física (ilhas, serigrafia) e o seu encapsulamento.

Para localizar nas bibliotecas um componente com um dado código alfanumérico específico deverá escrever esse código no campo “*Search*” da janela “*ADD*” e pressionar OK.



Surgirá a seguinte janela



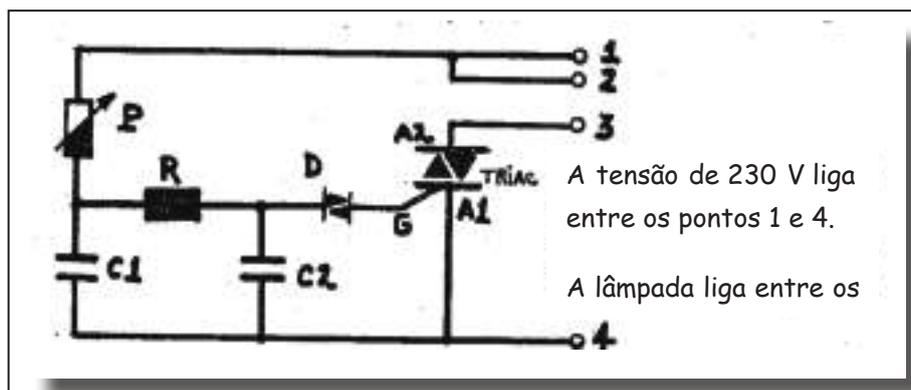
Se pressionar em OK poderá colocar esse componente na área de trabalho.

**Nota:** Se alguns dos componentes da listagem inicial parecem ter desaparecido quando usa a pesquisa dentro da janela do comando "Add" o que deverá fazer é dentro dessa janela apagar o que estiver no campo "Search" e pressionar OK.

### Um exemplo: Dimmer light – Inserir os componentes

Para facilitar a aprendizagem vamos utilizar como exemplo o projecto de um regulador de intensidade luminosa.

Com base no esquema, devemos começar por dimensionar o tipo de componentes que serão utilizados e quais efectivamente serão montados na PCI.



Uma eventual primeira lista de componentes seria a seguinte:

- 1 - Resistência fixa linear de 18K
- 1 - Potenciômetro de 470K
- 2 - Condensadores de 47nF/400V
- 1 - Diac de 32V
- 1 - Triac BT137

Para obtermos previamente todas as dimensões dos componentes que vamos utilizar, a partir dos seus valores, podemos recorrer a um catálogo geral de componentes (por exemplo o catálogo geral da *Farnell*) ou comprar os componentes e medir as suas dimensões.



É de notar que nas bibliotecas deste programa, nem sempre existem os componentes com as dimensões exatas, tendo por isso de se escolher os que têm valores mais aproximados. Se um dado componente que é necessário não se encontra em nenhuma biblioteca, poder-se-á criar uma nova biblioteca de componentes.

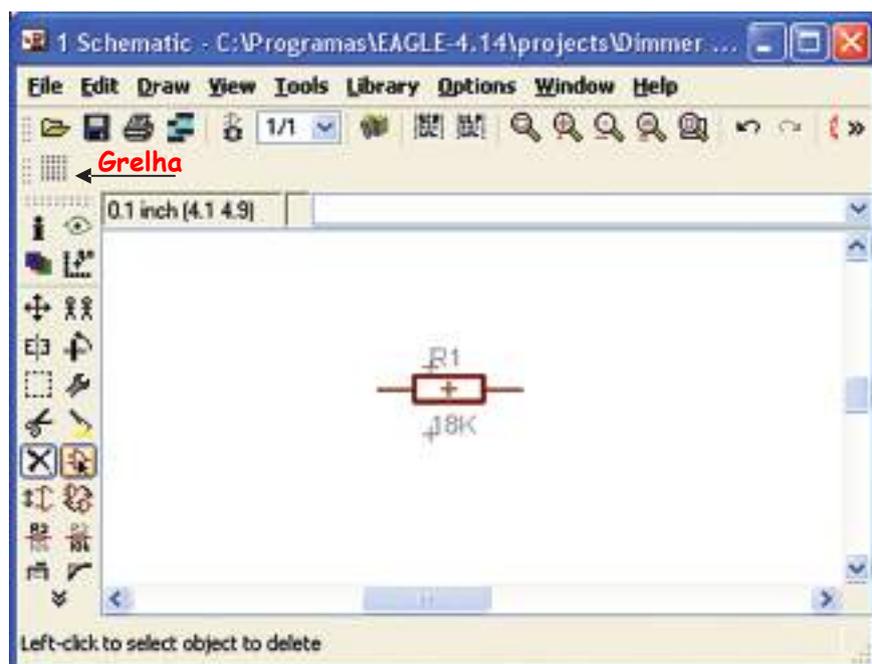
Podemos iniciar o desenho do esquema eléctrico no Eagle, para posterior geração da PCI. É de notar que o potenciómetro não será montado directamente na PCI.

No caso da alimentação da rede por exemplo, deve ser prevista a sua ligação eléctrica com a placa, colocando-se ilhas específicas onde serão soldados os fios. A mesma coisa deve ser feita com a carga (lâmpada), onde deverão ser usadas duas ilhas para a ligação através de fios.

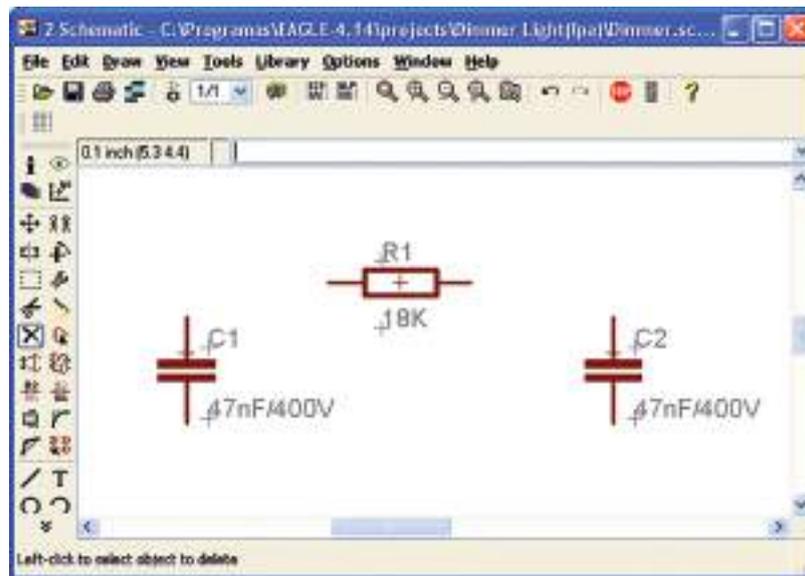
Temos que considerar a possibilidade de montar um dissipador de calor no triac, caso a potência da carga a controlar seja grande.

Selecione o projecto gravado anteriormente no Eagle (Dimmer) e crie um novo esquema. Execute o comando "Add".

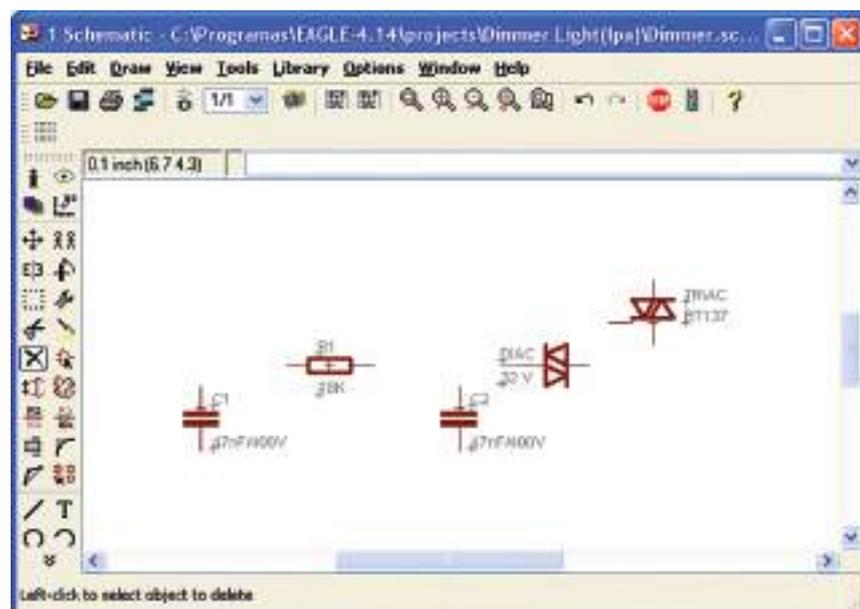
Localize e abra a biblioteca "rc1". Seleccione a resistência "R-EU\_0207/12" e clique em OK. Posicione a resistência no esquema clicando uma vez com o botão esquerdo do rato. Para fazer a rotação do componente de 90° antes de posicioná-lo utilize o botão direito do rato. Pressione a tecla ESC para finalizar a colocação da resistência e voltar para a selecção de bibliotecas.



Utilizando os comandos “**Name**” e “**Value**” altere os nomes e valores dos componentes.  
Com o comando “**Smash**” (clique em **Smash** e em seguida use **Move**) podemos deslocar os nomes e valores dos componentes para posições mais adequadas no desenho.  
Ainda na biblioteca “**rc1**” selecione o condensador C-EU150-054 x 183 e clique em OK.  
Coloque os dois condensadores no esquema.

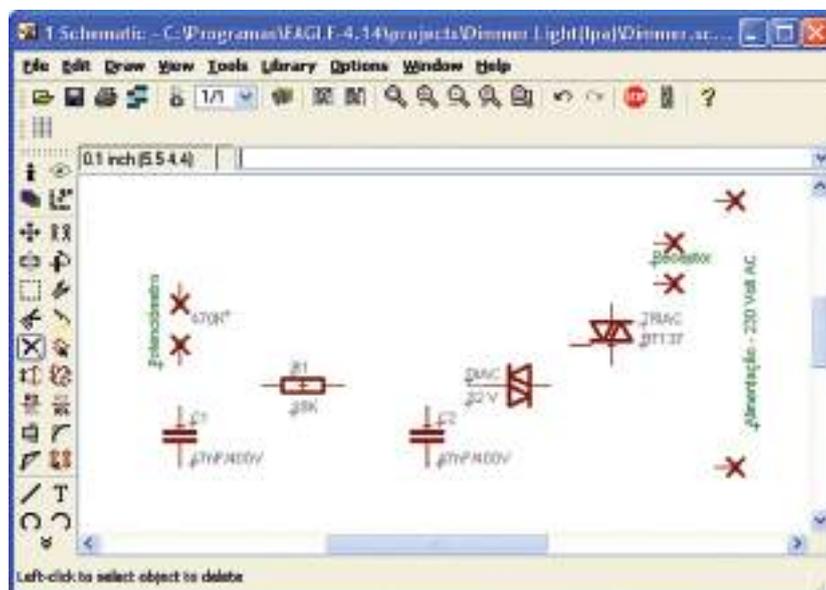


Se pretender mover um componente use o comando “**Move**”.  
Deve utilizar o comando “**Rotate**” se pretender rodar um componente e o comando “**Delete**” se pretender apagá-lo.  
Feche a biblioteca “**rc1**”, abra a biblioteca “**triac**” e selecione o diac GT32. Coloque o componente no esquema. Na mesma biblioteca selecione o triac TIC225S e coloque-o no esquema.



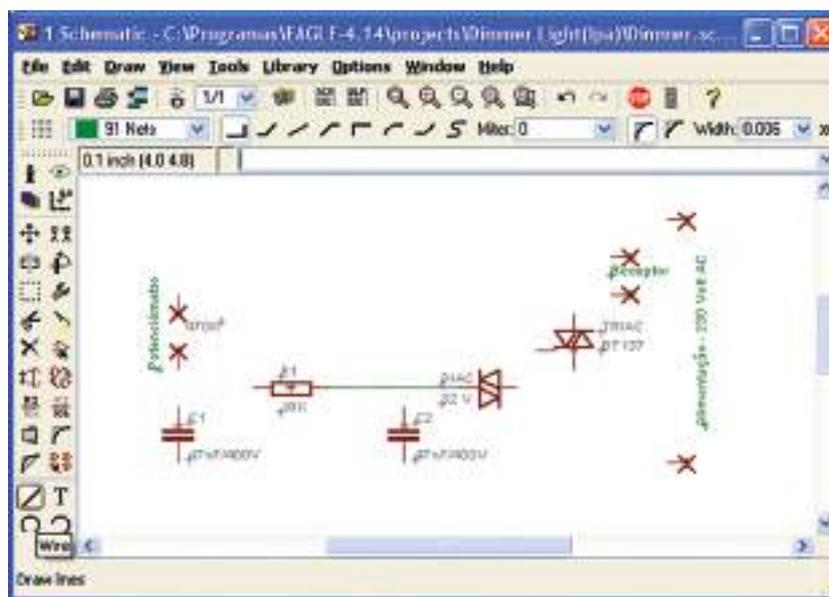
Ainda necessitamos de colocar as ilhas para a soldagem dos fios do potenciômetro, alimentação da rede e receptor.

Feche a biblioteca “*triac*”, abra a biblioteca “*wirepad*” e escolha a ilha desejada conforme o seu diâmetro externo e o diâmetro do furo de solda. Neste exemplo utilizaremos a ilha de 2,54/1,0.



Para acrescentar texto ao esquema (potenciômetro, recetor...) utilize o comando “Text”. Pressione a tecla ESC para finalizar a colocação das ilhas e feche a biblioteca “*wirepad*”.

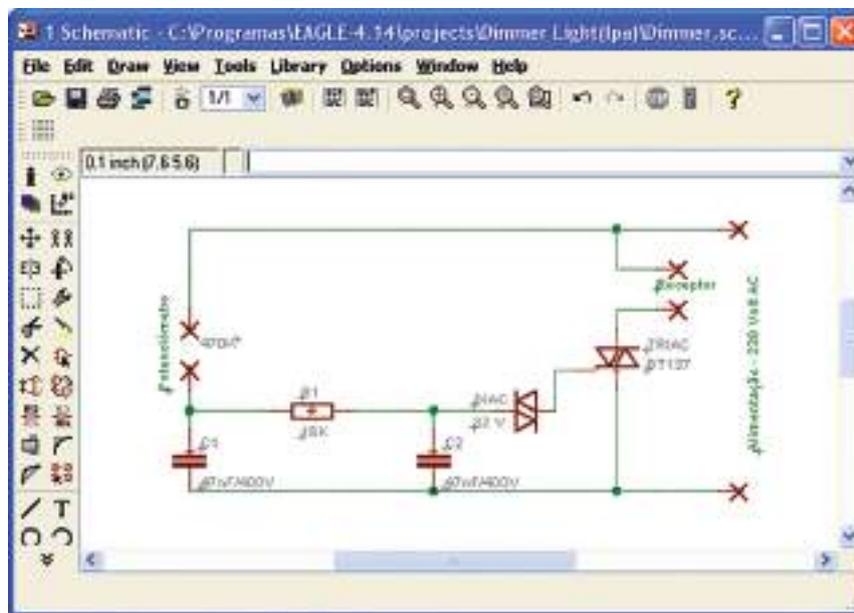
## Um exemplo: Dimmer light – Ligar os componentes



Selecione primeiro o comando “**Wire**” na barra de ferramentas e conforme o nosso esquema inicial comece a interligar os componentes.

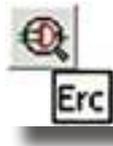
Com um clique do rato num dos terminais inicia-se a linha e com dois cliques no outro terminal (ou Esc) conclui-se a ligação.

Observe que ao seleccionar o comando “**Wire**” surgem algumas opções de configuração na parte superior da janela do Eagle. Com estas opções podemos ajustar os parâmetros das linhas que iremos desenhar. Podemos alterar os “formatos” das linhas (ângulo recto, 45 graus, curvas e espessura da linha).



Continue a desenhar as linhas de interligação entre os componentes até completar o circuito. Finalize-o colocando os nós eléctricos utilizando o comando “**Junction**”.

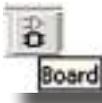
Para terminar, faça a verificação do esquema utilizando o comando “**Erc**” e corrija os eventuais erros apontados.

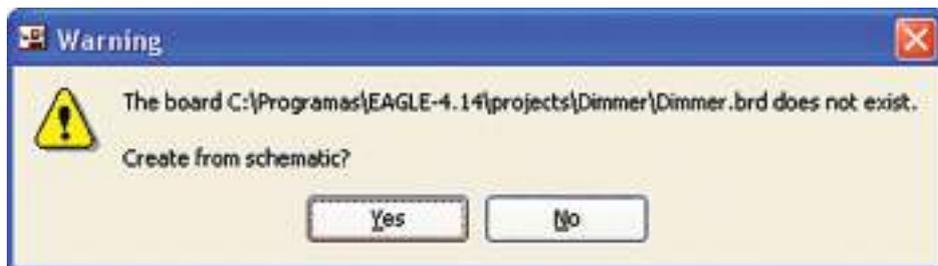


Certifique-se de ter gravado o esquema com o nome Dimmer e vamos passar para a criação da PCI.

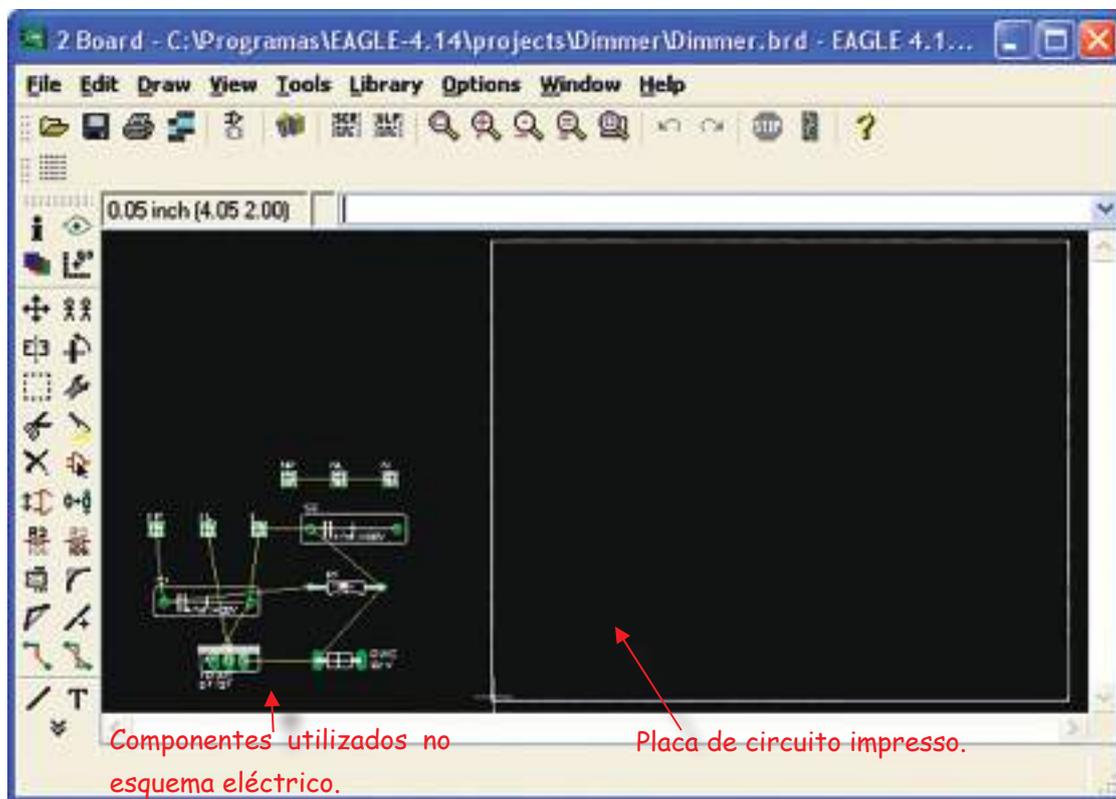


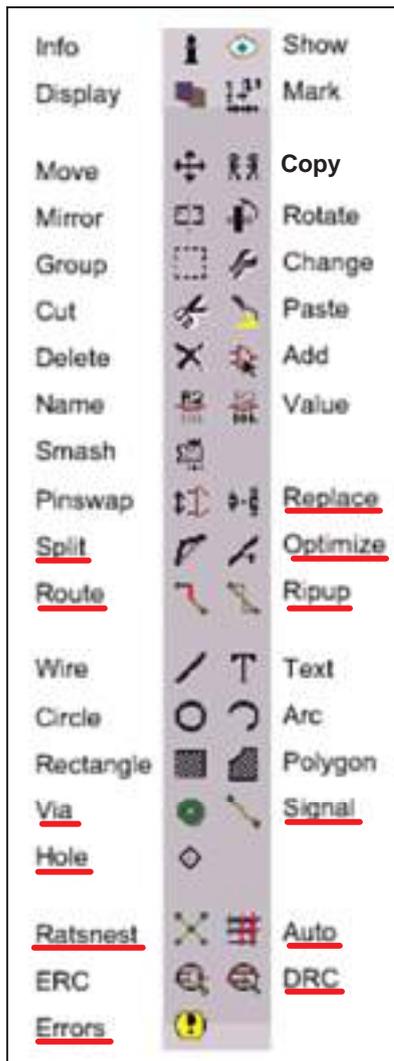
*Um exemplo: Dimmer light – Criar o layout*

Utilize os comandos “File”>> “Switch to board” ou clique no ícone  Responda afirmativamente à pergunta se quer criar uma nova PCI.



Observe que automaticamente será criada uma nova janela apresentando à esquerda os componentes utilizados no esquema eléctrico, com interligações cruzadas, posicionados ao lado de uma área rectangular (PCI). A partir deste rascunho inicial iremos posicionar adequadamente estes componentes na placa para gerarmos o layout final da PCI.





Grave o ficheiro desta placa (“**File**”>> “**Save**”).

Antes de se iniciar a criação da PCI, observe que algumas novas funções (sublinhadas a vermelho) foram acrescentadas na barra de ferramentas.

**REPLACE:** Permite trocar o encapsulamento a um componente, por outro da mesma livraria

**SPLIT:** Permite quebrar uma pista.

**OPTIMIZE:** Unir segmentos de fio.

**ROUTE:** Permite criar manualmente uma pista a partir de uma ligação já estabelecida

**RIPUP:** Permite converter uma pista numa ligação não “routeada”.

**VIA:** Permite desenhar os furos quando é necessário passar uma pista de uma camada para outra.

**SIGNAL:** Permite gerar ligações entre ilhas de componentes (pads). Estas ligações devem ser logo “routeadas” manualmente (ROUTE) ou de forma automática (AUTO).

**HOLE:** Permite desenhar a marcação dos furos para a fixação da placa.

**RATSNEST:** Calcula a mínima distância entre os pontos de ligação eléctrica.

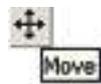
**AUTO:** Permite efectuar a traçagem das pistas automaticamente.

**DRC (Design Rule Check):** Faz a verificação das regras de desenho.

**ERRORS:** Apresenta os erros encontrados pela análise das regras de desenho (DRC)

Semelhante ao que se fez no esquema eléctrico, também aqui é conveniente termos um rascunho da distribuição desejada, principalmente em função das dimensões mecânicas gerais da placa (tamanho da caixa, pontos de fixação, dissipação térmica, etc.).

A seguir deveremos mover os componentes para dentro da área da placa, para isso use o comando **Move** da barra de ferramentas



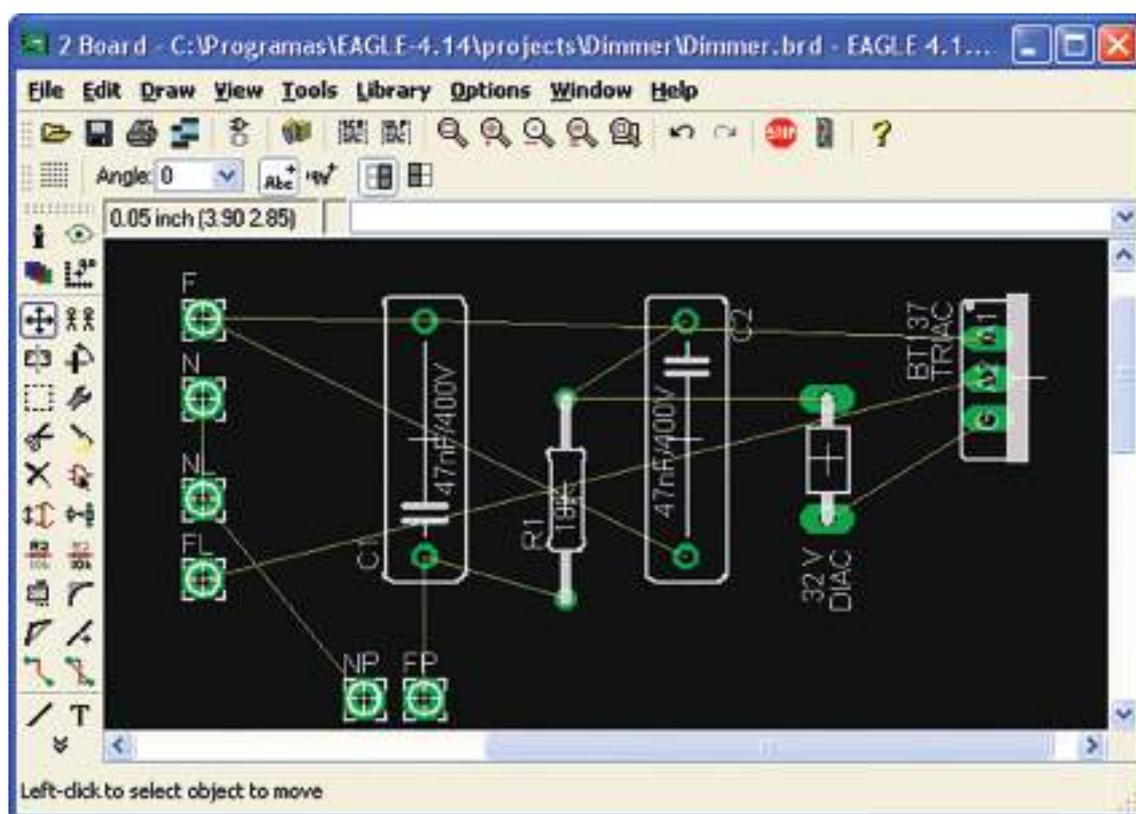
Posicione os componentes conforme a sua preferência e conveniência com o projecto. Durante a movimentação do componente pode girá-lo utilizando o botão direito do rato, de modo a encontrar uma posição mais favorável à passagem das pistas.

**NOTA:** Quando se inicia o desenho do circuito impresso a partir do esquema, o programa não permite a inclusão de novos componentes nem de ligações eléctricas que não figurem no esquemático, para desta forma se manter a consistência entre eles.

Clicando no seguinte ícone poderá, se necessário, aceder ao esquemático correspondente.



Uma primeira apresentação seria a seguinte (pode tentar outras possibilidades).



Observe que o triac foi posicionado com sua face metálica “para fora” da PCI, em função da possível montagem de um dissipador de calor.

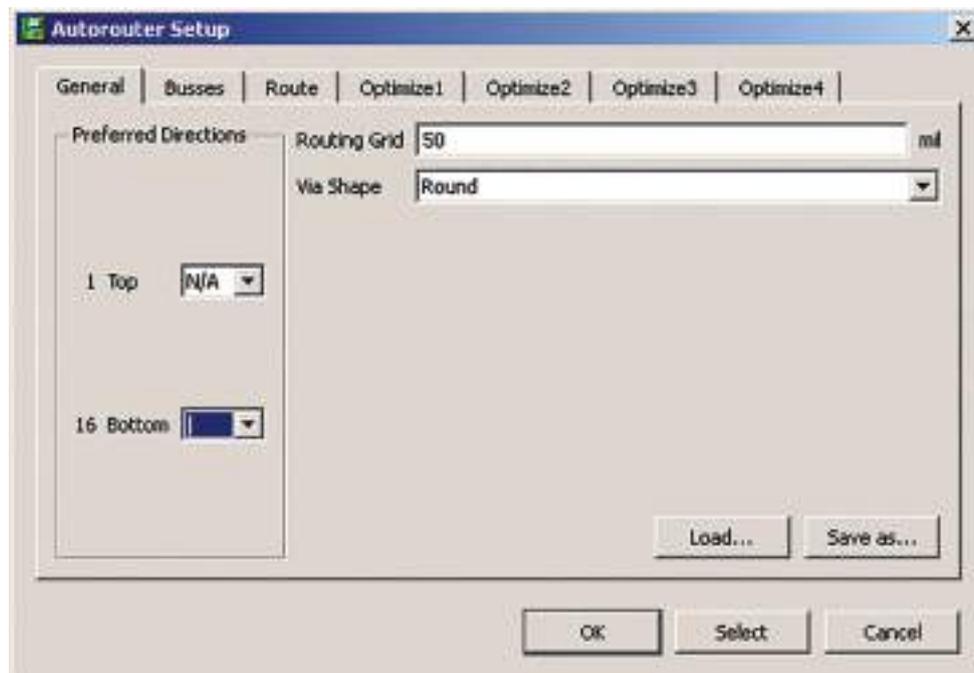


Após mover os componentes, execute o comando “Ratsnest”  para organizar as pistas de referência. Verifique o layout quanto à necessidade de mais ajustes, tais como rodar ou mover algum componente para facilitar a passagem das pistas.

Verifique a existência de erros que possam comprometer a PCI utilizando os comandos Tools>> “ERC” e “Errors”, ou clique nos ícones. 

Se não houver nenhuma indicação de erro vamos gerar as pistas automaticamente, indo a “Tools”>> “Auto” <sup>2</sup> ou clique no ícone 

Na janela de configuração apresentada (*Autorouter setup*), na opção **General** mude a opção disponível em “Preferred Directions” no item “1 Top” para **N/A** (não aplicável) e pressione o botão OK.



2 Se pretender traçar as pistas manualmente, clique no ícone “Route”, que se encontra na barra de ferramentas, e clique com o rato numa extremidade de um componente e deslize o rato segundo o traçado que pretende até ao próximo terminal, onde voltamos a clicar. Repita as operações para o restante traçado.



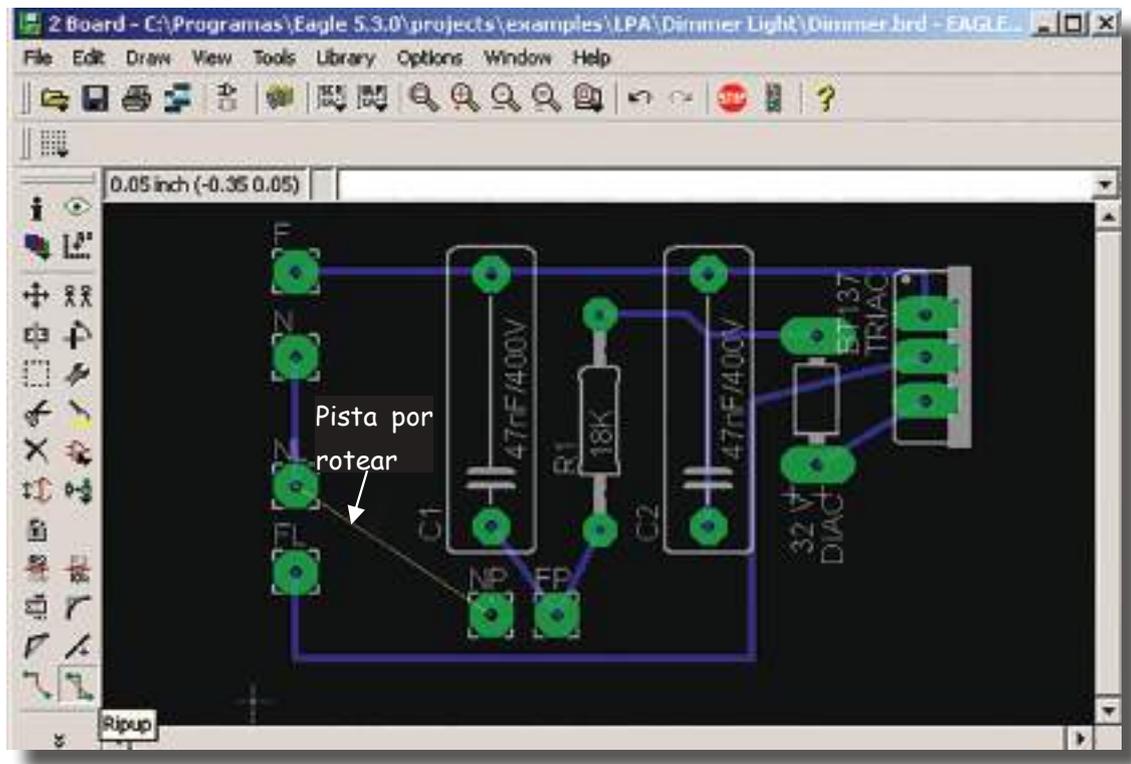
Top:

Lado de cima da placa (lado dos componentes).

Bottom:

Lado de baixo da placa (lado da solda)

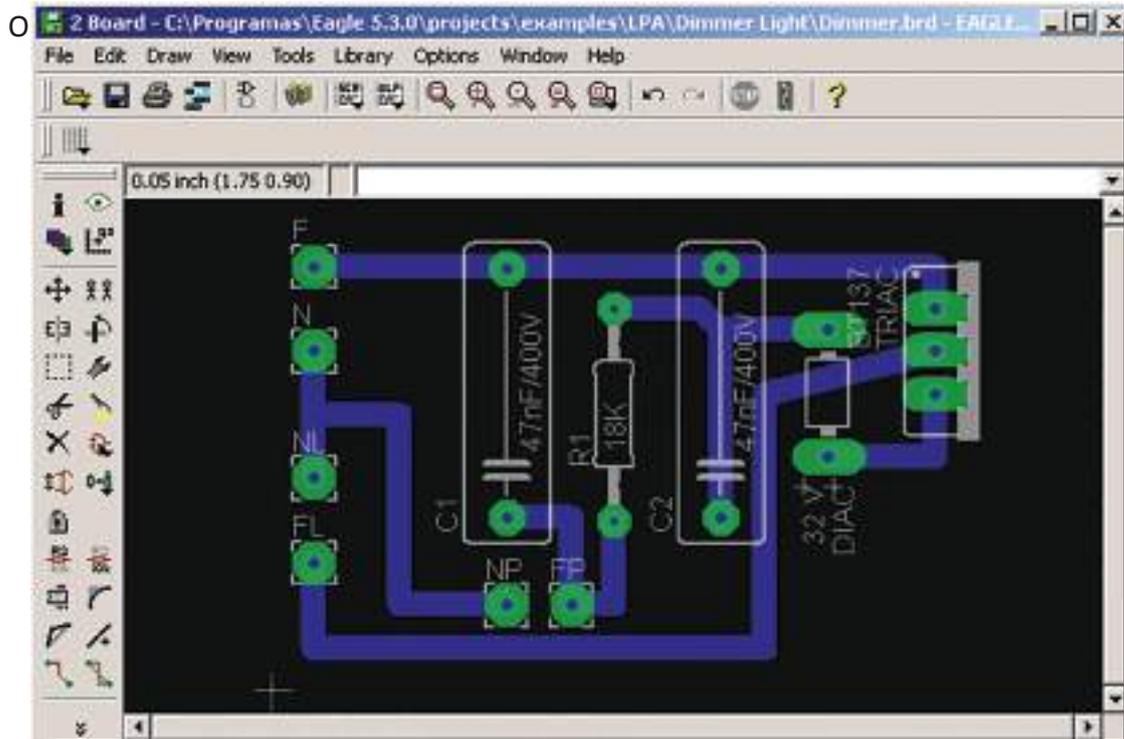
Conforme a disposição dos componentes adoptada, as pistas serão geradas automaticamente, resultando num layout preliminar. Este layout pode ser alterado, de modo a se organizarem as pistas da forma mais adequada, mudar os “ângulos” utilizados, etc. Para desfazer o roteamento sem perder o posicionamento utilize o menu **Edit** e o comando **Ripup** ou o ícone (Ripup) da barra de ferramentas (ver figura) e clique sobre os segmentos das pistas que pretende alterar.



Como resultado teremos esta pista ainda não “roteada”, ou seja, agora podemos utilizar o comando “**Move**” e deslocar o que for necessário.

Vá a “**Tools**”>> “**Auto**” e refaça as pistas novamente.





Se considerar que as pistas são muito finas, poderá alterar a sua espessura com o ícone  Change / Width, seleccionando a espessura desejada.

Seguidamente, é necessário clicar nas pistas para alterar a sua espessura.

**Nota:** Todas as alterações feitas no esquema serão aplicadas automaticamente na placa. No caso da inclusão de novos componentes no esquema serão estes colocados fora da área da placa para serem posteriormente posicionados por nós no seu interior.

### *Um exemplo: Dimmer light – Furos de fixação*

Agora que o layout está pronto, vamos finalizar a PCI seleccionando os locais para os furos de fixação e definindo o contorno para o recorte da placa de circuito impresso.

Para facilitar o posicionamento active a grelha através do comando **“View” >> “Grid”**. Selecciona **On** para ver a grelha. Selecciona o tipo de grelha: pontos (**Dot**) ou linhas (**Lines**).



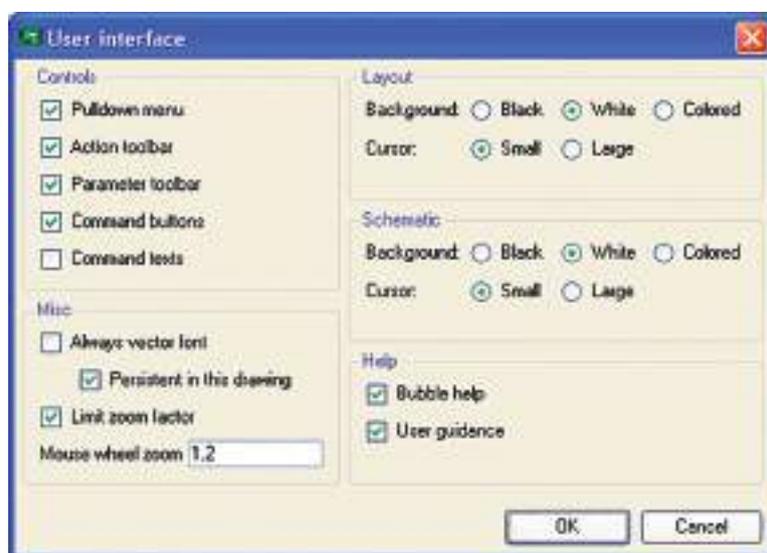


Nota:

1 inch (polegada) ⇔ 2,54 cm.

0,05 inch (polegadas) ⇔ 50 mil (milésimas de polegada).

Caso o fundo (background) esteja preto, mude-o para branco. Para efectuar esta alteração no fundo, seleccione o menu **Options>>User Interface** e faça a mudança. Deixe o fundo (background) branco.



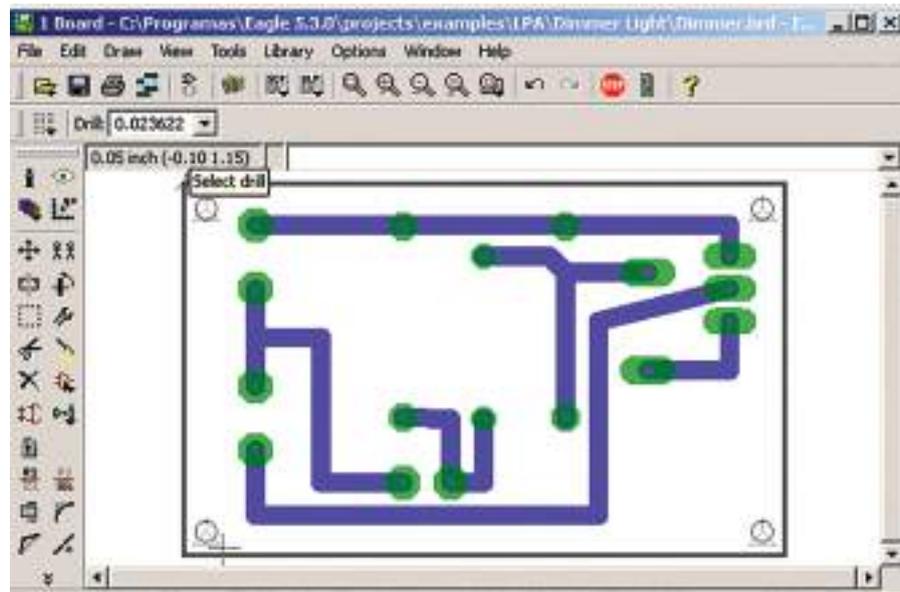
Para marcar os locais de furação seleccione o menu **“Draw”>> “Hole”** ou clique em



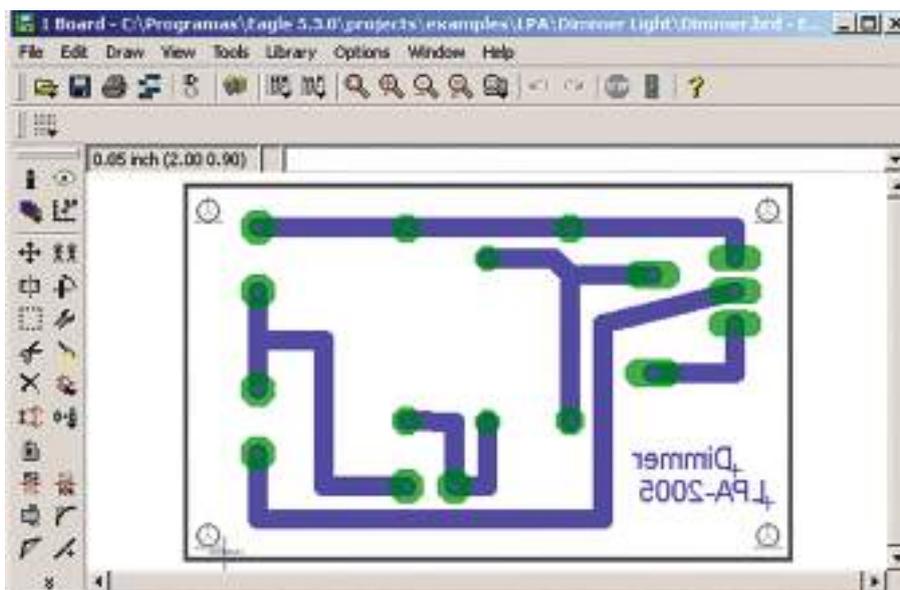
Após essa selecção, aparecerá um menu PopUp, **Drill**, onde poderá escolher o diâmetro do furo.

Posicione os quatro pontos para furação da placa.

Lembre-se que estes pontos serão usados apenas como guia de furação e posteriormente, utilizando-se uma broca de 3mm, deverão desaparecer da placa.



O passo seguinte é o de ajustar os bordos da placa de circuito impresso. Para isso podemos seleccionar o comando **“Move”** e clicando sobre os cantos da linha de contorno deslocá-la até à posição desejada. Neste exemplo não nos preocupamos com as dimensões mecânicas e outros parâmetros referentes à caixa de montagem. Com a ferramenta **“Text”** pode-se adicionar o texto desejado, facilitando a identificação do projecto.



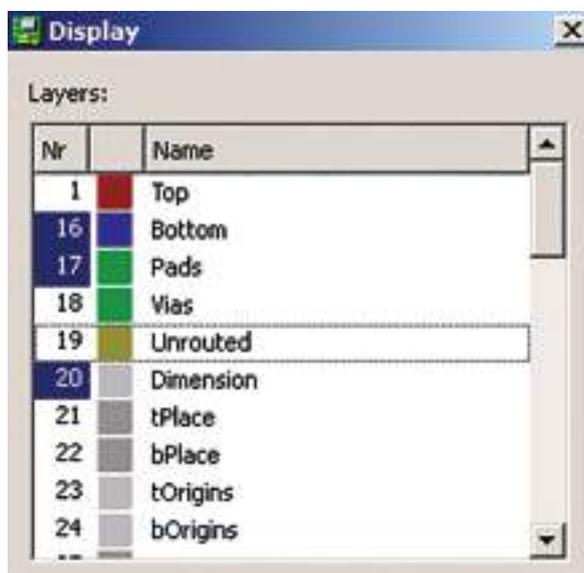
### Um exemplo: Dimmer light – Impressão

A última etapa consiste na impressão do circuito, seja para a documentação do projecto ou para o fabrico da PCI.

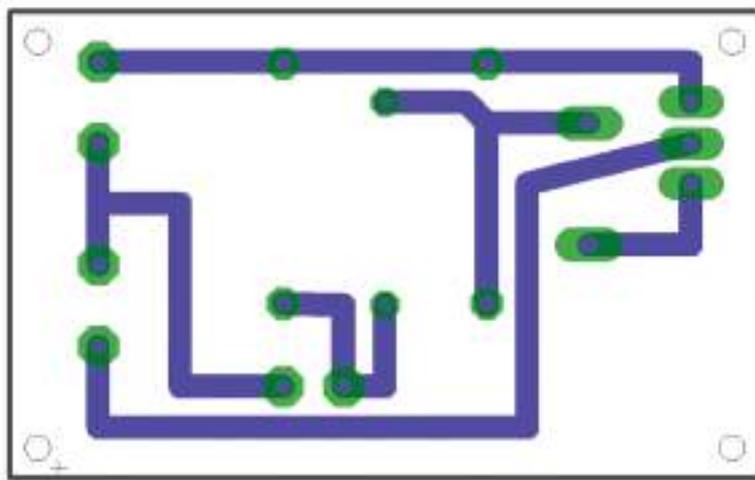
Antes de imprimir é aconselhável que se desactivem temporariamente as camadas (layers) indesejadas. Deste modo, podemos imprimir apenas as ilhas e pistas (para o fabrico da PCI) ou apenas a serigrafia e as ilhas (para a documentação do projecto).

Para isso utilizamos os comandos **View>> Display/Hide Layers** ou o ícone .

Na janela que surge, clique sobre o número da layer para desactivá-la (branco) ou activá-lo (azul) conforme pretendido.



Na janela está seleccionada a camada **Bottom** (pistas de cobre) **Pads** (ilhas) e **Dimension** (contorno da placa) para serem visíveis. Obtemos o seguinte resultado:

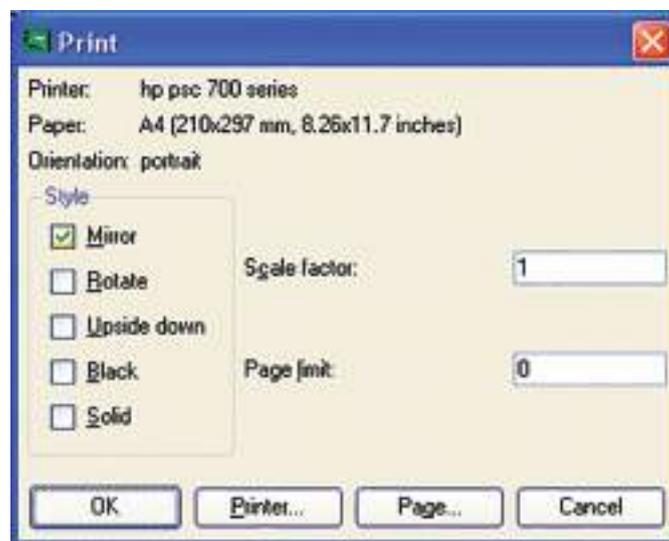


Esta será a impressão a ser utilizada na folha de acetato, pois temos apenas os elementos que devem aparecer na face cobreada a ser corroída.

Porém existe um detalhe muito importante, pois no Eagle a visão que temos da PCI corresponde à sua vista superior, olhando-se através da face de componentes, ou seja, estamos a visualizar as pistas e ilhas como se a placa de circuito impresso fosse totalmente transparente.

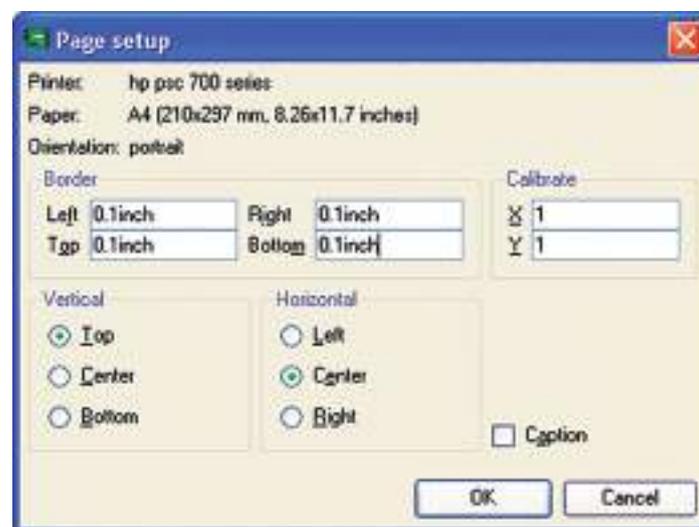
Isto significa que a impressão desta vista deve ser feita de modo “espelhado”.

Para isso, ao seleccionar os comandos **File>> Print** deve certificar-se que a opção **Mirror** esteja assinalada antes de prosseguir.



Nesta janela também podemos alterar alguns parâmetros na opção “Page”.

Com as alterações indicadas abaixo, pode posicionar a impressão em qualquer parte da página permitindo um melhor aproveitamento do papel.



No exemplo da figura ao lado a impressão seria feita na parte superior da folha (Top) e no centro da mesma (Center).

Uma vez que estas características podem variar conforme o tipo de impressora utilizada, antes de imprimir em acetato próprio para impressora faça alguns testes de impressão em papel comum e ajuste os parâmetros conforme a impressora disponível.

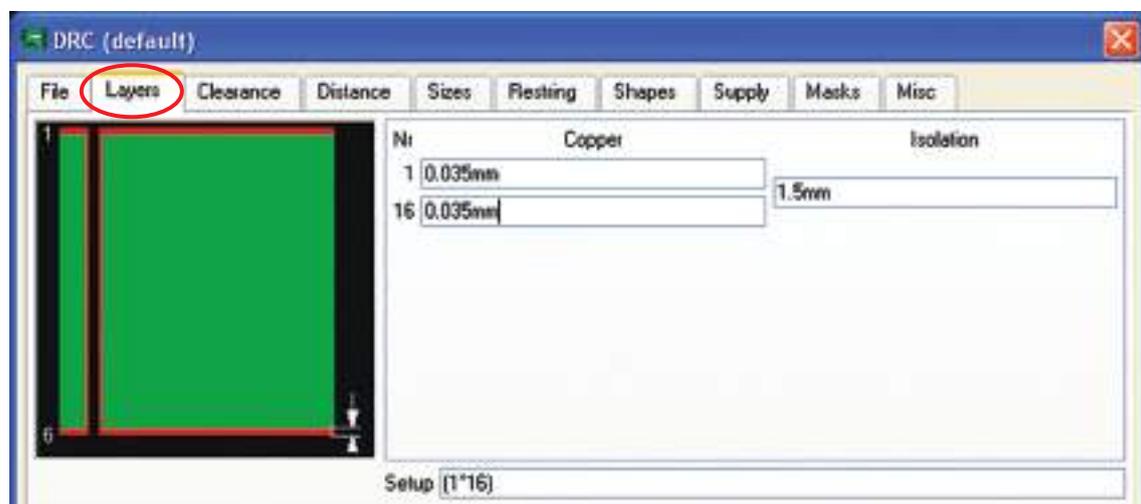
## DRC – Design Rule Check

O DRC é a ferramenta que define as regras de verificação para o roteamento automático, aplicadas na conceção de uma placa.

Podem-se definir diversos parâmetros como:

**Layers** permite definir a espessura do cobre da placa (*Copper*) as camadas permitidas para o desenho das pistas (*Setup*) bem como a espessura do isolamento (*Isolation*) entre elas.

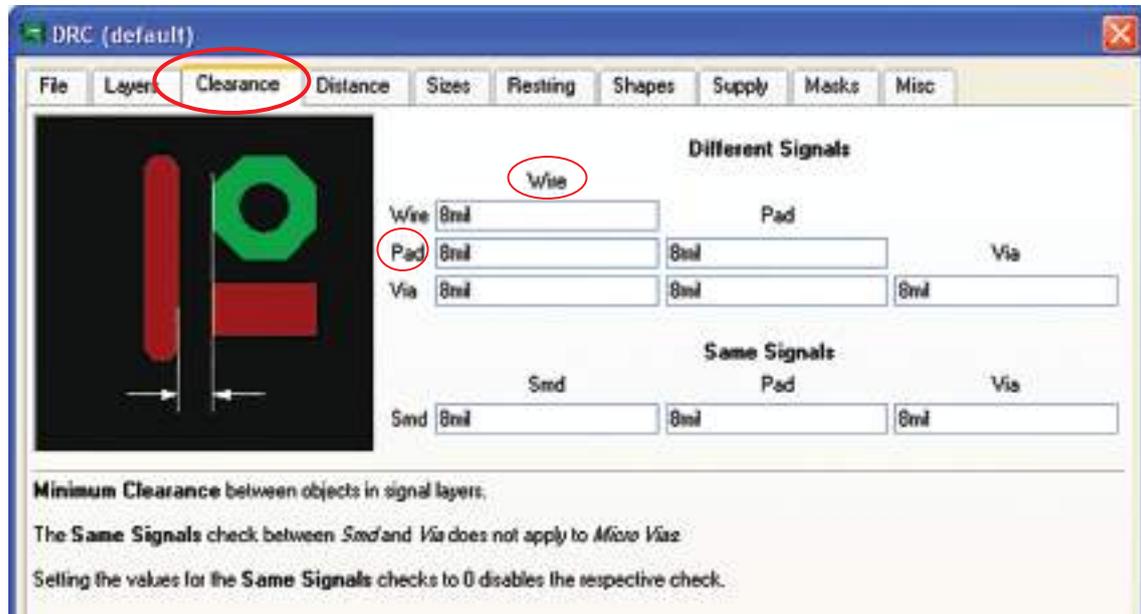
No exemplo da figura estamos a visualizar a espessura da face inferior de cobre (0,035mm = 35 microns).



**Clearance** permite definir o espaçamento mínimo entre pistas (*Wire*), entre ilhas (*Pad*), entre vias (*via*), entre pista a pad, entre pista e via, etc.



No exemplo da figura estamos a visualizar a distância entre a pista e a ilha.



**Distance** permite definir o espaçamento mínimo entre os vários elementos (pistas, ilhas, vias) relativamente aos limites da placa (*Copper/Dimension*).

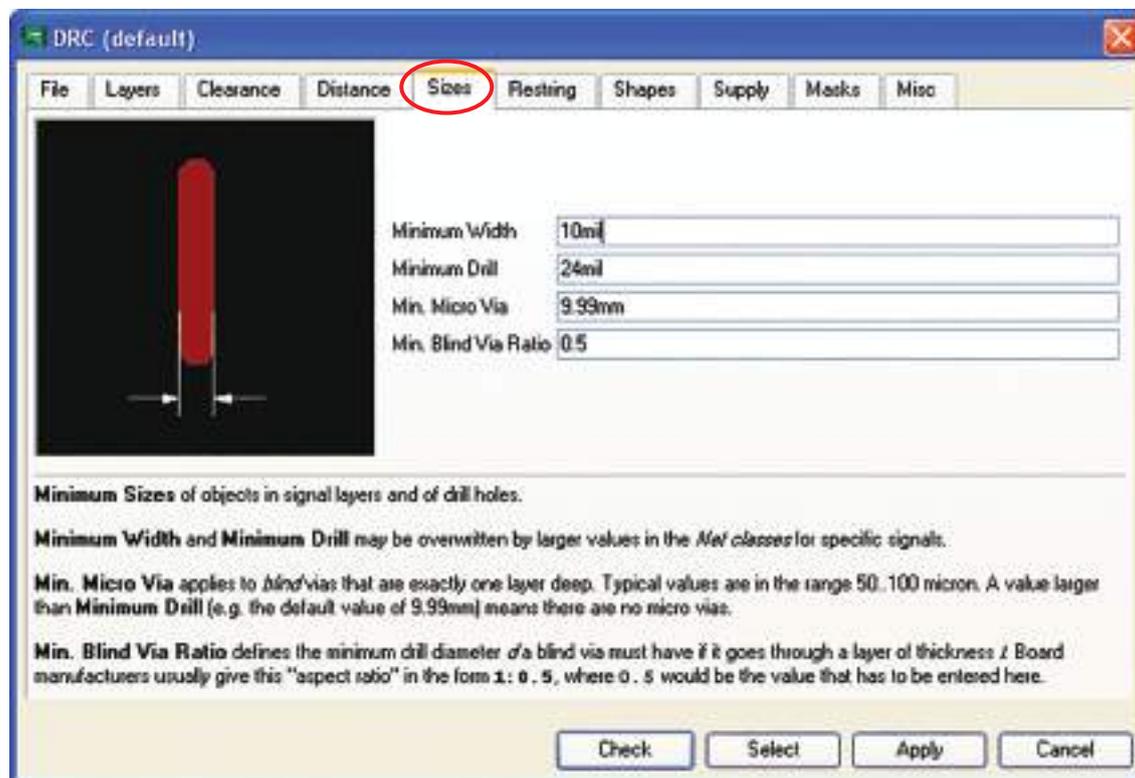
Também permite definir a distância mínima entre os furos dos pads (ilhas), entre os furos das vias e entre os furos da placa (*Drill/Hole*).

No exemplo da figura estamos a visualizar a distância entre pistas, ilhas ou vias em relação ao limite da placa.



Sizes permite definir a largura mínima das pistas (*Minimum Width*) e o diâmetro mínimo dos furos das vias (*Minimum Drill*).

No exemplo da figura estamos a visualizar a largura mínima da pista.

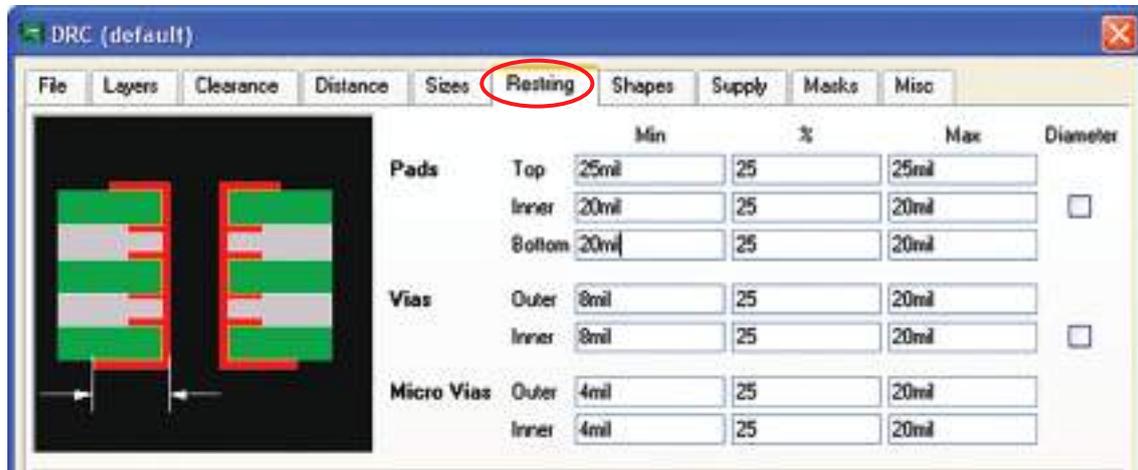


Restring permite definir o diâmetro das ilhas (pads) e vias.

Restrings são especificados como percentagem do diâmetro do drill (limitados pelos valores de Min e Max).

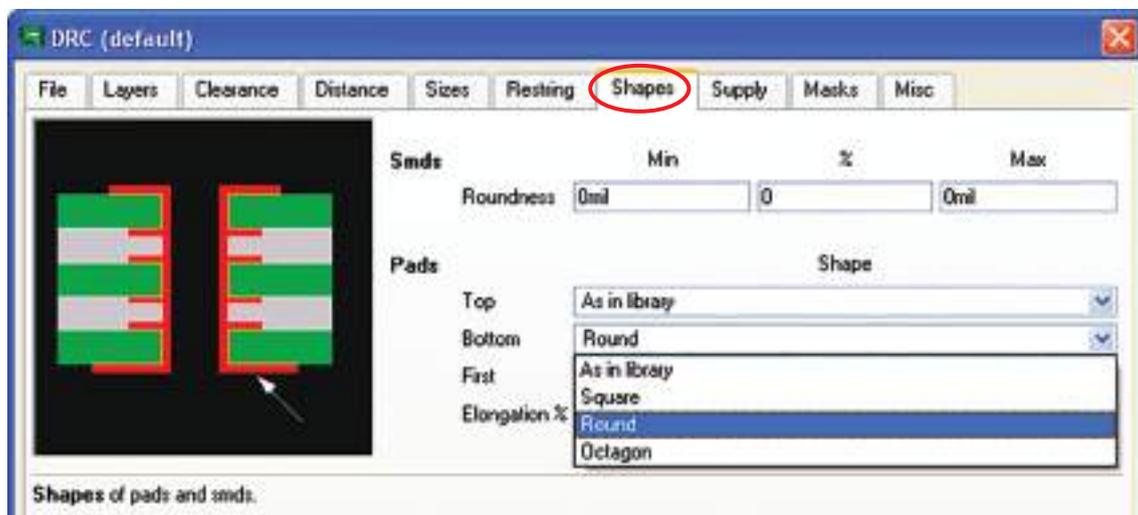


No exemplo da figura estamos a visualizar o tamanho mínimo da ilha na face inferior da placa.



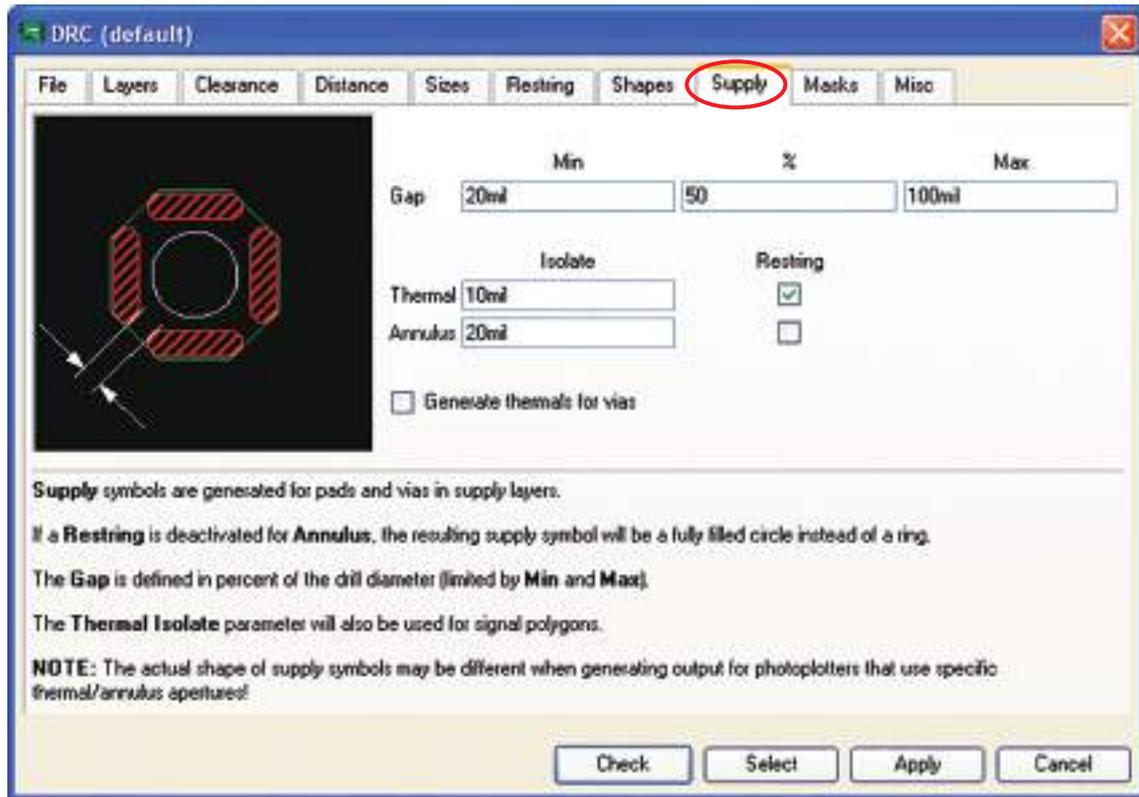
**Shapes** permite definir a forma das ilhas (pads) e o seu arredondamento para os componentes SMD.

No exemplo da figura estamos a seleccionar o formato redondo para as ilhas (pads) da face inferior da placa.

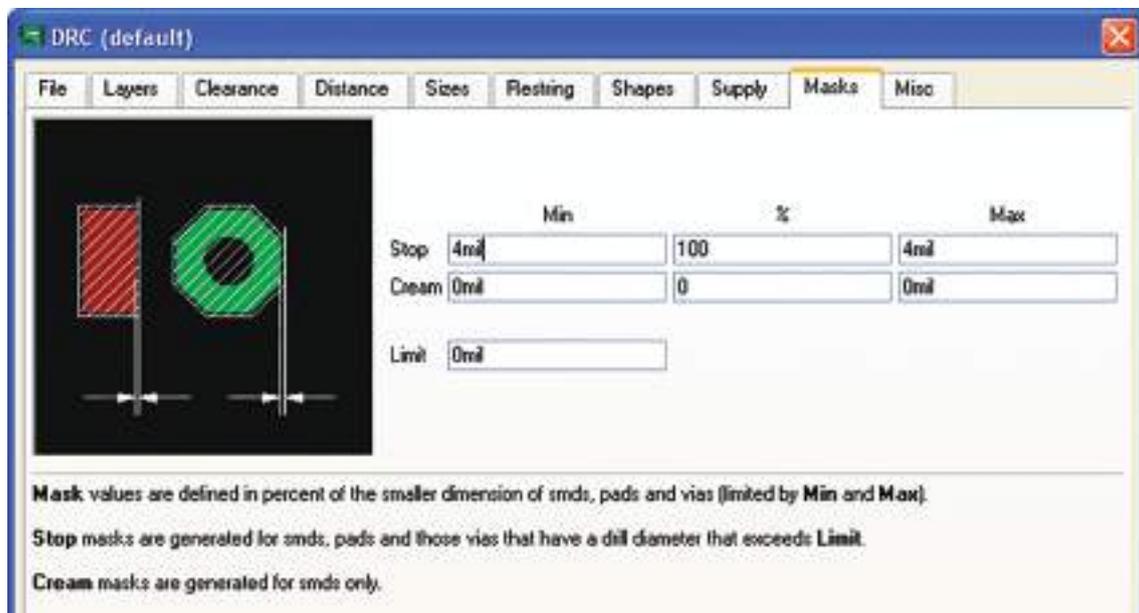


**Supply** permite definir as dimensões mínimas e máximas das ilhas (pads) usadas para a alimentação do circuito.





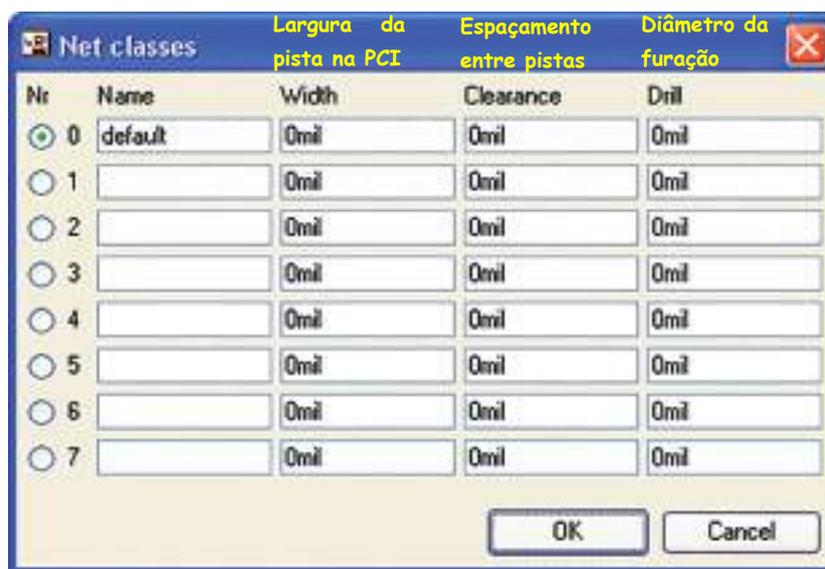
Masks permite definir as dimensões das máscaras de solda.



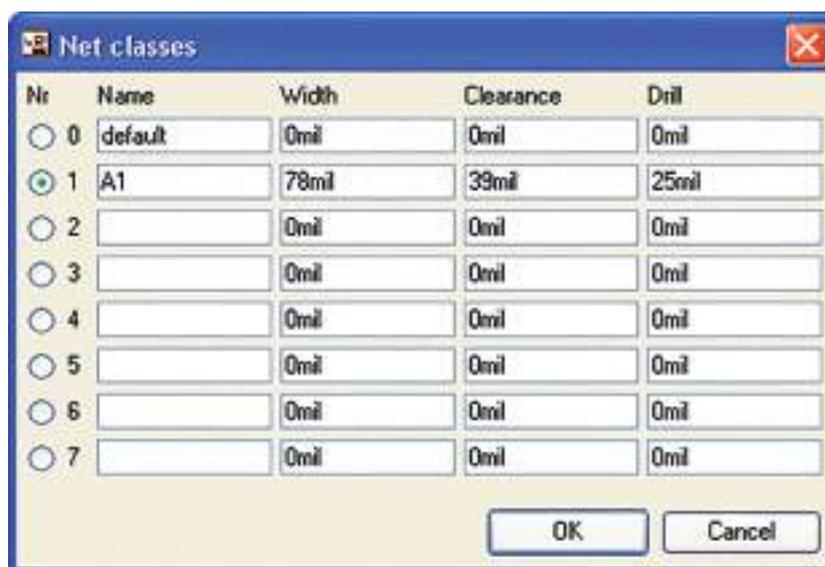
## Personalizar o dimensionamento das pistas

O tamanho padrão das pistas é de 10 mil  $\approx 0,25$  mm <sup>(3)</sup>.

Para alterar a dimensão das pistas deverá seleccionar o menu **Edit** e a opção **Net classes**, surgindo a seguinte janela.



As dimensões personalizadas a serem introduzidas devem conter no fim obrigatoriamente a palavra **mil** (milésima de polegada). Por exemplo:



3      10mil (milésimas de polegada)  $\rightarrow (10/1000) \times 25,4$  mm  $\rightarrow 0,01 \times 25,4$ mm  $\rightarrow 0,25$ mm



Largura da pista na PCI:

78mil = 2mm.

Espaçamento mínimo entre pistas:

39mil = 1mm.

Diâmetro mínimo da furação:

25mil ≈ 0,6mm.

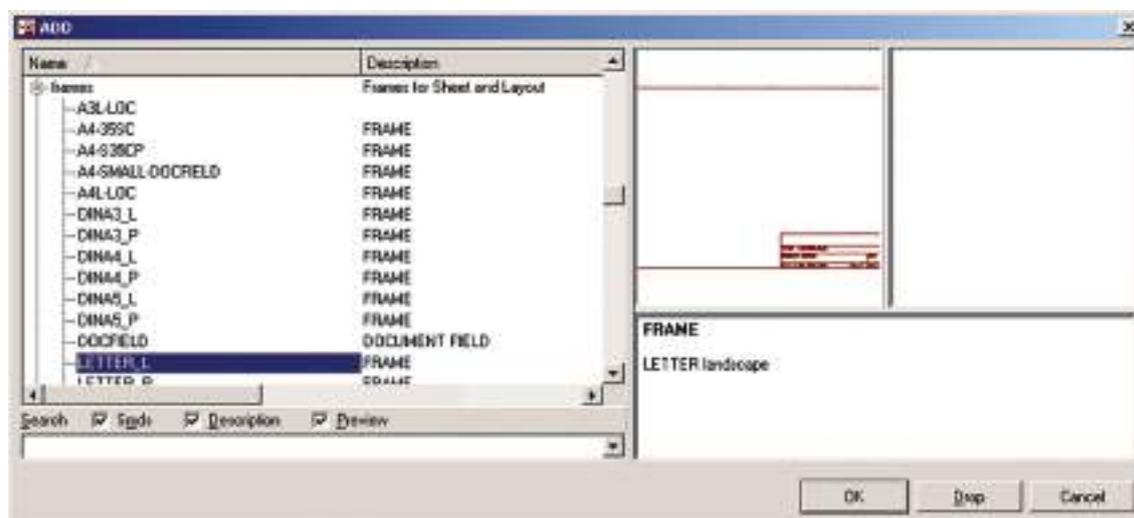
Depois de terem sido definidas as dimensões personalizadas basta selecionar OK. Para utilizar as pistas personalizadas selecione o ícone **Net** da barra de ferramentas e surgirá na parte superior da janela a seguinte barra:

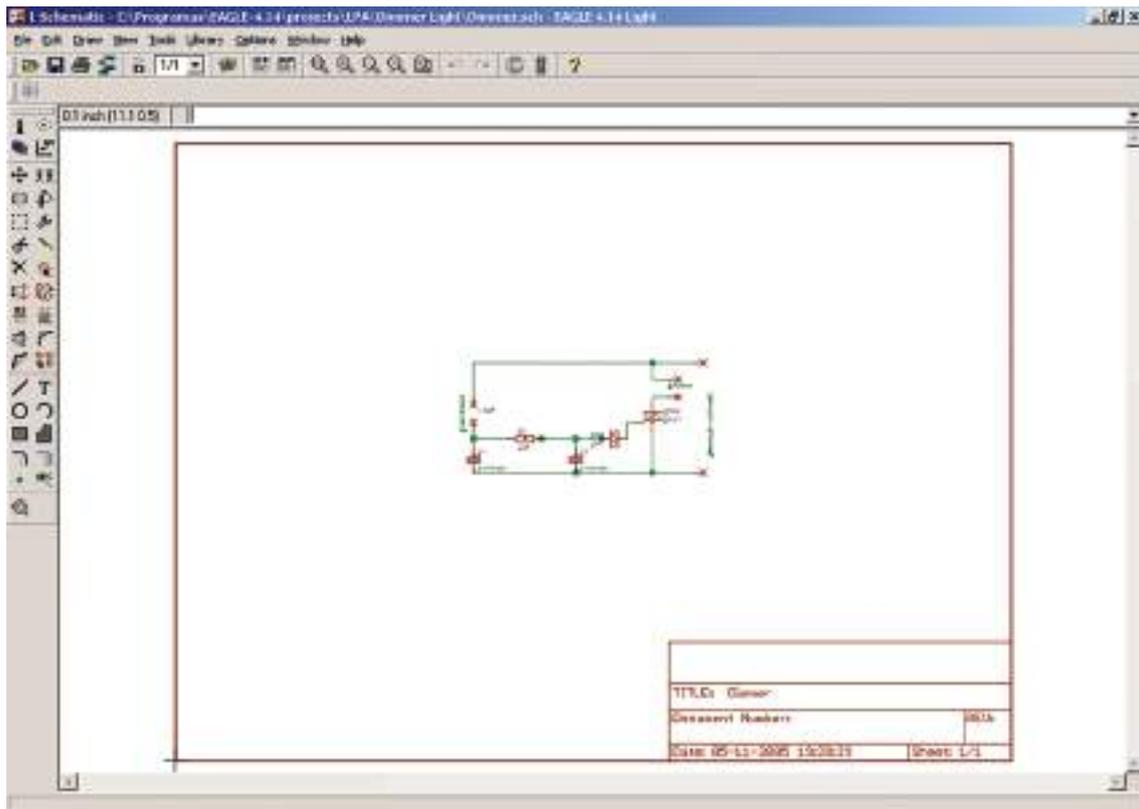


### Inserir uma frame no esquemático

Utilizando os comandos **Edit> Add** ou usando o ícone selecionar a biblioteca “frames”.

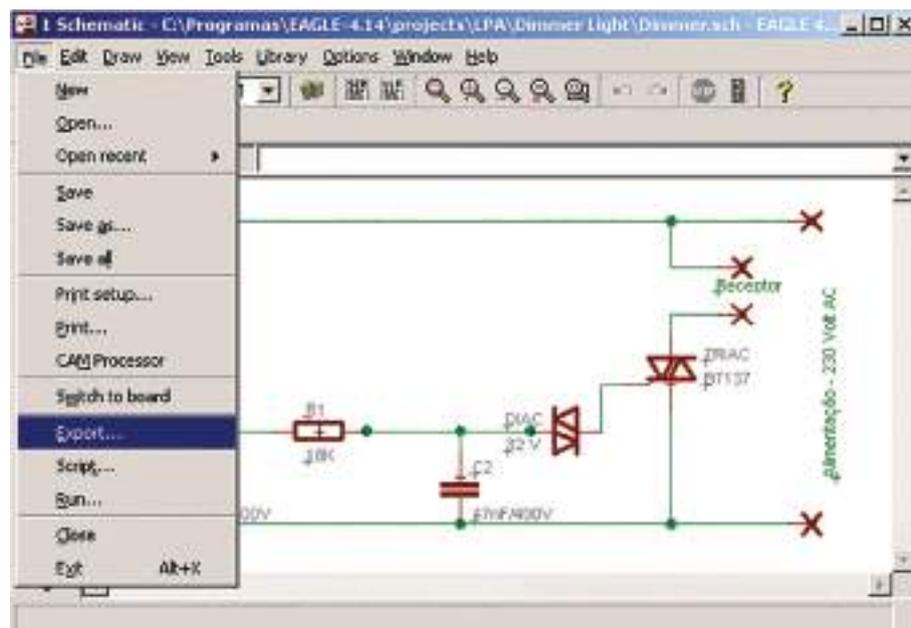
Surgirá a seguinte janela





### Exportar o esquema ou a board para o formato bmp

A exportação do desenho esquemático ou da board para o formato de imagem bmp pode ser útil, pois podemos juntar essas imagens a um texto.



Para exportar uma imagem selecione a seguinte opção do menu “File” do Editor de Esquemas ou do Editor da Board: *File>> Export...>> Image*.

Surgirá a seguinte janela:



**File:** Colocar o nome que se pretende dar ao ficheiro.

**Browse:** Para escolher o local onde se pretende guardar a imagem.

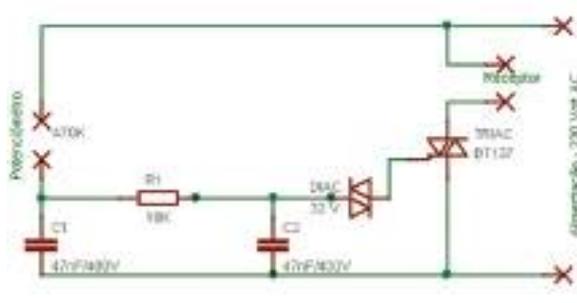
**Clipboard:** Guarda a imagem na memória para ser colada posteriormente.

**Monochrome:** Para imagens em escalas de cinza.

**Resolution:** Para definir a resolução da imagem.

**Image Size:** Indica o tamanho da imagem.

Selecione as opções pretendidas e clique em *OK*. A imagem com a extensão bmp será exportada para dentro da diretoria selecionada. Em qualquer altura poderá ser inserida num documento, como se mostra a seguir...



## Trabalho prático

Implementar o esquema representado na figura anterior preparando-o para ser desenhado numa placa de circuito impresso.



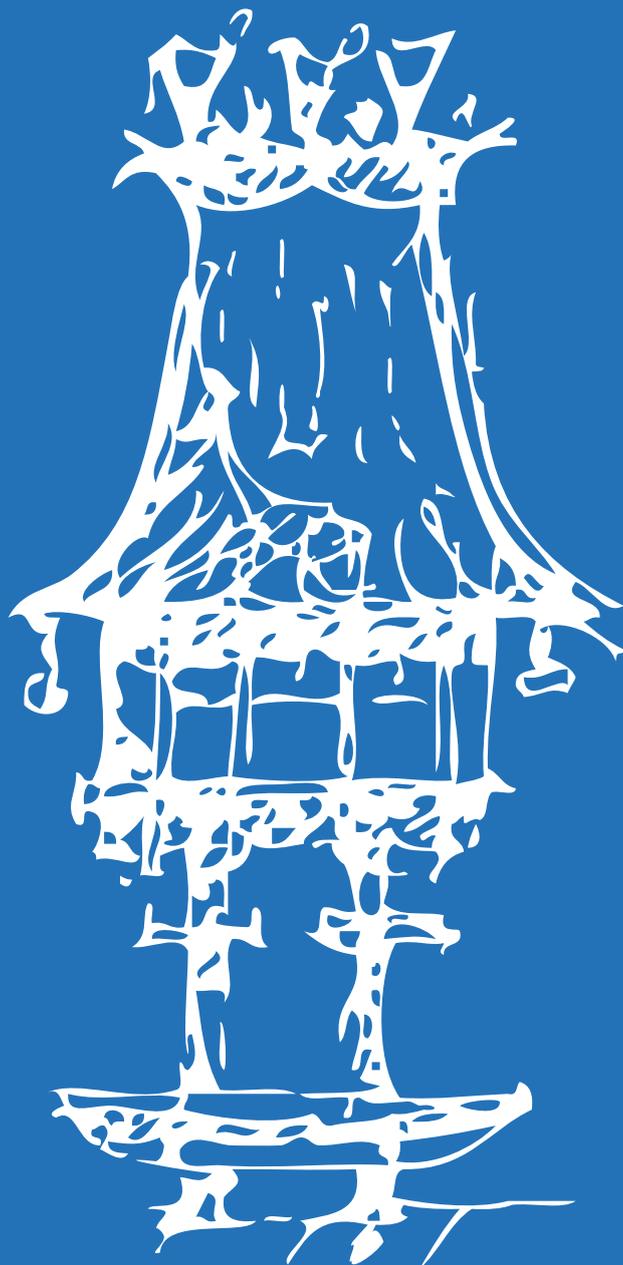
# Bibliografia

FREITAS, Coelho; FREITAS, Castro, Aplicações Tecnológicas de Eletrotécnica e Eletrônica, 10.º Ano. Curso Tecnológico de Eletrotécnica e Eletrônica. Edições ASA. (s.d.).

Manual Orcade Release 9.2 (Ou qualquer outro software que permita o desenho de circuitos impressos. Ex: EAGLE (freeware); ACCEL; Quickroute; PCAD; Utilboard).

MATIAS, José, Aplicações Tecnológicas de Eletrotécnica e Eletrônica, 10º Ano. Curso Tecnológico de Eletrotécnica e Eletrônica. Didáctica Editora. (s.d.).







# **Instalações de Telecomunicações e Vigilância**

Módulo 5

## *Apresentação*

Este módulo tem carácter prático pelo que as aulas deverão decorrer numa sala / oficina de modo a permitir aos alunos numa primeira fase elaborar um projeto de infraestruturas de telecomunicações em edifícios e posteriormente em ambiente laboratorial ou oficial implementar a rede de telecomunicações e vigilância.

Esta disciplina tem como intenção tornar o aluno apto a compreender a linguagem e as técnicas utilizadas, possibilitando assim um melhor aproveitamento na sequência dos estudos desta e das outras disciplinas técnicas e também na comunicação adequada com os profissionais da área.

## *Introdução*

A abordagem deste módulo de Instalações de Telecomunicações e Vigilância leva-nos a um melhor entendimento dos vários tipos de componentes existentes no mercado assim como a melhor escolha deste tipo de componentes para que se ajuste às crescentes evoluções das tecnologias.

Este módulo requer um conhecimento básico de componentes eletrónicos e interpretar esquemas elétricos.

## *Objetivos de aprendizagem*

- Diferenciar níveis de qualidade.
- Caracterizar os sistemas de comunicação.
- Identificar materiais, dispositivos e equipamentos/simbologia.
- Dimensionar os sistemas de comunicação.
- Implementar uma instalação sistemas de comunicação.
- Implementar uma instalação de Vídeo Vigilância.



## *Âmbito de conteúdos*

- Níveis de qualidade.
- Materiais, dispositivos e equipamentos de sistemas de comunicação e Vídeo Vigilância.
- Níveis das portadoras de sinal.
- Procedimentos de Aprovação e Certificação de sistemas de comunicação.



# Instalações de Telecomunicações e Vigilância

## *Introdução*

A defesa dos interesses dos consumidores de telecomunicações passa por infraestruturas modernas, fiáveis e adaptadas aos serviços fornecidos pelos operadores públicos de comunicações eletrónicas.

O presente Manual Técnico congrega, num único documento, as regras técnicas de aplicação obrigatória e as recomendações que se entendem por convenientes.

Os compradores dos edifícios residenciais são normalmente os clientes mais desprotegidos em termos de infraestruturas de telecomunicações, dado que na maior parte das vezes esses edifícios só são vendidos depois de concluídos, não existindo a possibilidade de escolha nem de mudança. Importa assim reforçar a sua qualidade e a sua consistência técnica, dotando-os de infraestruturas adaptadas às Redes de Nova Geração, de elevada longevidade e capacidade de adaptação sustentada.

## *Definições / Siglas*

**ARMÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES DE EDIFÍCIO (ATE):** Dispositivo de acesso restrito onde se encontram alojados os repartidores gerais (RG), que permitem a interligação entre as redes de edifício e as redes das empresas de comunicações eletrónicas, ou as provenientes das infraestruturas de telecomunicações em loteamentos, urbanizações e conjuntos de edifícios.

**ARMÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES INDIVIDUAL (ATI):** Dispositivo onde se encontram alojados os repartidores de cliente (RC), que permite a interligação entre redes (coletiva e individual, por exemplo) e a gestão das telecomunicações individuais. O ATI é parte integrante da rede individual.

**CAIXA DE ENTRADA DE MORADIA UNIFAMILIAR (CEMU):** Caixa de acesso restrito, com porta e fecho com chave, ou mecanismo de trinco inviolável, para ligação das tubagens de entrada de cabos em moradias unifamiliares, onde estão inseridos os dispositivos de repartição ou transição.

**CAMARA DE VISITA MULTI-OPERADOR (CVM):** Compartimento ou caixa de acesso aos



trocões de tubagem subterrâneos, geralmente no exterior dos edifícios, para seu uso exclusivo, através do qual é possível instalar, retirar e ligar cabos e proceder a trabalhos de manutenção.

CATV: Community Antenna Television.

PASSAGEM AEREA DE TOPO (PAT): Tubagem que permite a passagem de cabos para ligação as antenas dos sistemas do tipo A, B e FWA.

QE: Quadro Elétrico.

MATV: Master Antenna Television.

RC: Repartidor de Cliente.

RC-CC: Repartidor de Cliente de Cabo Coaxial.

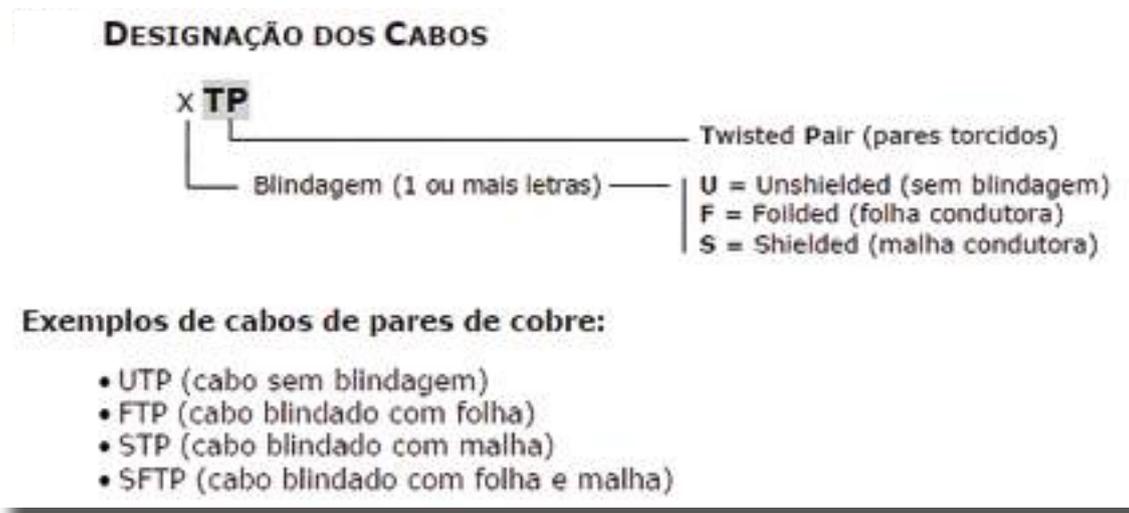
RC-FO: Repartidor de Cliente de Fibra ótica.

RC-PC: Repartidor de Cliente de Par de Cobre.

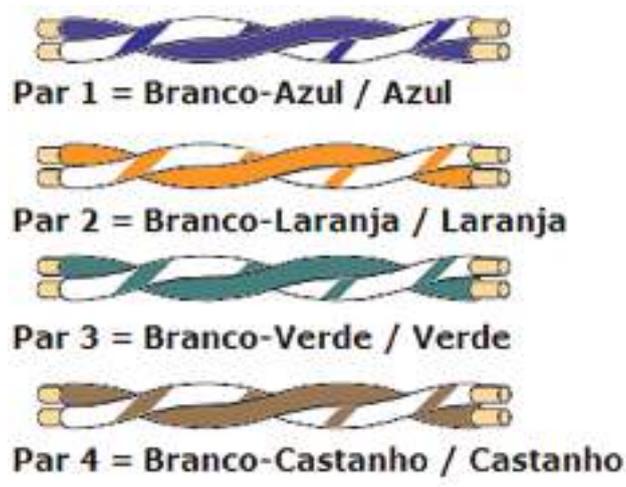
SMATV: Satellite Master Antenna Television.

## Cablagem

Cabos de pares de cobre.



Um cabo de pares de cobre é composto por 4 pares. Cada par tem uma cor, para que os possamos distinguir.



Um dos condutores do par é utilizado para transportar a referência elétrica (terra) e outro para transportar o sinal elétrico.

TABELA 1: Caracterização das Classes e das Categorias em PC

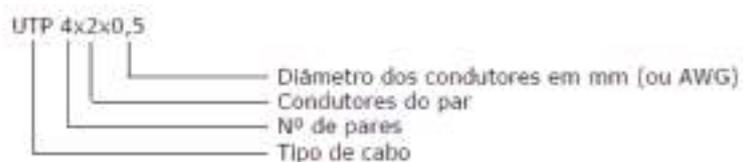
PAR DE COBRE		
Classe de Ligação	Categoria dos materiais	Frequência máxima (MHz)
A	-	0,1
B	-	1
C	-	16
D	5	100
E	6	250
F	7	600
TCD-PC	-	1000
DVSS	-	0,1

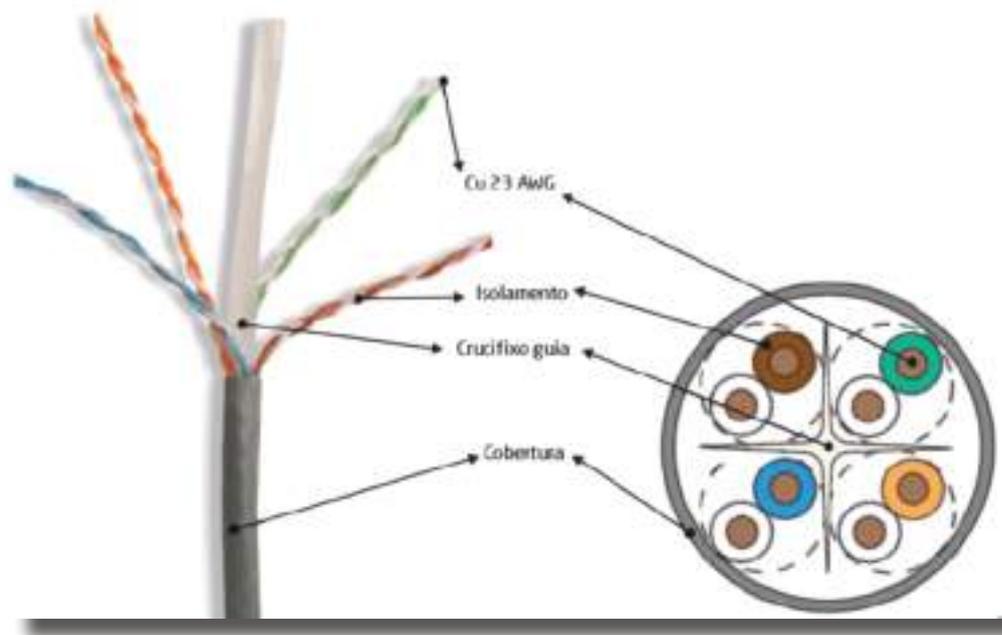
NOTA IMPORTANTE: AS CLASSES DE LIGAÇÃO A, B, C E D NÃO SÃO PERMITIDAS NAS ITED.

**TCD-PC:** Tecnologias de Comunicação por Difusão, em cabo de par de cobre

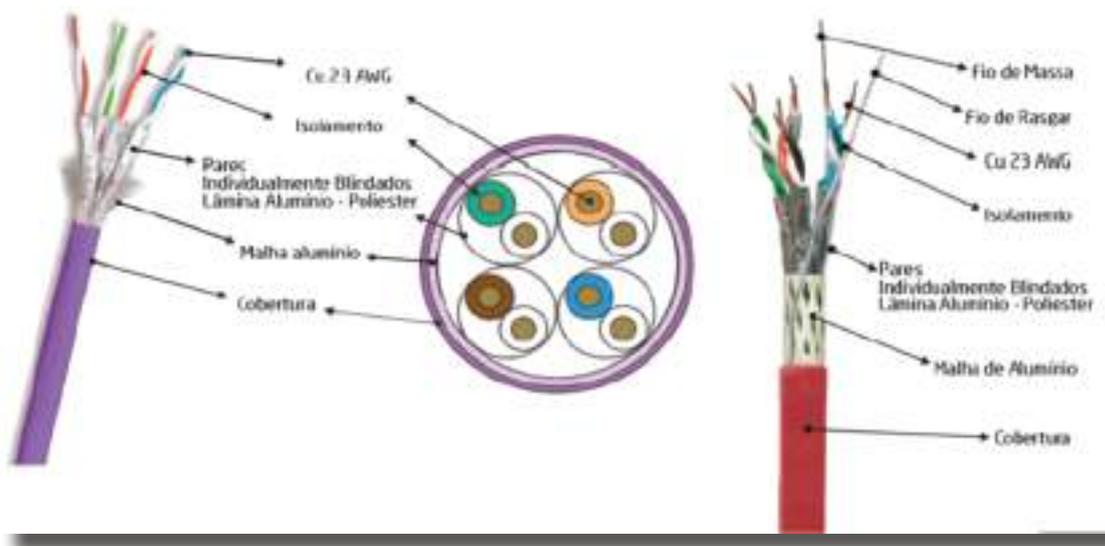
**DVSS:** Domótica, Videoporteiro e Sistemas de Segurança.

Exemplo de cabo UTP, Cat. 6





Exemplo de cabo SFTP, Cat. 7



Estes cabos são constituídos por condutores de cobre macio, isolados por uma camada de polietileno com a espessura necessária ao cumprimento dos requisitos elétricos da transmissão.

Os condutores isolados são torcidos em pares (conjuntos de dois condutores) para diminuir a interferência eletromagnética externa, ou do sinal de um dos fios para o outro. Sobre o conjunto é aplicada uma bainha constituída por uma camada de PVC.



Sob a bainha é por vezes colocado um fio de nylon para facilitar o rasgar da mesma. Nos cabos que possuem blindagem electrostática é aplicada entre os condutores e a bainha, uma fita condutora (cabos FTP) ou uma malha condutora (cabos STP). A continuidade da blindagem nos cabos FTP é garantida por um fio de cobre estanhado (dreno) colocado longitudinalmente e em contacto com a blindagem. Este condutor destina-se a ligar a blindagem à terra.

### Ligação de cabos de pares de cobre a fichas fêmea RJ 45

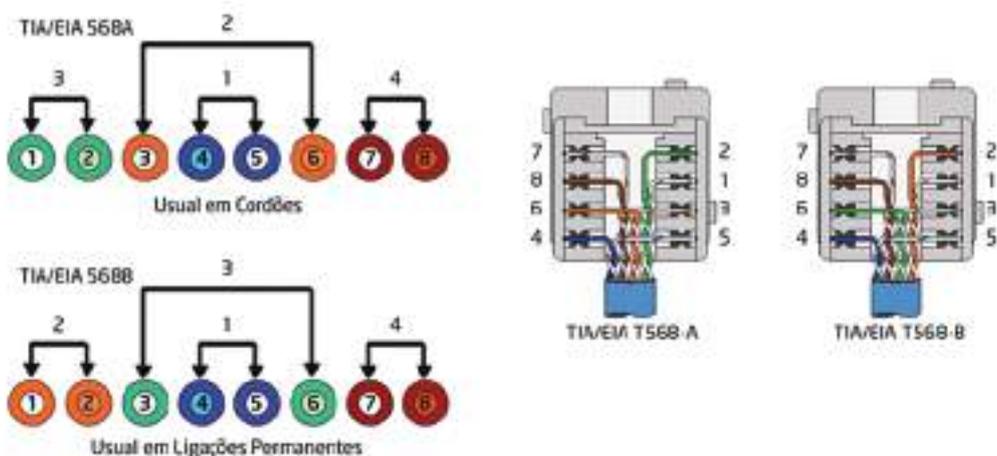


No conector RJ45 fêmea, os pares são cravados na parte traseira do conector. Há duas normas para o cravamento dos conectores. A nível da performance as duas normas são exatamente iguais. É importante garantir que numa instalação se utiliza sempre a mesma norma.

#### CONECTORIZAÇÃO

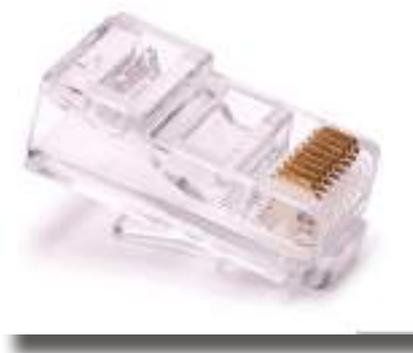
Existem dois métodos de ligação dos 4 pares aos respectivos conectores, A e B, tal como se indica na figura seguinte:

Esquemas de ligações em pares de cobre



## Ligação de cabos de pares de cobre a fichas macho RJ 45

Os conectores utilizados são RJ45 (RJ - Registered Jack). São conectores para pares de cobre, possuem 8 contactos individuais, dispostos em paralelo.



## Cabo Cruzado (crossover)

Um cabo cruzado, com fichas RJ 45 nos extremos, permite interligar dois computadores sem necessidade de se utilizar um switch ou um hub.

O cabo utilizado, na maioria das situações, é o cabo UTP 4x2x0,5, sendo as extremidades ligadas, nas fichas RJ 45, de acordo com o seguinte esquema de ligações:

Extremidade 1 (EIA 568A)	Extremidade 2 (EIA 568B)
-----------------------------	-----------------------------



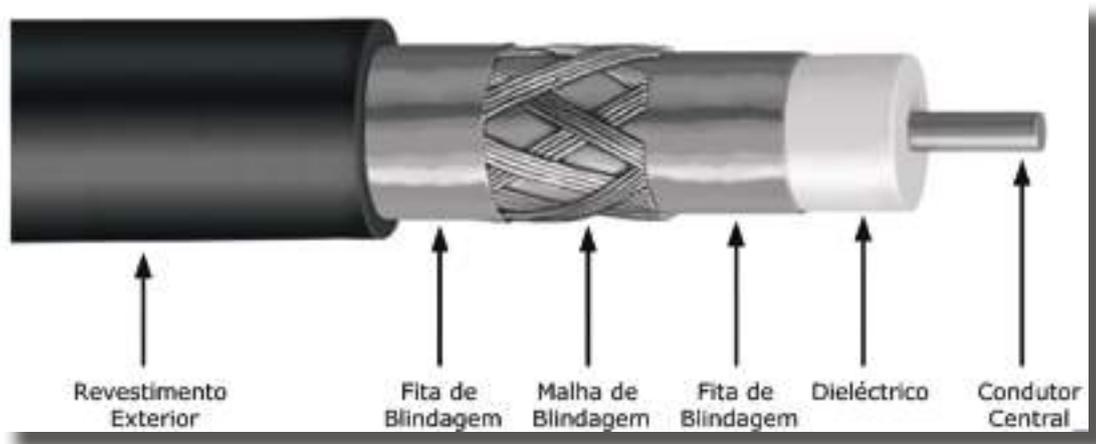


Este dispositivo estabelece ligações num painel, sendo constituído por um cabo com conectores machos em ambos os extremos.



### Cabo coaxial

Constituição geral dos cabos coaxiais



Condutor central – É um condutor metálico de cobre, aço cobreado ou cobre estranhado, que conduz os sinais elétricos RF de baixa voltagem.

Dielétrico – É um material isolante, normalmente polietileno (PE).

Fita de Blindagem – É constituída por um material condutor metálico, normalmente cobre ou alumínio. Toda a superfície do dielétrico é coberta pela fita de blindagem. Protege o sinal RF de interferências, principalmente nas altas-frequências, sendo menos eficiente a baixas frequências.

Malha de Blindagem – É constituída por um material condutor metálico, normalmente cobre ou alumínio. Protege o sinal RF de interferências, principalmente nas baixas frequências.

A malha de blindagem é ligada à terra, pelo que isola o fio condutor (interior) das interferências eletromagnéticas exteriores.

Revestimento exterior – Protege o cabo coaxial de perturbações exteriores, como a luz solar, humidades, etc. Dependendo do local de instalação, os materiais variam, sendo os mais utilizados os seguintes:

Polietileno (PE) – Utilizado em instalações exteriores.

Policloreto de vinilo (PVC) – Utilizado em instalações interiores.

## *Características dos cabos coaxiais*

São normalmente utilizados nas infraestruturas de telecomunicações cabos coaxiais RG59, RG6, RG7 e RG11.

Cabo coaxial	Diâmetro
RG59	6,14 mm
RG6	6,93 mm
RG7	8,08 mm
RG11	10,29 mm



Segundo o manual ITED, os cabos coaxiais a utilizar no interior dos edifícios deverão ter as seguintes características:

- Flexíveis (para facilitar o seu enfiamento na tubagem).
- Impedância de 75Ω.
- Cobertura da malha de blindagem não inferior a 70% da superfície do dielétrico.

C a b o coaxial	Atenuação (dB) por metro			
	85 MHz	750 MHz	1000 MHz	2150 MHz
RG59	0,076	0,222	0,29	0,43
RG6	0,062	0,18	0,21	0,28
RG7	0,049	0,15	0,16	0,25
RG11	0,04	0,117	0,13	0,21

Tabela 1 – Atenuação média dos cabos coaxiais.

Quanto mais alta for a frequência, maior é a atenuação do sinal num cabo coaxial.

Regra geral, quanto maior for o diâmetro do cabo coaxial, menor é a atenuação que o sinal sofre. Como é possível verificar na tabela 1, o cabo RG59 tem o diâmetro mais pequeno e a maior atenuação. O cabo RG11 tem o maior diâmetro e a atenuação mais baixa.

Distancia (m)	Atenuação RG6 (dB)			
	85 MHz	750 MHz	1000 MHz	2150 MHz
1	0,062	0,18	0,21	0,28
10	0,62	1,8	2,16	2,88
50	3,08	9	10,81	14,43
100	6,15	18	21,62	28,86

Tabela 2 – Atenuação média do cabo RG6.

Quanto maior for o comprimento do cabo coaxial, maior é a atenuação que o sinal sofre. Como é possível verificar na tabela 2, o aumento da distância do cabo coaxial, representa um aumento da atenuação.

Para se calcular a atenuação de um troço de cabo coaxial, basta simplesmente multiplicar o valor de atenuação do cabo coaxial num metro, pela distância total do cabo.

Exemplo: A atenuação de um cabo coaxial RG6, aos 750 MHz, a uma distância de 25 m, calcula-se da seguinte forma:

$$\text{Atenuação}_{(RG6 - 750MHz)} = 0,18 \times 25 = 4,5 \text{ dB}$$



## Como escolher um cabo coaxial

**Distância** – Quanto maior for a distância de cabo coaxial, maior é a atenuação dos sinais. A distância do cabo é assim o principal fator a ter em conta na escolha do cabo coaxial. Para distâncias curtas (até 45m) deverá ser utilizado cabo RG6, para distâncias longas (acima dos 45m), deverá ser utilizado o cabo RG11.

**Proteção contra interferências** – É outro dos fatores a ter em atenção na escolha do cabo coaxial. Atualmente, na construção de redes de cabo coaxial, utiliza-se cabo coaxial tri-shield, onde a blindagem do cabo é constituída por duas fitas de blindagem e uma malha de blindagem.

Para uma proteção contra as interferências ainda mais eficiente, existe o cabo coaxial quad shield, constituído por duas fitas de blindagem e duas malhas de blindagem.

**Impedância** – A impedância dos cabos coaxiais a utilizar nas infraestruturas de telecomunicações é de  $75\Omega$ . Há no mercado cabos coaxiais com impedâncias diferentes, nomeadamente  $50\Omega$ , que não estão especificados para utilização nas infraestruturas de telecomunicações.

CABO COAXIAL		
Classe de Ligação	Frequência máxima (MHz)	
TCD-C	3000	

**TABELA 4: Classes de ligação da TCD-C**

CABO COAXIAL		PERDAS DE INSERÇÃO MÁXIMA 1GHz	DISTÂNCIA MÁXIMA DO CANAL
Classe de Ligação TCD-C	TCD-C-L	8,6 dB	32 m
	TCD-C-M	17,1 dB	75 m
	TCD-C-H	21,7 dB	100 m

**NOTA IMPORTANTE: AS CLASSES TCD-C-L E TCD-C-M NÃO SÃO PERMITIDAS.**

**TCD-C:** Tecnologias de Comunicação por Difusão, em cabo coaxial.

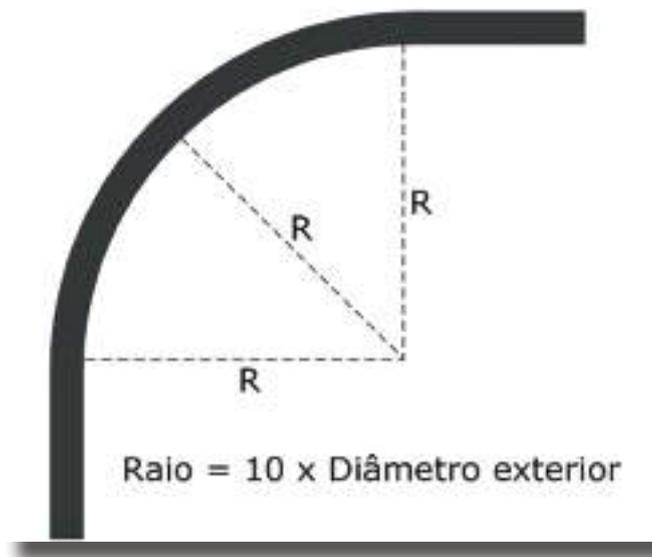
**CANAL:** Meio de transmissão constituído por um sistema de cablagem e respetivos cordões de ligação para a interligação entre equipamentos ativos visando a disponibilização de um determinado serviço de telecomunicações.

Os sistemas que usam cabos coaxiais para comunicar são especialmente utilizados para o envio de sinais de fraca potência, altas-frequências e a longas distâncias.

Este tipo de cabo é utilizado par transmitir sinais de áudio e vídeo ou dados a alta velocidade



## Boas práticas na instalação de cabos coaxiais



O raio de curvatura dos cabos coaxiais, embora possa variar de fabricante para fabricante, não deverá ser inferior a 10 vezes o diâmetro exterior do cabo.

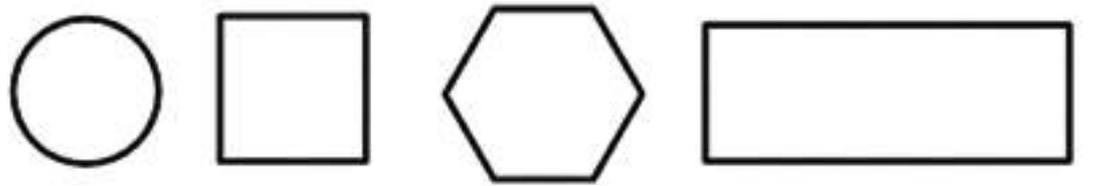
No cabo RG6, cujo diâmetro exterior é de 6,93mm, o raio de curvatura no mínimo será de  $10 \times 6,93 = 69,3\text{mm}$ , o que equivale a aproximadamente 7cm.

## Dispositivo de derivação para cabo coaxial

Existem dois tipos de dispositivos de derivação para cabo coaxiais, repartidores e derivadores. O repartidor é também conhecido como TAP Terminal, o derivador é conhecido como TAP de Passagem.

Os dispositivos de derivação possuem normalmente ligações para conectores F.

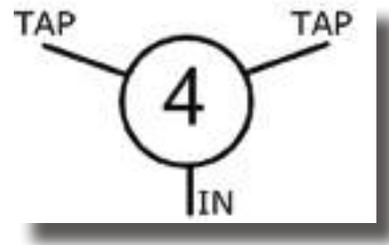
Os dispositivos de derivação de duas saídas representam-se por um círculo, os de quatro saídas por um quadrado, os de oito saídas por um hexágono e os de 16 saídas por um retângulo.



## Repartidores

Os repartidores possuem uma entrada, designada por IN e saídas designadas por TAP. No interior do símbolo (círculo, quadrado, hexágono ou retângulo), está indicado um número, que representa a atenuação das saídas TAP do repartidor. As atenuações são iguais em todas as saídas (TAP) do repartidor.

Os repartidores são representados pelo número de saídas e pela atenuação das saídas TAP, separadas por uma barra.



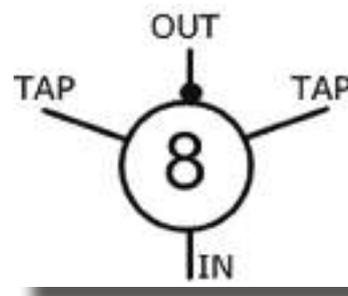
Um repartidor 2/4, representado na figura, possui 2 saídas, sendo a atenuação nas saídas TAP de 4dB.

No exemplo da figura, a atenuação das saídas TAP do repartidor, é de 4 dB. Se o sinal na entrada do repartidor aos 750 MHz for de 90 dB $\mu$ V, nas saídas TAP o sinal será 86 dB $\mu$ V (90 – 4).

## Derivadores

Os derivadores possuem uma entrada, designada por IN, saídas designadas por TAP e uma saída de passagem de sinal, designada por OUT. No interior do símbolo (círculo, quadrado, hexágono ou retângulo), à semelhança dos repartidores, está indicado um número, que representa a atenuação das saídas TAP do derivador. A atenuação é igual em todas as saídas (TAP) do derivador. A atenuação da saída OUT é mais baixa do que as saídas TAP e normalmente não aparece inscrita no equipamento.

Os derivadores são representados pelo número de saídas e pela atenuação das saídas TAP, separadas por uma barra.



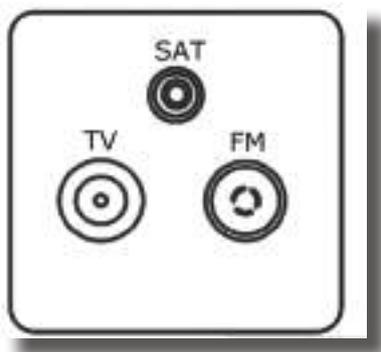
Um derivador 2/8, representado na figura, possui 2 saídas, sendo a atenuação nas saídas TAP de 8dB.

No exemplo da figura, a atenuação das saídas TAP do derivador 2/8, é de 8 dB. Se o sinal na entrada aos 750 MHz for de 90 dB $\mu$ V, nas saídas TAP o sinal será 82 dB $\mu$ V (90 – 8). Na saída OUT o sinal será de 85,7 dB $\mu$ V (90 – 4,3).

A saída OUT é identificada com um ponto, para a distinção em projeto das saídas TAP e OUT. A atenuação da saída de passagem OUT é também conhecida como perda de inserção.

### *Tomadas para cabo coaxial*

Como nas infraestruturas de telecomunicações as redes de cabo coaxial são em estrela, são utilizadas apenas tomadas terminais. Todos os cabos coaxiais saem do TC (TAP Cliente) e seguem diretos às tomadas, o que significa que as tomadas de passagem deixam de ser utilizadas.



As tomadas protegem os televisores, vídeos e restantes equipamentos de recepção de descargas elétricas e sobretensões. Garantem também total imunidade aos ruídos externos provocados por equipamentos eletrónicos envolventes.

Se a fração autónoma, receber emissões de rádio ou televisão, via satélite, deverá estar equipada com tomadas satélite.

As tomadas satélite, possuem normalmente três saídas:

TV (conector IEC macho).

FM (conector IEC fêmea).

SAT (conector F).

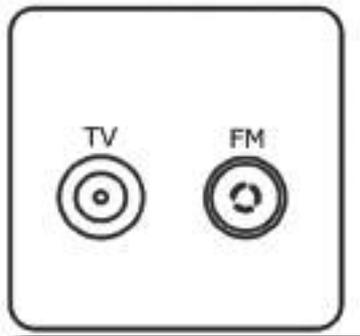


A saída TV deverá ser utilizada para a recepção de sinais de televisão de:

- Banda I (47 MHz até aos 68 MHz)
- Interbanda Inferior (139 MHz até aos 134 MHz)
- Banda III (174 MHz até aos 230 MHz)
- Interbanda Superior (230 MHz até aos 300 MHz)
- Hiperbanda (300 MHz até aos 470 MHz)
- Banda IV (470 MHz até aos 606 MHz)
- Banda V (606 MHz até aos 862 MHz)

A saída SAT permite a recepção de canais de televisão via satélite, na gama de frequências entre os 1000 MHz e os 2150 MHz.

A saída FM permite a passagem da banda entre os 87,5 MHz e os 108 MHz, que corresponde a Banda II. Esta saída deverá ser utilizada para recepção de sinais de rádio.



No caso de a fração estar ligada a sistemas de recepção de televisão terrestre, ou a uma rede de um operador de CATV, deverá estar equipada com tomadas *standard* TV / FM.

As tomadas *standard* TV/FM possuem normalmente duas saídas:

- TV (conector IEC macho).
- FM (conector IEC fêmea).



### Tomadas multimédia

Os operadores de televisão por cabo utilizam tomadas de cabo coaxial com três saídas, onde a saída DADOS permite a ligação ao *cable modem*, para possibilitar o acesso à Internet e ao serviço telefónico através das redes de CATV.



As tomadas multimédia possuem normalmente três saídas:

- TV (conector IEC macho).
- FM (conector IEC fêmea).
- DADOS (conector F).

### Conector para cabo coaxial

Nas ligações entre as saídas TV e FM das tomadas e os equipamentos de receção, ou seja nos chicotes de ligação, são utilizados conectores IEC.

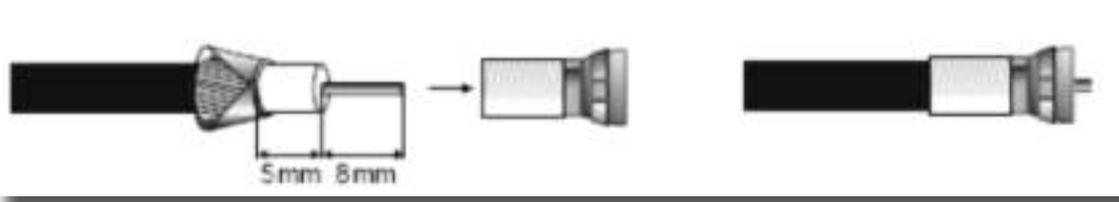


## Conectores IEC macho e fêmea

Os conectores F são utilizados nas restantes ligações, sendo os mais utilizados nas redes de cabo coaxial. As principais vantagens deste tipo de conector estão na facilidade e rapidez de instalação e nas boas características mecânicas.

Apresenta-se como uma solução para ligações permanentes entre cabo coaxial e equipamentos das redes TCD-C (Tecnologias de Comunicação por Difusão, em cabo coaxial).

As conexões coaxiais por compressão são as únicas permitidas nas ligações a cabos coaxiais, quando se utiliza o conector tipo “F” reto.



## Desnudadores de cabo coaxial



## Alicate de compressão para fichas F

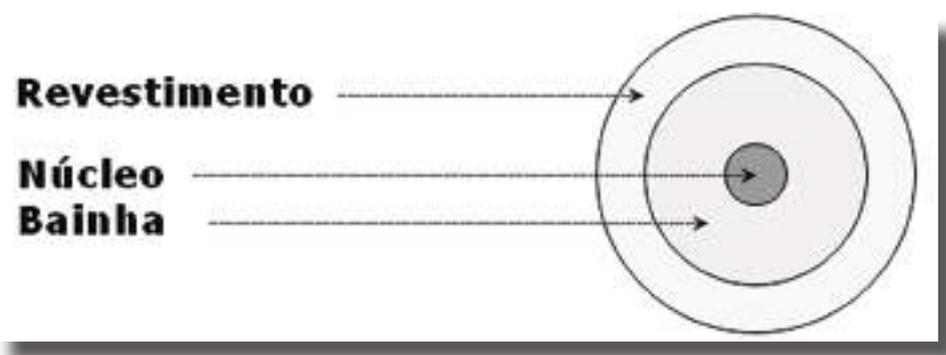


## Cabo de fibra ótica

Constituição da fibra ótica

A fibra ótica é constituída por uma vara muito fina de sílica<sup>1</sup> (dióxido de silício), envolvida num revestimento protetor em acrílico.

A vara de vidro é formada por um núcleo central e por uma bainha envolvente.



**Núcleo (Core)** – As fibras óticas apresentam uma zona central onde o índice de refração é mais elevado do que na zona circundante. É no núcleo que se dá o guiamento da luz.

**Bainha (Cladding)** – Material que envolve o núcleo com um índice de refração mais baixo do que o primeiro. A bainha faz com que a luz permaneça no núcleo.

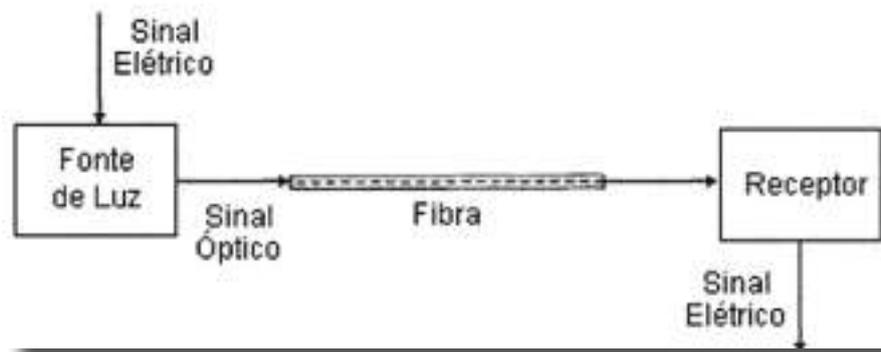
**Revestimento (Coating)** – Material plástico (acrílico em dupla camada) que envolve e protege mecanicamente a fibra.

O facto de o índice de refração da bainha ser inferior ao do núcleo, faz com que a luz introduzida numa das extremidades da fibra ótica seja conduzida, através do núcleo até à outra extremidade. Numa fibra ótica, não é possível separar o núcleo da bainha.

O objetivo das comunicações óticas é transmitir um sinal através de uma fibra ótica até um equipamento recetor distante. O sinal elétrico é convertido em luz no transmissor. No recetor a luz é convertida novamente num sinal elétrico.

<sup>1</sup> A sílica é o principal componente da areia e a principal matéria-prima para o vidro.



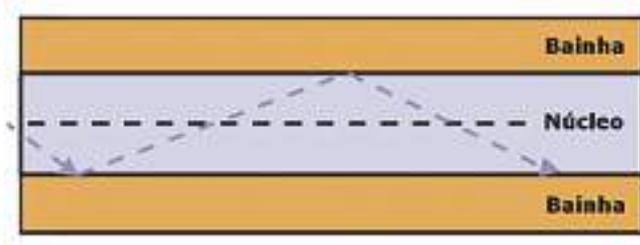


Os transmissores óticos são responsáveis por converter os sinais elétricos em sinais óticos que irão circular na fibra. A fonte ótica é um semiconductor que pode ser o laser ou um led.

Os detetores de luz também chamados de foto detetores são responsáveis pela conversão dos sinais óticos recebidos da fibra em sinais elétricos correspondentes aos originais que são usados no terminal, computador ou *modem*. Os detetores mais utilizados são os foto díodos.

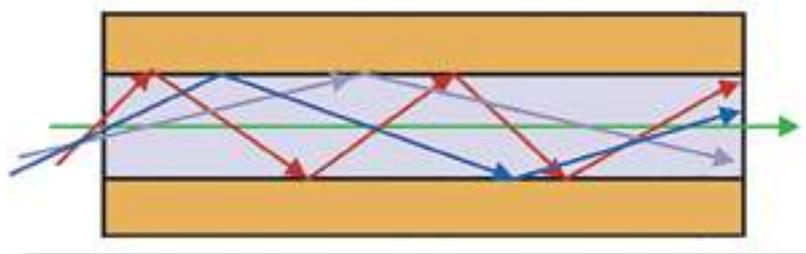
### Princípios de transmissão

Um raio de luz entra na fibra ótica num ângulo muito pequeno. A capacidade da fibra para receber luz através do núcleo é determinada pelo ângulo de aceitação (NA). O raio de luz é refletido, quando ocorre uma mudança abrupta da direção da luz, permanecendo a luz no núcleo da fibra ótica.



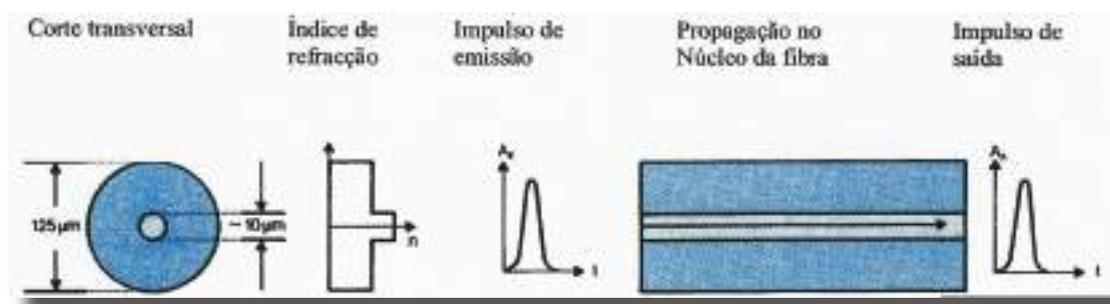
Vários raios de luz entram na fibra ótica em simultâneo, em diferentes ângulos e não seguem o mesmo percurso. Ângulos mais pequenos resultam em percursos mais diretos. Cada percurso resulta do ângulo de incidência no ponto de entrada da luz na fibra ótica, criando um “modo”.





Genericamente podem considerar dois tipos de fibras óticas: monomodo e multimodo. As fibras monomodo permitem transmitir mais informação do que as fibras óticas multimodo.

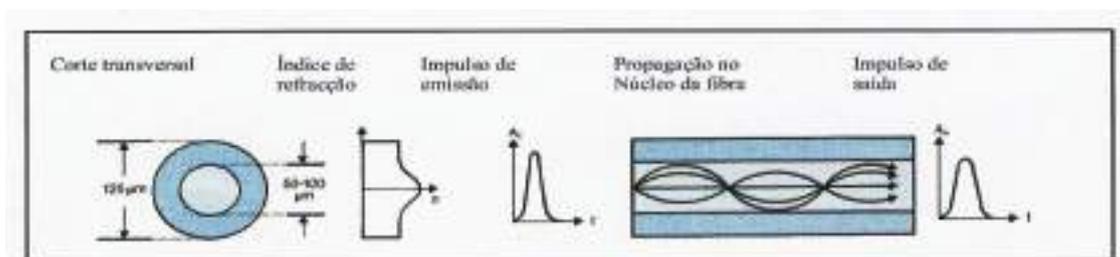
Nas fibras monomodo apenas há um modo de propagação. Estas fibras têm maior capacidade de transmissão que as do tipo multimodo. Contudo, o equipamento necessário é mais caro que o equipamento dos sistemas multimodo.



1 μm = 10 <sup>-6</sup> m	125 μm = 0.125 mm	10 μm = 0,01 mm
------------------------------	----------------------	--------------------

Nas fibras monomodo é particularmente difícil injetar luz, porque estas apresentam ângulos de aceitação (NA) e núcleos muito reduzidos. Daí o cuidado que deve existir na forma de preparar fibras monomodo e as fontes óticas utilizadas com estas fibras são sempre laser (pois emitem radiação num feixe muito estreito).

Nas fibras multimodo O núcleo da fibra ótica é constituído por sucessivas camadas concêntricas com índices de refração diferentes.



Este tipo de fibra ótica permite a transmissão de luz usando diferentes caminhos (modos), seguindo cada um, uma trajetória diferente através do núcleo.

## Tipos de fibra óticas

Os cabos de fibra ótica podem conter fibras dos seguintes tipos:

- Fibras OM1 (multimodo) – 62,5  $\mu\text{m}$  (estão a ser substituídas por fibras OM2 e OM3)
- Fibras OM2 (multimodo) – 50  $\mu\text{m}$
- Fibras OM3 (multimodo) – 50  $\mu\text{m}$  (suportam velocidades de transmissão mais elevadas que a OM2).
- Fibras OS1 (monomodo) – 9  $\mu\text{m}$

No mundo das comunicações, as fibras que apresentam melhor desempenho (em atenuação e largura de banda) são as fibras monomodo. Estas fibras óticas têm sido mais utilizadas nos sistemas de comunicações para média e longas distâncias (entre algumas dezenas ou até mesmo milhares de quilômetros).

As fibras óticas multimodo apresentam um desempenho comparado pior. Estas fibras têm sido mais utilizadas nos sistemas de comunicações de dados (para distâncias não superiores a 500 m).

Comparação entre as fibras multimodo e monomodo:

	Multimodo	Monomodo
Custo	Caro	Barato
Custo do equipamento de transmissão	Barato (LED)	Caro (Díodo Laser)
Atenuação	Alta	Baixa
Comprimentos de onda	850 até 1300 nm	1260 até 1640 nm
Utilização	Fácil manuseamento	Conexões mais complexas
Distancias	Redes locais (LAN) até 2 km	Até 200 km
Largura de banda	10 Gbps a curtas distâncias	Mais do que 1 Tbps



A fibra multimodo deverá ser utilizada em distâncias pequenas, normalmente dentro dos edifícios. Embora o preço deste tipo de fibra ótica seja mais caro, acaba por compensar investir neste tipo de fibra ótica porque os custos dos equipamentos de transmissão são mais baixos.

## *Cabo de fibras óticas Tight Buffer*



## *Cabo de fibras óticas para interior*



## *Cabo DROP de ligação exterior*

O cabo DROP de ligação exterior é utilizado para ligar clientes com a rede do operador instalado no exterior em postes, na parede e nas câmaras de visita.

Na casa do cliente o cabo DROP de ligação exterior termina numa tomada ótica.





A fibra ótica tem muitas vantagens. Ela pode garantir larguras de banda muito mais largas do que o cobre. A fibra ótica também tem a vantagem de não ser afetada por picos de tensão ou interferências eletromagnéticas e provocar uma fraca atenuação do sinal. A razão para que a fibra ótica seja melhor do que o cobre é inerente às questões físicas subjacentes a esses dois materiais. Quando os elétrons se movem dentro de um fio, são afetados uns aos outros e, além do mais, são afetados pelos elétrons existentes fora do fio. Os fótons de uma fibra não se afetam uns aos outros (não têm carga elétrica) e não são afetados pelos fótons dispersos existentes do lado de fora da fibra.

### *Desvantagens da fibra ótica:*

Fragilidade das fibras óticas: deve-se ter cuidado ao trabalhar com as fibras óticas pois elas partem com facilidade.

Dificuldade de ligações das fibras óticas: por serem de pequeníssima dimensão, exigem procedimentos e dispositivos de alta precisão na realização de ligações e junções.

Alto custo de instalação e manutenção.

As interfaces de fibra ótica são mais caras do que as interfaces elétricas.

### *Tubagem*

O comprimento máximo dos tubos entre duas caixas deve ser de 12 m, quando o percurso for retilíneo e horizontal. O número máximo de curvas nos tubos, entre caixas, é de duas.

O comprimento atrás referido será, neste caso, reduzido de 3 m por cada curva.



O diâmetro interno mínimo da tubagem das infraestruturas de telecomunicações é 20 mm, o que corresponde a um diâmetro comercial de 25 mm. O que significa que o tubo VD20, não poderá ser utilizado, sendo o VD25 o tubo com o diâmetro mínimo que poderá ser aplicado nas ITED.

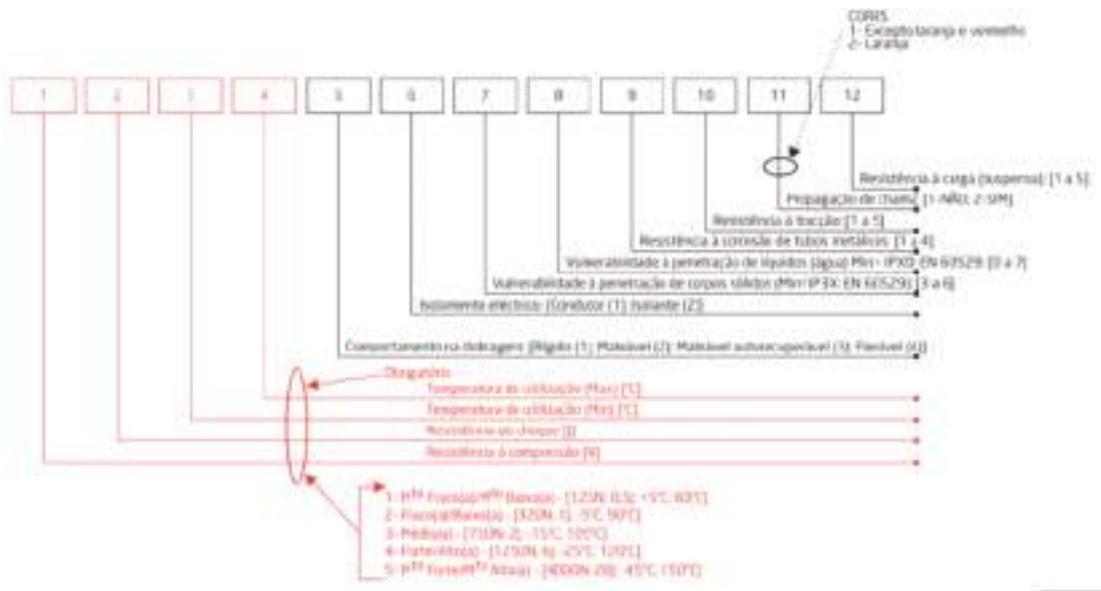
Na tabela seguinte estão indicados os diâmetros internos e comerciais dos tubos:

<b>Ø Interno requerido (mm)</b>	<b>VD aplicável</b>	<b>ERM / Isogris aplicável</b>	<b>MC aplicável</b>
20	25	25	25
25	32	32	32
32	40	40	40
40	50	50	50
50	63	-	63
63	75	-	75
75	90	-	90
90	110	-	110
110	-	-	125
125	-	-	160
160	-	-	200



## Classificação dos tubos

Os tubos classificam-se recorrendo a uma sequência numérica de 12 dígitos. Os quatro primeiros dígitos desta classificação são obrigatórios para referenciar o tubo, e devem constar da respetiva marcação. Exemplos: 3332; 4432; 4332.



*Tubos e curvas para o tubo rígido, de material isolante e paredes interiores lisas.*



*Tubo maleável e tubo corrugado, de paredes interiores lisas.*

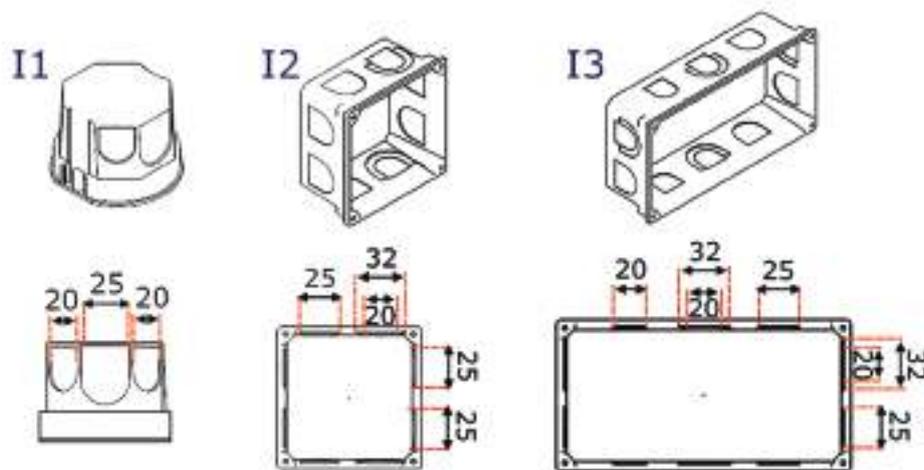


### Tubo anelado



### Caixas de aparelhagem

Na rede individual existem caixas de aparelhagem do tipo I1, I2 e I3.



As caixas I3 devem ser colocadas, principalmente nos casos em que as distâncias entre o ATI e as tomadas são elevadas. Estas caixas servem apenas para passagem de cabos.

A mesma tubagem pode suportar os três tipos de tecnologia de transporte de informação: par de cobre, cabo coaxial e fibra ótica. Esse facto faz com que, muitas vezes, as caixas de aparelhagem sirvam de caixas de passagem, pelo que se recomenda a utilização de caixas de aparelhagem fundas, de modo a respeitar os raios de curvatura dos cabos.

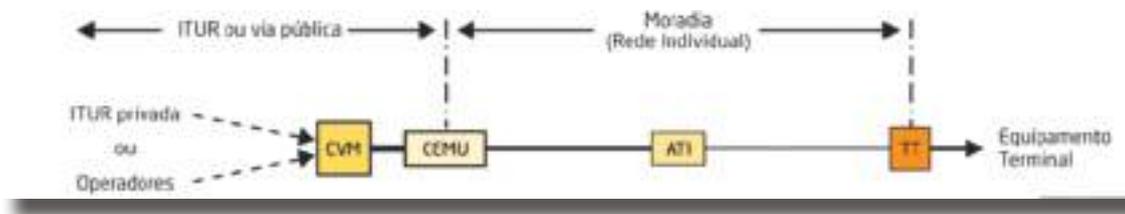
As caixas de aparelhagem devem ser instaladas a uma altura recomendada de 30 cm do pavimento.



# Moradia unifamiliar

Numa moradia ou casa unifamiliar é necessário ter em conta algumas especificidades para a montagem e manutenção do sistema que é colocado.

## Esquema de montagem



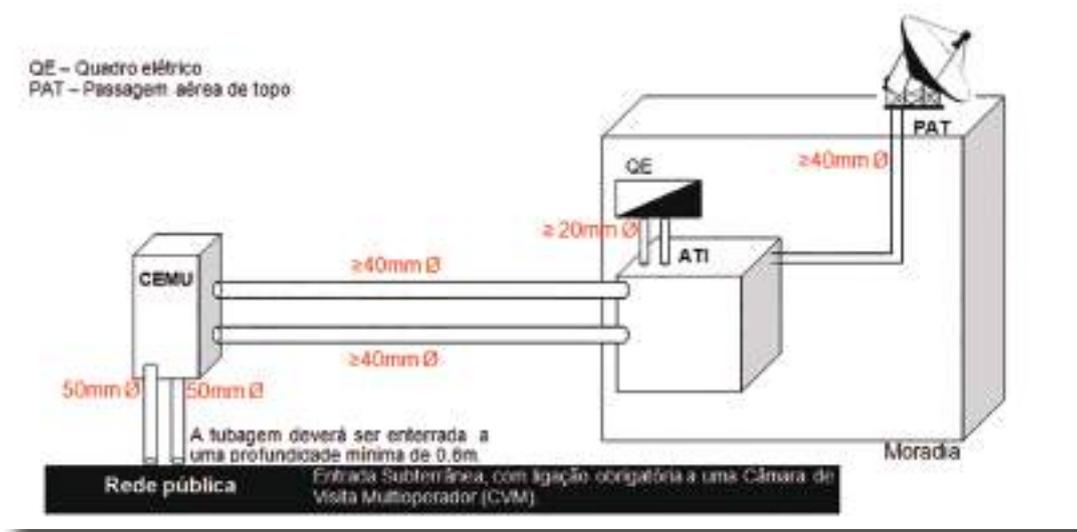
CVM – Câmara de Visita Multioperador

CEMU – Caixa de Entrada de Moradia Unifamiliar

ATI – Armário de Telecomunicações Individual

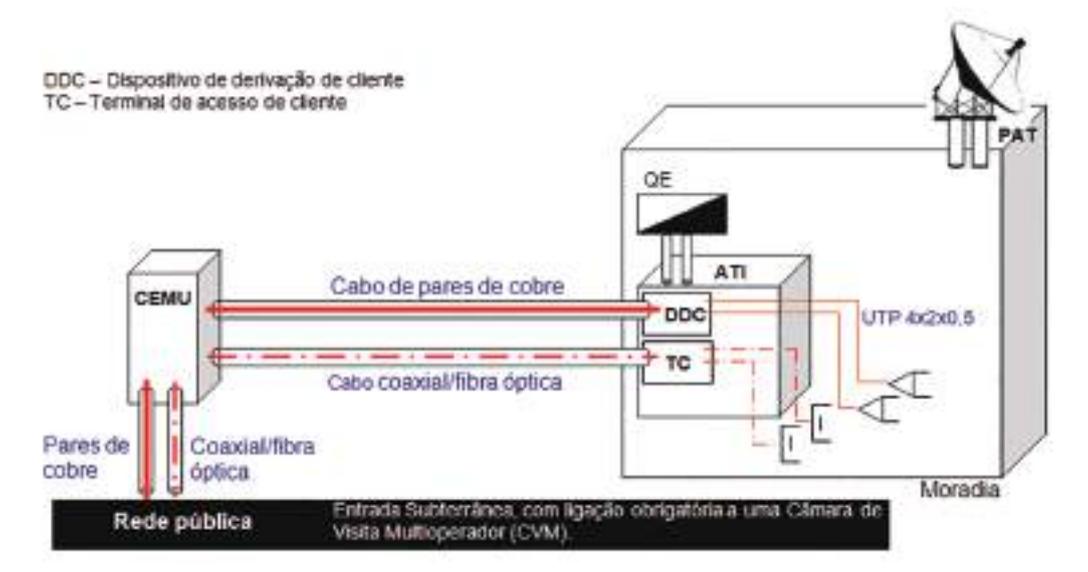
TT – Tomada de Telecomunicações

## Redes de tubagens – rede individual



É necessário projetar uma caixa CATI (caixa de apoio ao ATI) próxima do ATI e interligada a esta por um tubo. Esta caixa poderá servir para albergar o equipamento ativo de telecomunicações (equipamento que necessita para o seu funcionamento de ser alimentado eletricamente, por exemplo, amplificadores).

## Redes de Cabos – Rede Individual



Morada (CEMU - ATI)	Categoria 5 UTP 4 Pares - 1 cabo	TCD-E-H CATV - 1 cabo (instalação facultativa)	DS1 1 cabo de 2 fibras, OF-300 (instalação facultativa)
---------------------	-------------------------------------	--	---

## CEMU (Caixa de Entrada de Moradia Unifamiliar)

A CEMU é uma caixa utilizada nas moradias unifamiliares, destinada ao alojamento de dispositivos de derivação ou transição. Esta caixa faz a transição entre as redes públicas de telecomunicações e a rede individual de cabos.

No interior da CEMU estão alojados os dispositivos que permitem a ligação das redes públicas de telecomunicações à rede individual. Como mínimo entende-se que contenha o seguinte:

- Um dispositivo de ligação e distribuição com capacidade para ligação de 4 pares de cobre. A este bloco é ligado, para jusante, o cabo de pares de cobre que se



dirige ao ATI. Para montante são ligados os cabos de operador.

- Ficha na parte terminal do cabo coaxial proveniente da rede individual, que permita uma ligação conveniente dos cabos de operador.

### *ATI (Armário de Telecomunicações Individual)*



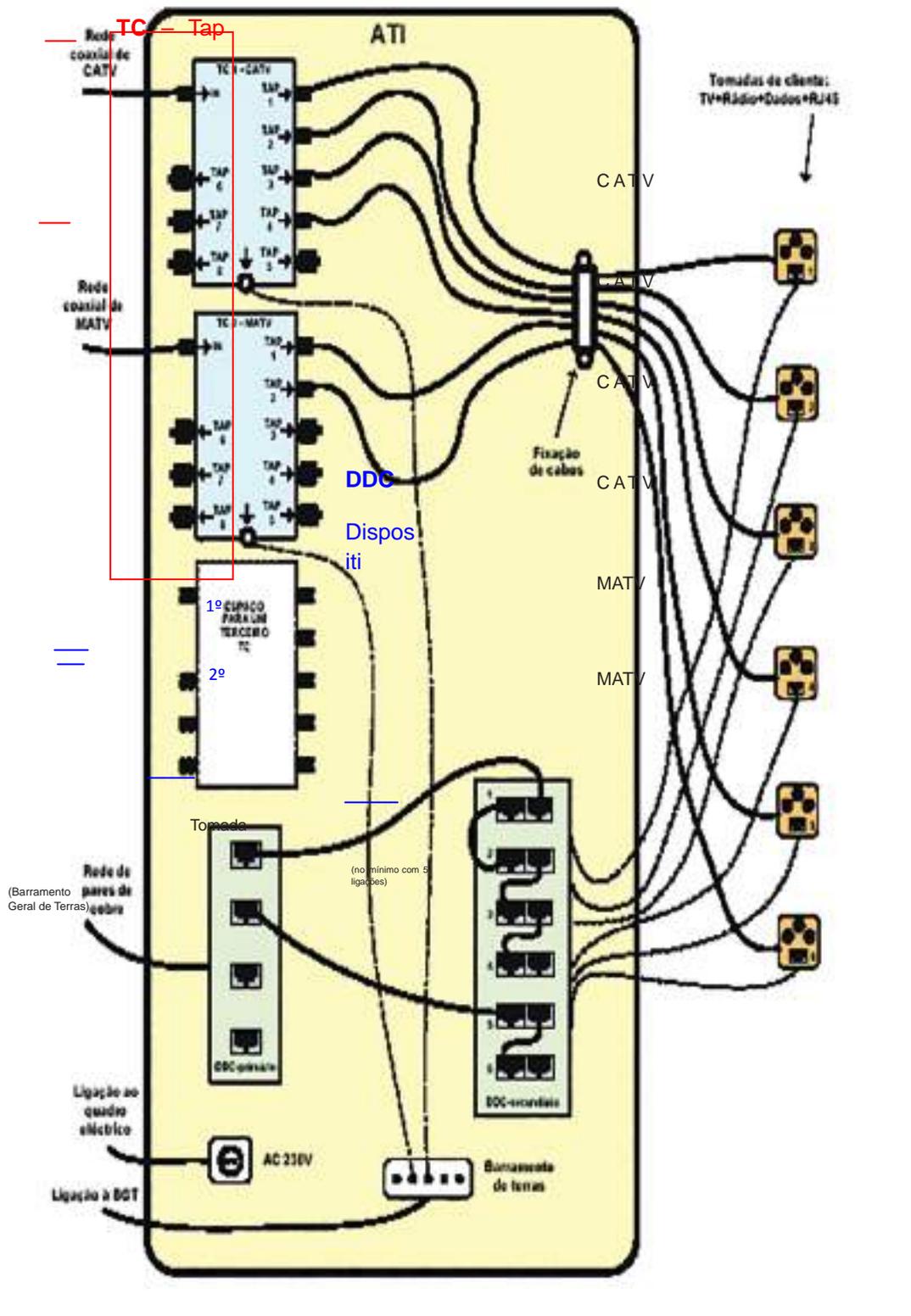
Estabelece a ligação entre os cabos provenientes da CEMU (caixa de entrada de moradia unifamiliar) e a restante cablagem da rede individual.

Na figura seguinte apresenta-se uma solução de ATI, com ligação a 2 redes de cabo coaxial e a 1 rede de cabos de pares de cobre. Estão incluídos um barramento de terras e 1 tomada 230V AC.

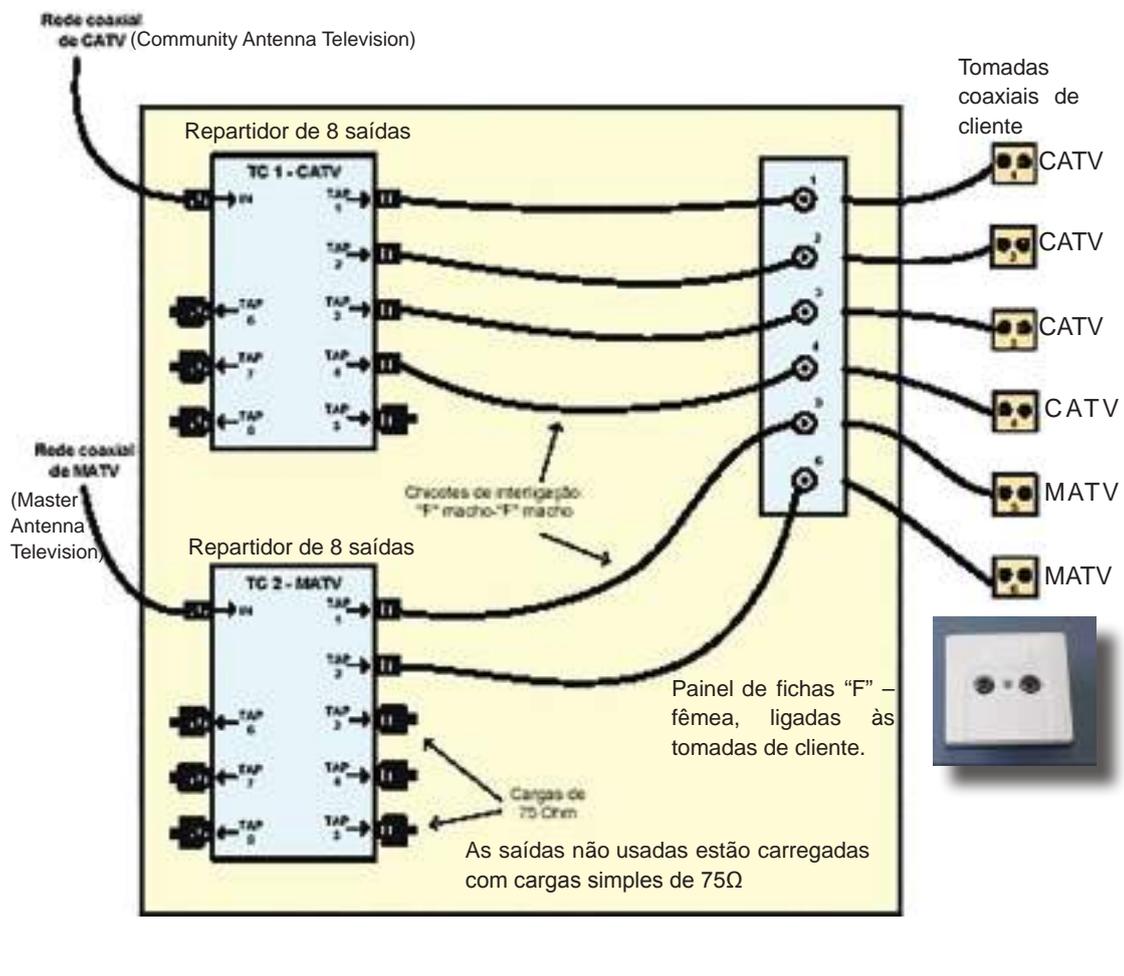
As tomadas mistas de 1 a 4 estão ligadas à rede de CATV (rede de televisão por cabo) e a um operador em par de cobre. As tomadas 5 e 6 recebem sinal de um sistema de MATV (antenas coletivas que recebem os canais terrestres) e de um segundo operador em par de cobre.

No caso das moradias unifamiliares é instalado no mínimo um TC, para ligação à rede exterior de CATV, através da tubagem subterrânea proveniente da CEMU, no caso de existir um sistema de antenas, deverá ser instalado um segundo TC.

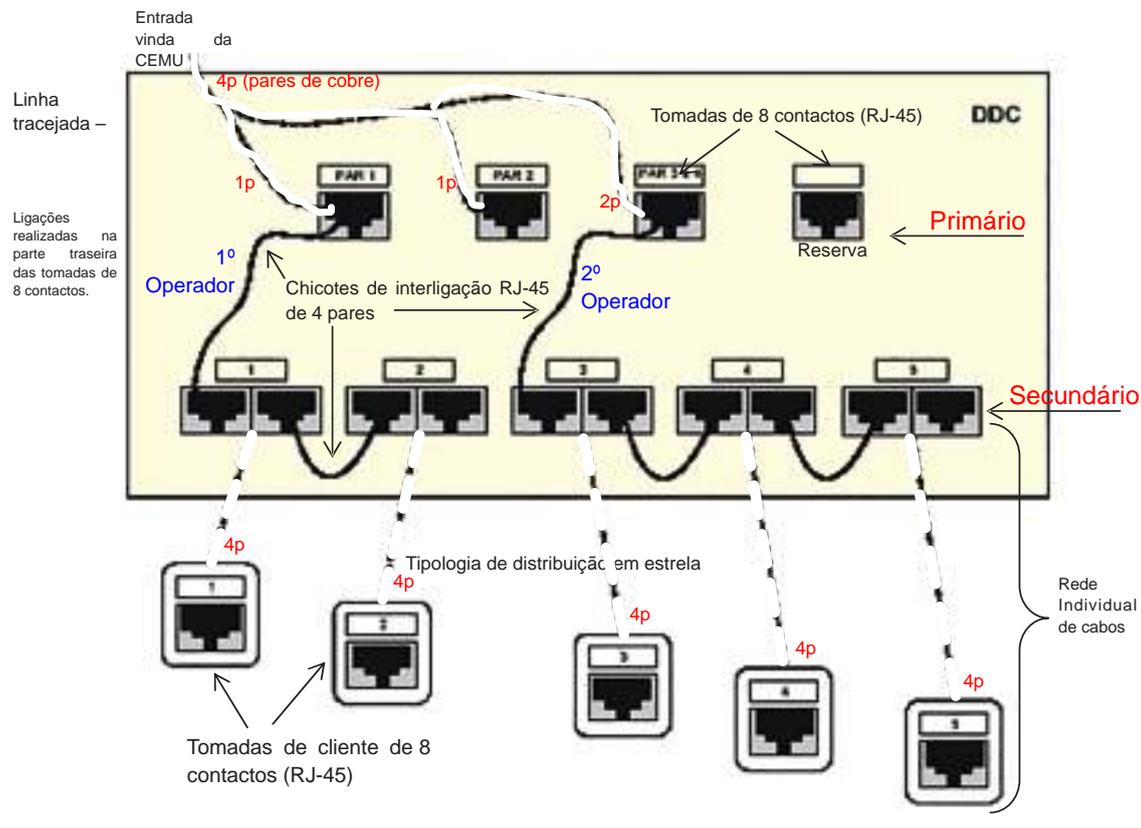




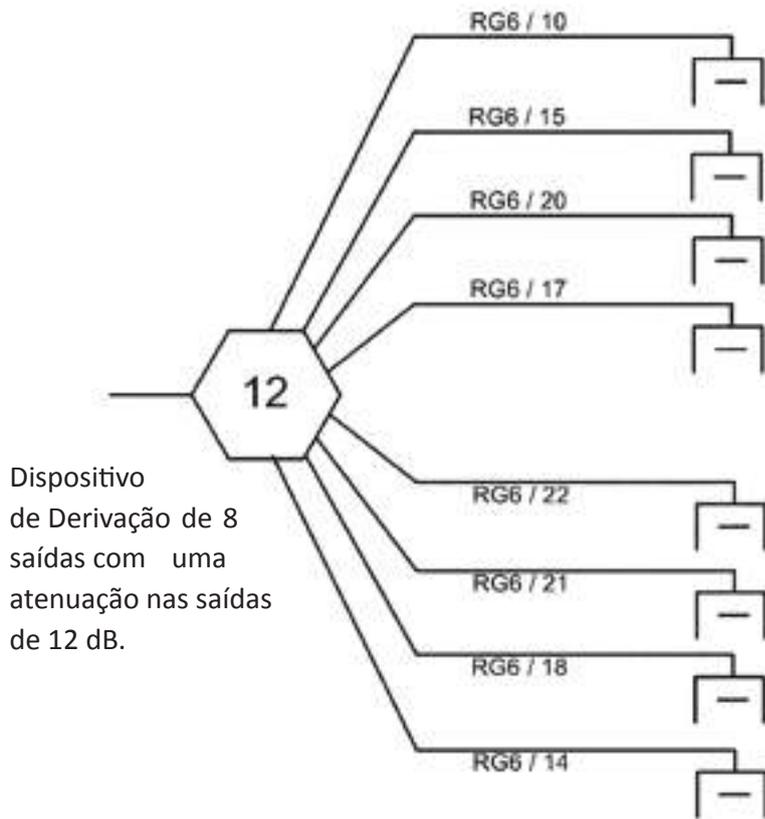
## TC – Tap de Cliente (Terminal de Acesso de Cliente) ou Repartidor



DDC (Dispositivo de Derivação de Cliente)



A melhor topologia, para utilização nas redes individuais de cabo coaxial é a estrela.



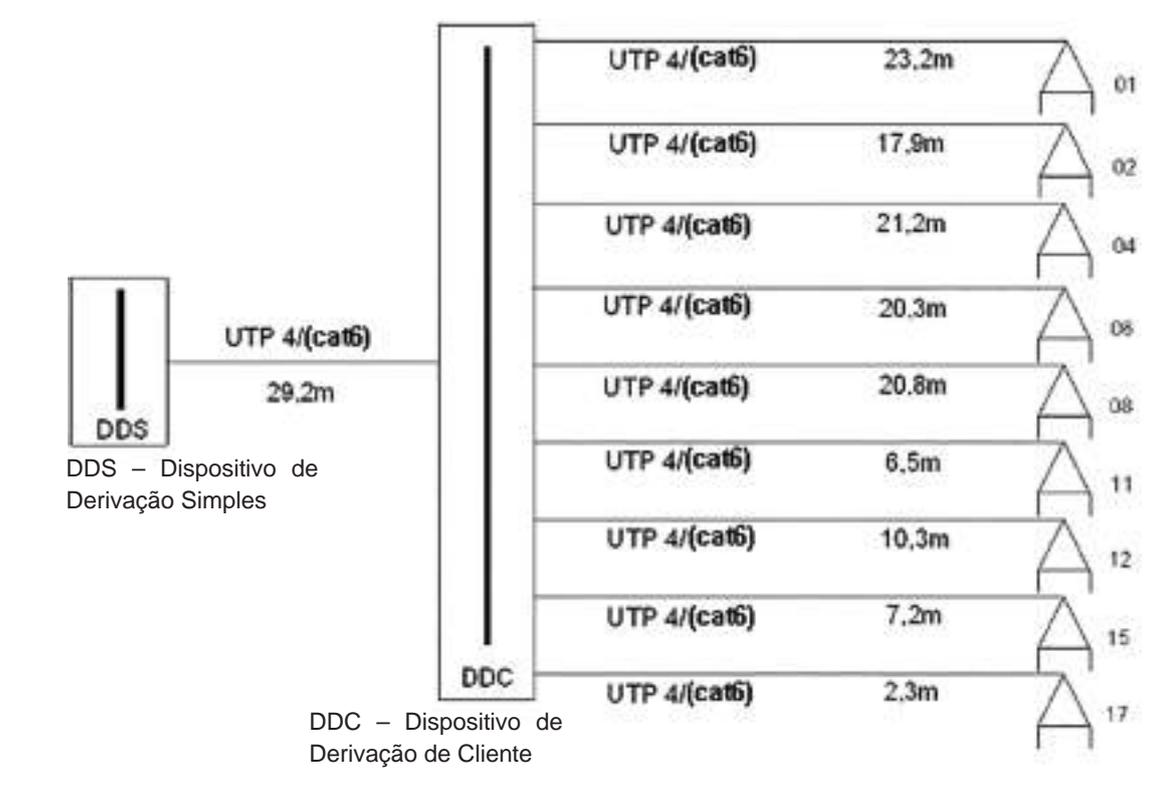
Nota: Em termos de simbologia um cabo coaxial é sempre representado com a indicação do seu tipo (RG59, RG6, RG7, RG11) e do seu comprimento, separado por uma barra.

A topologia em estrela garante um maior equilíbrio de sinal nas tomadas. Quanto mais aproximados forem os comprimentos dos cabos coaxiais das tomadas, melhor será a performance da rede.

Na rede em estrela são utilizadas tomadas coaxiais terminais, sendo utilizado um repartidor, ou conjuntos de repartidores, para fazer a divisão dos sinais.

Esta topologia é utilizada nas redes individuais de cabo coaxial nas infraestruturas de telecomunicações.

A figura representa o esquema da cablagem de uma rede uma infraestruturas de telecomunicações de pares de cobre de uma moradia.



A topologia de rede das infraestruturas de telecomunicações da rede de pares de cobre é em estrela, com ponto central no armário ATI.

No mínimo deverá ser utilizado cabo de pares de cobre de CAT6.

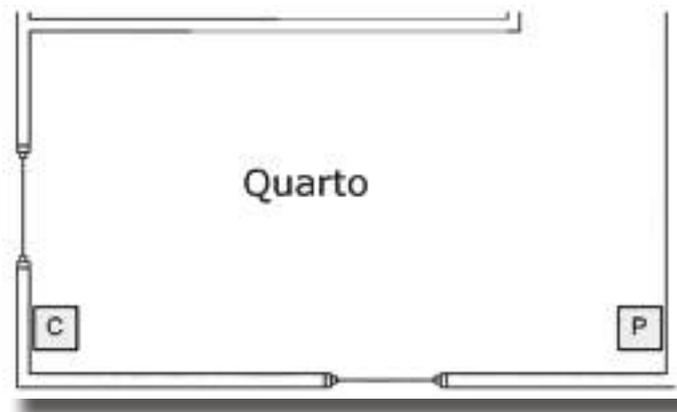
As tomadas utilizadas são de 8 contactos (RJ45), pelo que esta rede para além do telefone suporta também a ligação de computadores.



Numa habitação, é obrigatória a instalação de pelo menos uma cablagem de pares de cobre. A classe de ligação E, é o mínimo que se poderá usar, o que corresponde à utilização de equipamentos para redes de pares de cobre (cabos, conetores, etc.) de categoria 6.

### *Rede individual de tubagem ITED*

De acordo com o manual ITED é obrigatória a colocação de uma tomada de cabo coaxial e de duas tomadas de pares de cobre, em todos os quartos, salas e cozinhas. Em projeto as tomadas de cabo coaxial são representadas por um **C**, as tomadas de pares de cobre por um **P**.



A tomada de pares de cobre, nos quartos, normalmente fica localizada na parede da cabeceira da cama, enquanto a tomada de cabo coaxial, fica na parede oposta.



Na cozinha, há que ter um cuidado especial na localização das tomadas, uma vez que deveram estar afastadas o mais possível de fontes de vapor e calor.

As tomadas deverão ser preferencialmente instaladas a uma altura de 30 cm do pavimento. No entanto, é normal encontrarmos, especialmente na cozinha, tomadas de cabo coaxial serem instaladas em locais mais elevados.

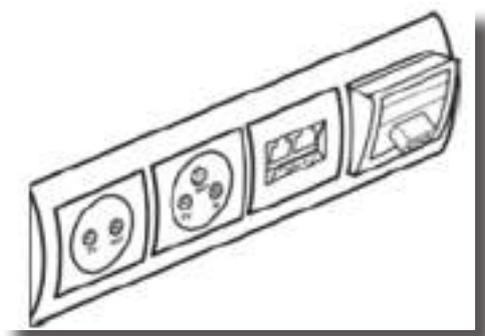
### *Zona de acesso privilegiado (ZAP)*

Os fogos de uso residencial possuem, obrigatoriamente, um local onde se concentram as três tecnologias (PC, CC e FO). Esse local designado por Zona de Acesso Privilegiado (ZAP) e localiza-se na divisão mais adequada, no entendimento do projetista e de acordo com as preferências do dono da obra.

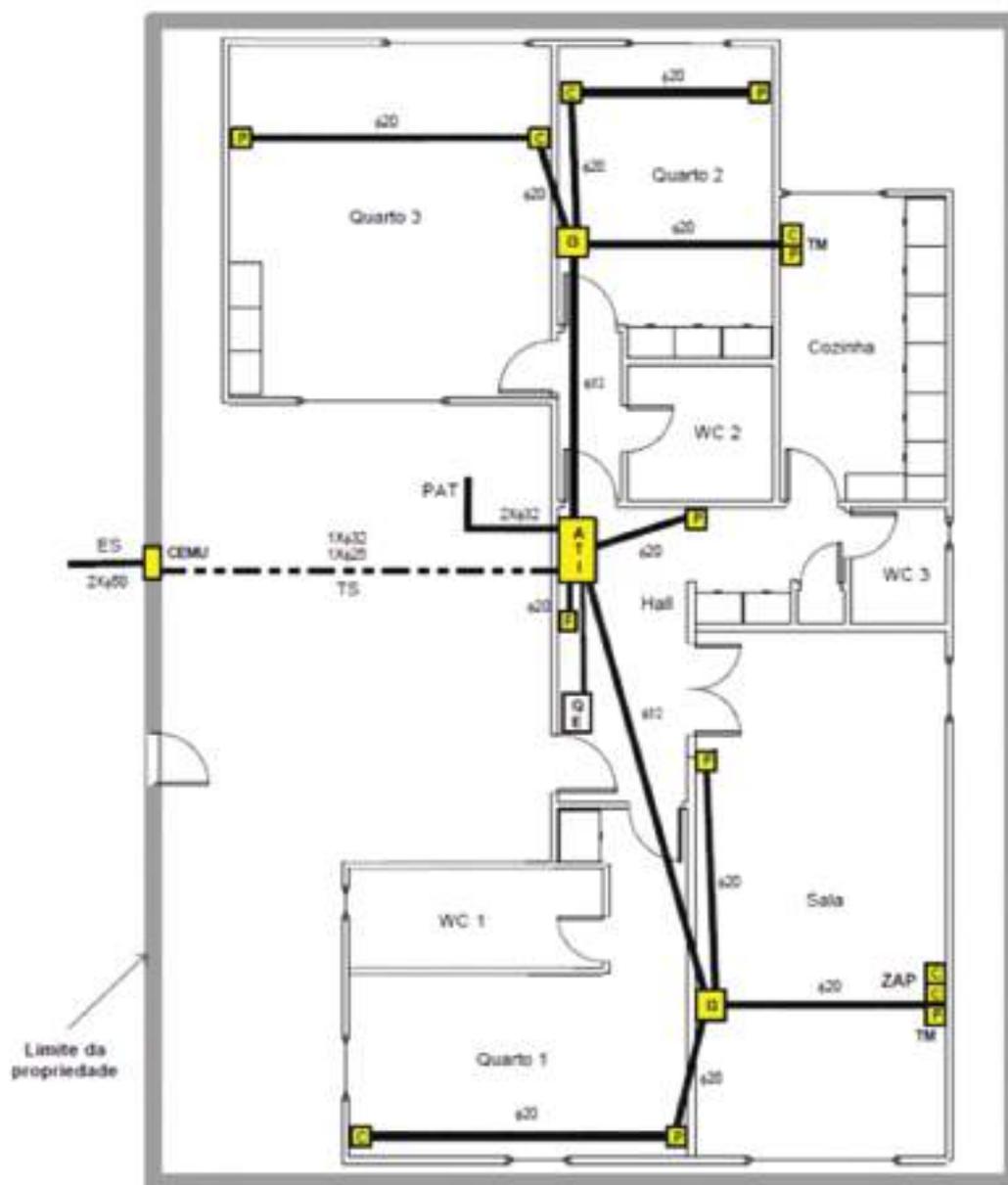
A obrigatoriedade anteriormente expressa concretiza-se na chegada, a um ponto comum, de 2 cabos de cada uma das tecnologias, provenientes do ATI:

- Os 2 cabos PC terminam em 2 tomadas RJ45.
- Os 2 cabos CC terminam em 2 tomadas coaxiais, na configuração que o projetista considerar mais favorável.
- 1 Cabo de 2 FO termina em 2 tomadas de fibra ótica.
- É fundamental a escolha de uma boa localização para a ZAP, privilegiando a integração das tomadas num mesmo espelho.

A figura seguinte exemplifica o que poderá ser uma possível tomada ZAP.



*Planta de uma moradia unifamiliar – Implantação da Rede de Tubagens*



Tomadas, mínimo obrigatório na Cozinha, Salas e Quarto: 2PC + 1CC

A ZAP é obrigatória e deve ser constituída por 2PC + 2CC + 2FO

ATI – Armário de Telecomunicações Individual

CEMU – Caixa de Entrada de Moradia Unifamiliar

QE – Quadro Elétrico

I3 – Caixa de passagem do tipo I3

P – Caixa de aparelhagem para cabos em par de cobre

C – Caixa de aparelhagem para cabo coaxial

F – Caixa do tipo I1 para ligações futuras, como por exemplo a WLAN

ZAP – Zona de Acesso Privilegiado

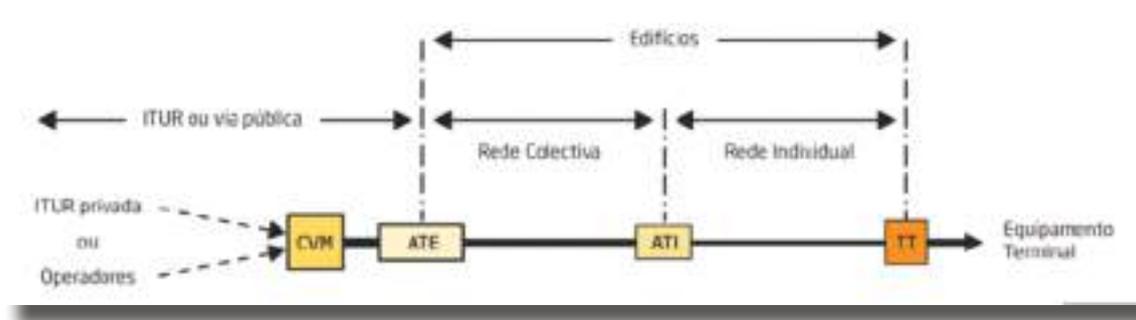
TM – Tomadas mistas: TV, Rádio e Dados + RJ45

PAT – Passagem Aérea de Topo, com ligação ao local de instalação das antenas

TS – Tubagem subterrânea, de acesso à CEMU

ES – Entrada subterrânea

## Edifícios residenciais



CVM Câmara de Visita Multioperador

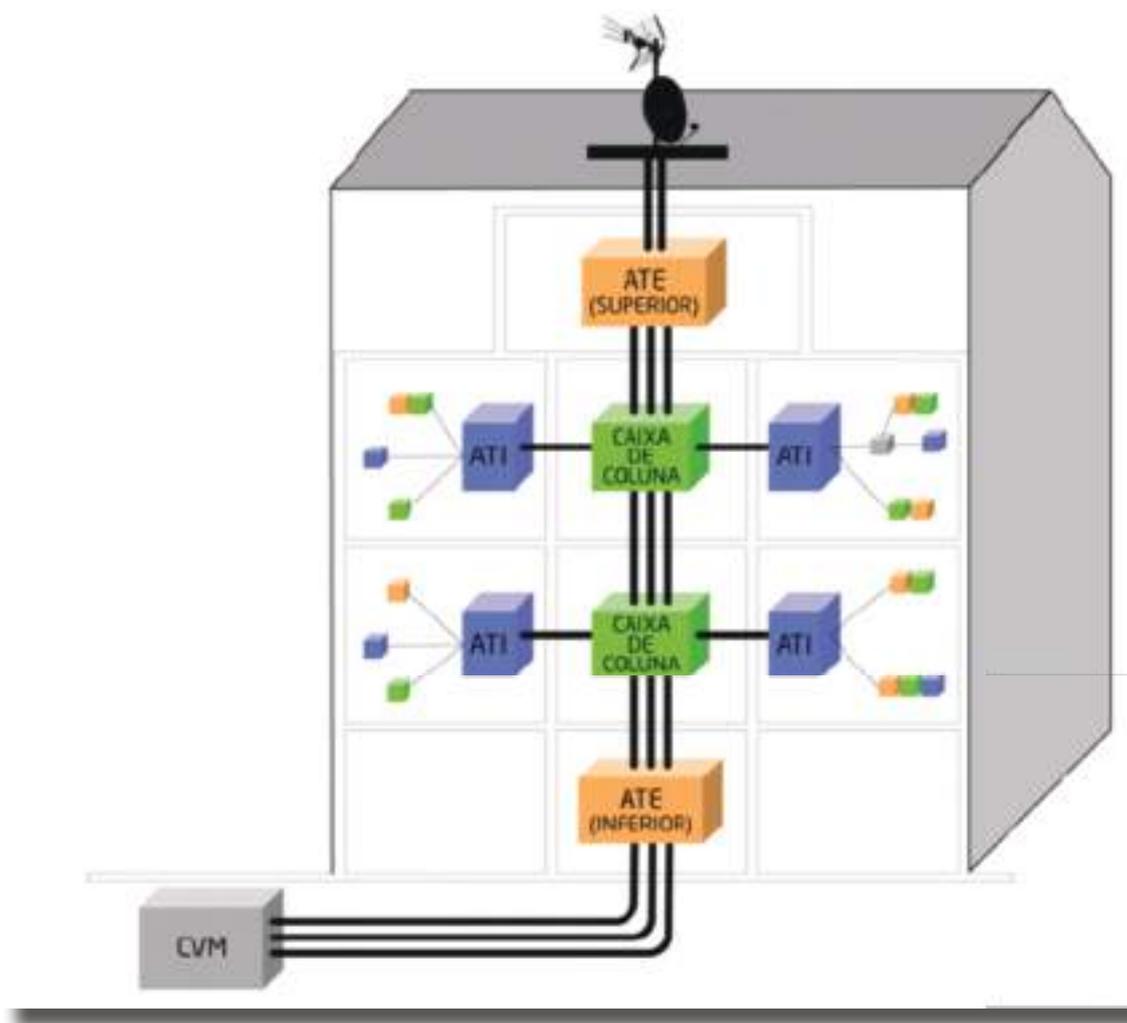
ATE Armário de Telecomunicações de Edifício (Dispositivo onde se encontram alojados os repartidores gerais (RG), que permitem a interligação entre as redes de edifício e as redes das empresas de comunicações).

ATI Armário de Telecomunicações Individual

TT Tomada de Telecomunicações



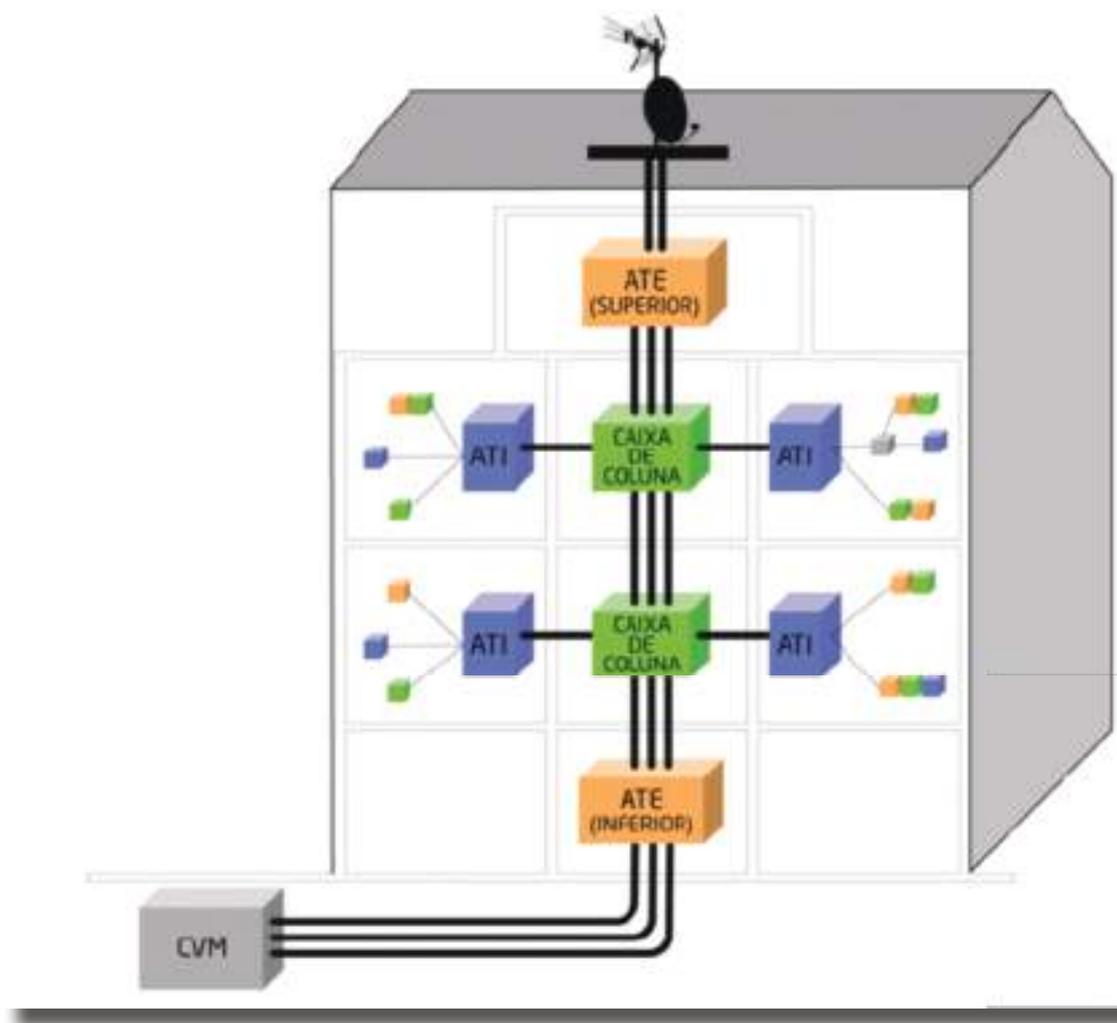
Rede coletiva e individual de tubagens



EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS: REDE DE TUBAGENS - PRESCRIÇÕES MÍNIMAS			
	Pares de Cobre	Cabos Coaxiais	Fibra Óptica
	Coluna montante com 1 tubo de Ø40mm, ou equivalente	Coluna montante com 1 tubo de Ø40mm, ou equivalente	Coluna montante com 1 tubo de Ø40mm, ou equivalente
<b>Coletiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 caixa de coluna em todos os pisos com fogos, comum às 3 tecnologias. Dimensões internas mínimas: 400x400x150mm.</li> <li>• Ligação a cada ATI através de 1 tubo de Ø40mm, ou equivalente.</li> </ul>		
<b>Individual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A tubagem é partilhada por todos os tipos de cabos.</li> <li>• Tubo de Ø20mm, ou equivalente.</li> </ul>		



## Redes de Cabos – Rede Coletiva

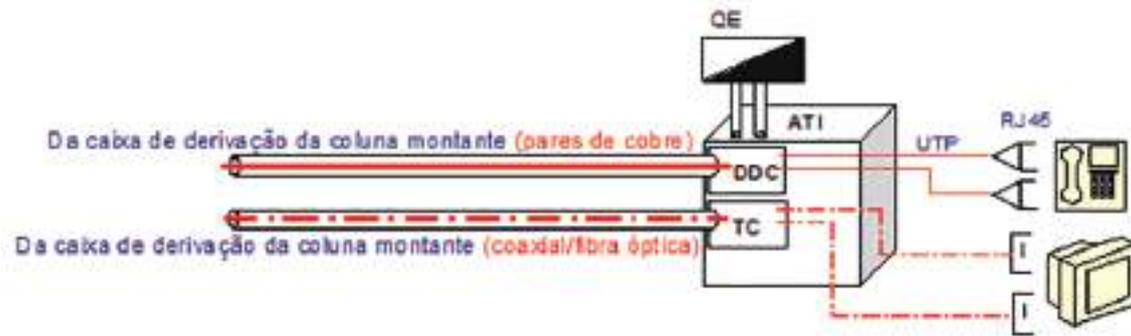


EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS: REDES DE CABOS - PRESCRIÇÕES MÍNIMAS			
	Pares de Cobre	Cabos Coaxiais CATV e MATV (≥2 fogos)	Fibra Óptica
Colectiva	Categoria 6 UTP 4 Pares - 1 cabo por fogo Garantia da Classe E	TCD-C-H CATV - 1 cabo por fogo MATV - 1 cabo por fogo	DS1 1 cabo de 2 fibras por fogo DF-300

No caso das habitações localizadas em edifícios com 4 ou mais frações autónomas, é obrigatória a instalação de 2 TC, um para a rede exterior de CATV, o outro para a rede MATV ou SMATV. Os ATI estão ainda preparados com espaço para um terceiro TC, para a ligação a uma segunda rede exterior de CATV.



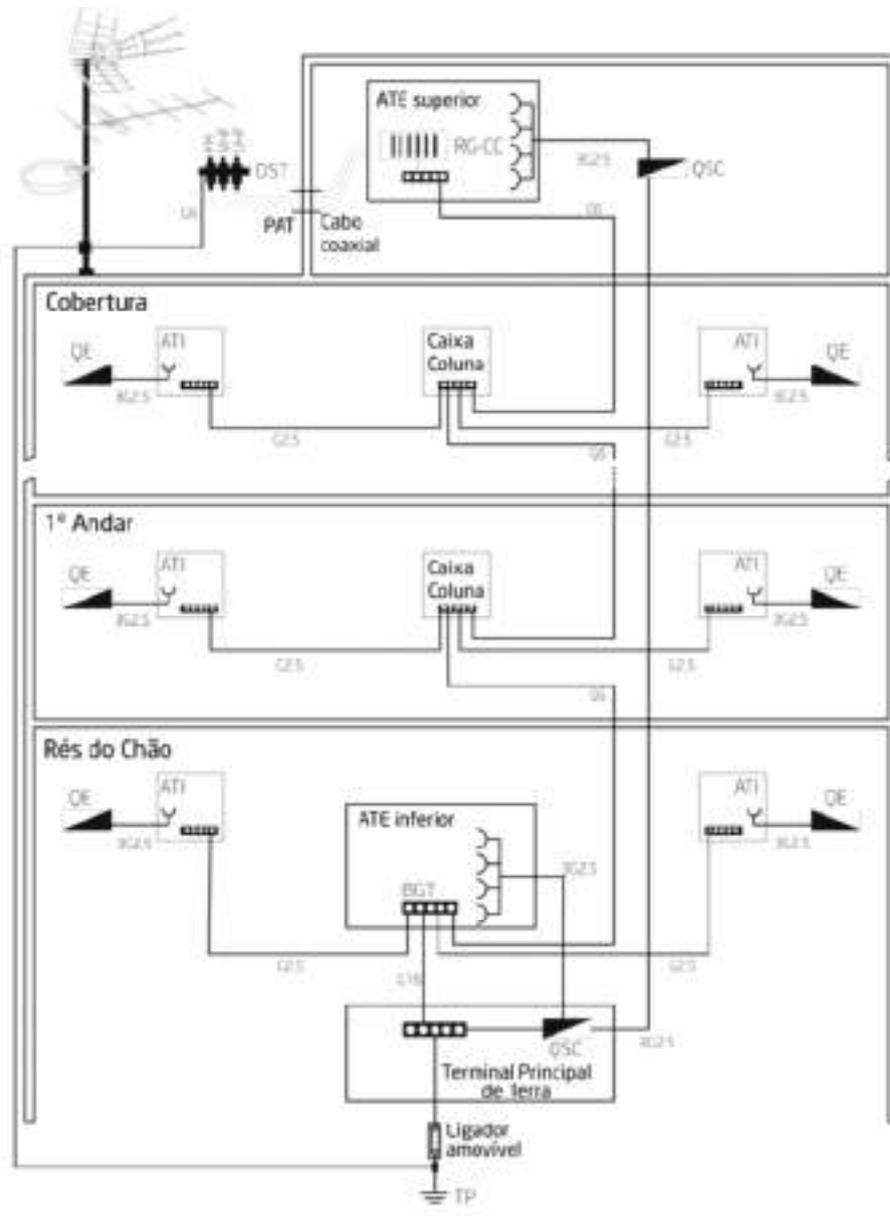
Redes de Cabos – Rede Individual



Individual	Categoria 6 UTP 4 Pares - 1 cabo por TT Garantia da Classe E	TCD-C-H CATV/MATV - 1 cabo por TT	OS1 1 cabo de 2 fibras para a ZAP DF-300
------------	--	--------------------------------------	--



## Esquema eléctrico e de terras



### LEGENDA DO ESQUEMA ELÉCTRICO E DE TERRAS

- GX - Condutor de protecção com "x" mm<sup>2</sup> de secção.
- EG 2,5 - 3 condutores de cobre, de 2,5mm<sup>2</sup> de secção cada um, sendo um de protecção.
- DST - Descarregador de sobretensão para cabos coaxiais.
- BGT - Barramento Geral de Terras das ITED.
- QE - Quadro de Entrada de fogo.
- - Terminal de equipotencialidade.
- Y - Tomada de corrente a 230V/50Hz.
- ATE - Armário de Telecomunicações de Edifício.
- ATI - Armário de Telecomunicações Individual.

A secção mínima do condutor de terra é de 6mm<sup>2</sup>.

O mastro de antenas deverá ser ligado directamente à terra através de um condutor de secção igual ou superior a 16mm<sup>2</sup>.



# Videovigilância

## Introdução

É cada vez maior o recurso à videovigilância através de sistemas de circuitos fechados de televisão (Closed Circuit Television – CCTV), quer como elementos isolados de vigilância, quer como elementos de complemento da vigilância humana.

Embora existam dispositivos pertencentes ao CCTV que podem fazer a deteção de intrusão, os sistemas de CCTV não são habitualmente designados de sistemas de segurança, mas antes sistemas de vigilância. Não têm por isso uma missão de vigilância com deteção automática, mas sim de vigilância de suporte para intervenção humana.

Além de uma vigilância em tempo real, os sistemas de CCTV permitem a gravação e arquivo de imagens, que posteriormente poderão ser consultadas.

A estrutura geral de um sistema de CCTV pode ser dividida em quatro grupos principais:

Recolha de imagem:

- Corresponde às unidades que fazem a transformação do sinal ótico (imagem), em sinal elétrico. É constituída pelos elementos de conversão da zona visualizada num sinal de vídeo.
- É composto por câmaras, lentes, suportes e caixas.

Transmissão do sinal:

- Responsável pelo transporte do sinal recolhido, pelo grupo anterior, até à zona de visualização, constituído pelos elementos de interligação dos sistemas de aquisição de imagem, sistemas de controlo e comandos, e monitorização de imagem.
- A transmissão do sinal pode ser realizada por cabo coaxial, pares de cobre, fibra-ótica ou micro-ondas.

Processamento do sinal, controlo e comando e gravação da imagem:

- Constituído pelo conjunto de equipamentos responsáveis pelo processamento e visualização da imagem, proveniente do grupo de recolha e pelas unidades



que executam comandos no sistema, e que fazem seleção e comutação de imagem, bem como pelo elemento responsável pela gravação.

Monitorização da imagem:

- Constituído pelos equipamentos de recepção do sinal de vídeo, que voltam a fazer a transformação do sinal elétrico em sinal ótico, observável pelo olho humano e que permite a visualização das imagens.

### *Exemplo de um esquema de montagem*

Os sistemas de CCTV convencionais emitem a imagem em sinal de vídeo composto, desta forma necessitam de um cabo coaxial de 75Homs de cada câmara até ao equipamento recetor.

O cabo normalmente aconselhado é o RG-59 com colocação nas extremidades de fichas BNC.

Para a alimentação elétrica basta um cabo de 2x0,50mm para cada câmara, no entanto por uma questão de facilidade de instalação aconselho que sejam passados circuitos de 3x1.5mm para alimentação de várias câmaras, com caixas de distribuição especificamente localizadas.

Aconselho que todos os circuitos de alimentação dos sistemas de CCTV sejam centralizados em local restrito, por exemplo no escritório, para que inviabilize a interrupção de funcionamento por parte de terceiros.

Para instalações com problemas de passagem de cablagem ou muito longas existem conversores de RG-59 para cabo UTP que facilitam a instalação e mantêm a qualidade do sinal emitido pelas câmaras.



Estes conversores permitem a passagem em simultâneo de várias câmaras, áudio e dados. Existe também cabo UTP específico com 1 Par multifilar de 2x0.75mm, que pode ser utilizado para transporte em simultâneo no mesmo cabo do vídeo, áudio, dados e alimentação para o conversor e câmaras.

Na figura seguinte ficam alguns esquemas de ligação de um sistema CCTV com inclusão de conversores de vídeo, áudio e dados por UTP.



Passagem de sinal de vídeo por cabo UTP a uma distância de 600Mts (P&B) ou 300Mts (Cor).



Passagem de sinais de vídeo e áudio por cabo UTP a uma distancia de 600Mts (P&B) ou 300Mts (Cor).

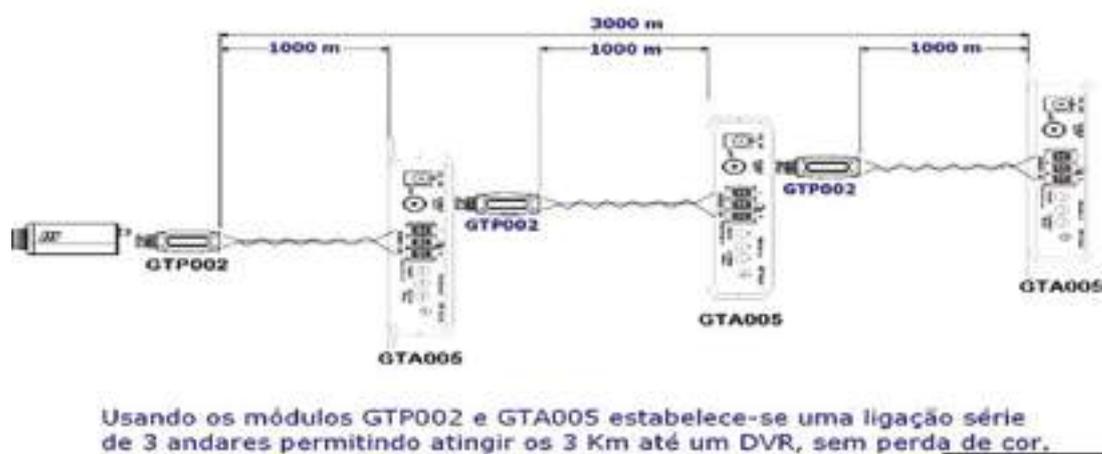


Passagem de sinal de vídeo e alimentação do conversor e câmara por cabo UTP sem utilização de cabo de corrente a uma distância de 50Mts.





Passagem em simultâneo de 4 câmaras num único cabo UTP.



Passagem de sinal a grandes distancia.



### *Exercícios propostos*

Perguntas de exemplo sobre este módulo:

1. O que quer dizer UTP escrito num cabo?
2. Quantos pares de cobre têm um cabo?
3. Quais as cores que os pares de cobre podem ter?
4. Quais os conetores usados nas ligações de rede de dados com pares de cobre?
5. Para que serve um cabo cruzado, com fichas RJ 45 nos extremos?
6. Para escolher um cabo coaxial tem de ter algumas considerações entre elas a Distância, diga por que é importante este parâmetro?
7. Qual o valor do raio de curvatura dos cabos coaxiais?
8. O que são repartidores para o cabo coaxial?
9. O que são derivadores para o cabo coaxial?
10. Qual a constituição da fibra ótica?
11. Qual o objetivo das comunicações óticas?
12. O que são transmissores óticos?
13. Para que servem os detetores de luz também chamados de foto detetores?
14. Qual o princípio de transmissão da fibra ótica?

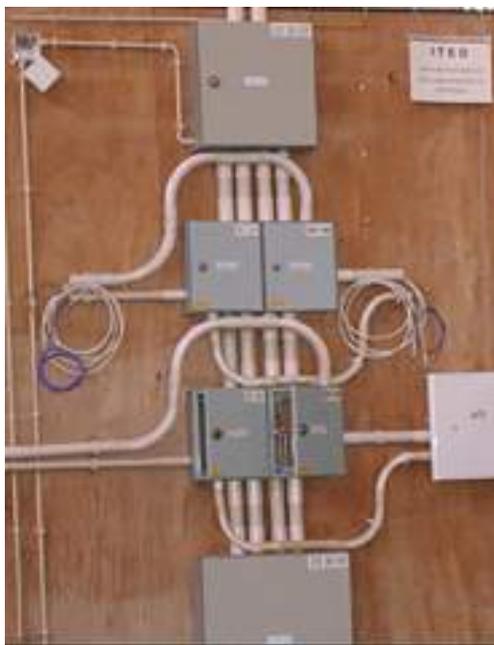


15. Quais os tipos de fibras ópticas que podemos encontrar no mercado?
16. Quais as vantagens da fibra óptica?
17. Quais as desvantagens da fibra óptica?
18. Qual a topologia de rede das infraestruturas de telecomunicações da rede de pares de cobre?
19. Porque se recorre à Videovigilância?
20. Quais os componentes que se necessitam para a recolha de imagem?



## *Trabalho prático*

Montar numa prancheta de madeira, uma estrutura a simular um projeto que liga uma casa ou edifício conforme a figura a seguir.



# Bibliografia

Manual ITED (Prescrições e Especificações Técnicas). (s.d.).

Outros Recursos:

Catálogos e documentação técnica dos fabricantes.



