

MANUAL DO ALUNO

DISCIPLINA TECNOLOGIAS APLICADAS

Módulo 7

República Democrática de Timor-Leste
Ministério da Educação



FICHA TÉCNICA

TÍTULO

MANUAL DO ALUNO - DISCIPLINA DE TECNOLOGIAS APLICADAS
Módulo 7

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

XXXXXXXX EXEMPLARES

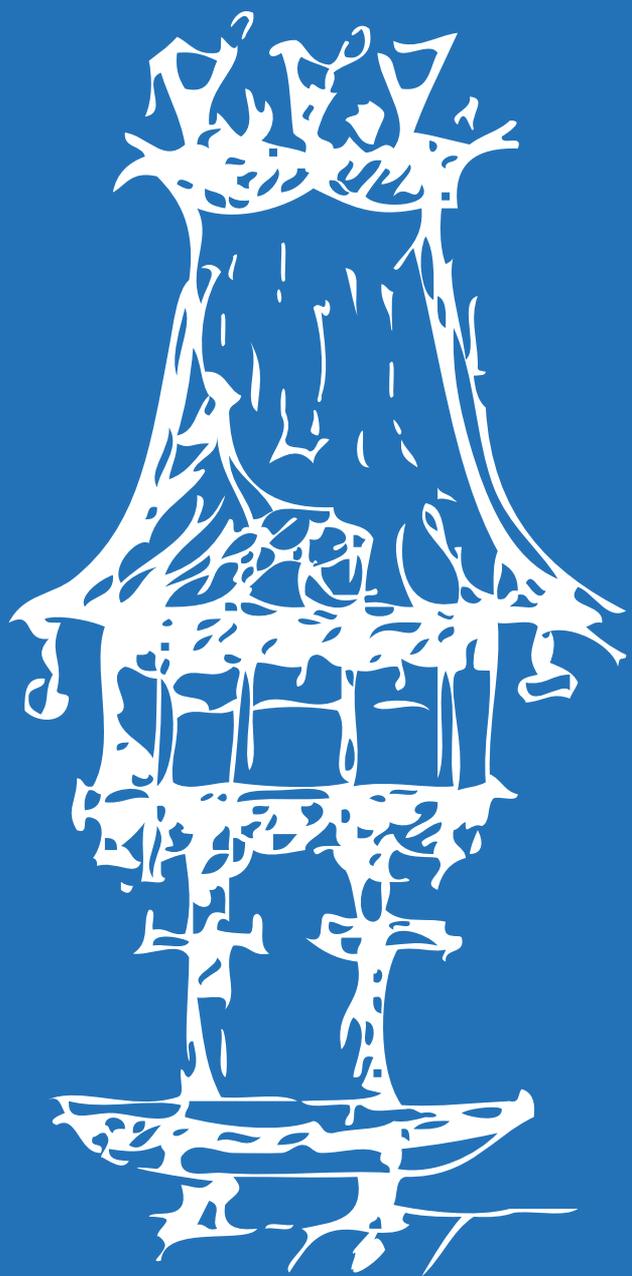
COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DE TIMOR-LESTE
2015



Índice

Projeto e Montagem de um Equipamento Eletrónico	5
Apresentação.....	6
Introdução	6
Objetivos de aprendizagem	6
Âmbito de conteúdos	7
1. Projeto Tecnológico	8
Introdução ao projeto tecnológico	8
2. Componentes e Acessórios Utilizados em Circuitos Eletrónicos	12
Polaridade do componente	12
Transístores.....	21
3. Análise de Circuitos Eletrónicos	23
4. Montagem de um Equipamento Eletrónico	26
5. Execução de Placas de Circuitos Impressos (PCI)	32
6. Técnicas de Soldadura	39
7. Ensaio e Acabamentos da Montagem	41
8. Escolha da Caixa	43
9. Montagem Alternativa: Fonte de Alimentação 230 V / 5V (cc).....	47
Circuito proposto	47
Montagem	49
Teste da montagem	49
10. Folhas Técnicas de Eletrónica	51
11. Esquemas de Montagens Electrónicas.....	54
Bibliografia	57







Projeto e Montagem de um Equipamento Eletrônico

Módulo 7

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 desenvolver projetos de equipamentos eletrónicos desde a conceção à realização e teste, aprofundando as técnicas de construção de circuitos impressos e soldadura apreendidas no módulo 4, assim como a análise de circuitos e seus elementos constituintes estudados no módulo 3, 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

O desenvolvimento deste módulo de projeto e montagem de equipamentos eletrónicos leva-nos a um melhor entendimento da constituição e funcionamento dos vários tipos de equipamentos existentes no mercado das tecnologias de eletrónica assim como a saber escolher os que se ajustam aos diferentes tipos de aplicações.

Este módulo requer um conhecimento básico de componentes eletrónicos e seus circuitos e de técnicas de construção de circuitos impressos e de soldadura.

Objetivos de aprendizagem

- Conhecer a noção de projeto, tipos e suas fases.
- Identificar as características de um equipamento a partir das suas especificações.
- Selecionar componentes adequados para o circuito eletrónico.
- Utilizar o programa de computador no desenho dos circuitos impressos.
- Selecionar caixa adequada à montagem do equipamento.
- Organizar o plano de produção do equipamento tendo em conta as várias tarefas necessárias à sua construção.



- Realizar o circuito impresso seguindo a planificação efetuada.
- Utilizar equipamentos e produtos químicos de acordo com as regras de segurança.
- Montar os componentes na placa de circuito impresso.
- Preparar as superfícies e soldar.
- Registrar os resultados dos ensaios efetuados.
- Descrever as conclusões relativas ao ensaio do equipamento.
- Escrever um manual de operação do equipamento.

Âmbito de conteúdos

- Análise do circuito eletrónico.
- Seleção dos componentes.
- Conceção do circuito impresso.
- Planificação da caixa.
- Produção do(s) circuito(s) impresso(s).
- Preparação dos componentes e soldadura.
- Cablagem e montagem em caixa.
- Ensaios.



1. Projeto Tecnológico

Introdução ao projeto tecnológico

Um projeto é um trabalho de pesquisa que tem, como objectivo resolver um problema que se nos apresenta. O projeto é algo que pretendemos construir, a partir de uma ideia mais ou menos definida.

Existem muitos tipos de projetos, tão diversificados como o são as diferentes áreas técnicas, por exemplo: projeto de uma peça (mecânica), projeto de um equipamento (eletrónico), projeto de uma instalação (eléctrica, telecomunicações, construção civil, etc.), projeto de um vídeo, projeto de uma exposição tecnológica, projeto de uma casa, projeto de um veículo, etc.. Isto é, haverá tantos projetos quantas as ideias a desenvolver. De entre os diferentes tipos de projetos, interessa-nos particularmente o projeto tecnológico, isto é, o projeto que tem a ver com as atividades que se desenvolvem no âmbito das tecnologias da eletrónica.

Podemos construir algo, a partir de uma ideia, ou podemos analisar algo que já existe (já foi construído), elemento a elemento, circuito a circuito, e identificar as funções individuais e do conjunto global.

Realizar um projeto obriga a uma determinada metodologia que é a metodologia de projeto. A metodologia de projeto tem várias etapas, tantas mais quanta a complexidade do mesmo. Com efeito, podemos prever um projeto tecnológico que contemple, não apenas a realização do equipamento, mas também a sua comercialização, como se fosse um produto acabado, com invólucro, empacotado, com descrição de funcionamento, etc..

Fases ou etapas do projeto tecnológico

Nos projetos mais simples, pretendemos efetuar apenas a sua realização. Nesse caso, as fases ou etapas do projeto tecnológico são as seguintes:

- Conceção;
- Pré-estudo;
- Produção documental;
- Realização;



- Teste e exploração;
- Avaliação.

O ensino-aprendizagem utilizando a metodologia de projeto tem vantagens em relação ao método tradicional porque dá uma particular ênfase ao «saber fazer» em vez do habitual «saber». Na verdade, «saber» pode ser mais limitativo do que «saber fazer». Quando se «sabe fazer», com consciência do que se faz, geralmente sabe-se do assunto; quando se «sabe» do assunto não significa, necessariamente, que se saiba «fazer». Com efeito, são dois estádios diferentes do conhecimento, um teórico e outro prático, que se complementam e ajudam mutuamente. Isto é, um bom conhecimento teórico ajuda a uma correta realização prática; a correta realização prática ajuda a consolidar os conhecimentos teóricos, a clarificá-los e, muitas vezes, a descobrir novos conhecimentos.

Quantas vezes, ao pretendermos executar uma tarefa que nos parecia fácil, descobrimos afinal todo um conjunto de lacunas que existiam no nosso conhecimento sobre o tema em questão! Ao pretendermos levar a tarefa até ao fim, somos obrigados, passo a passo, a resolver todas as dúvidas que nos ocorrem e a interiorizar esses novos conhecimentos. Podemos, portanto, dizer que «saber fazer» é frequentemente um estado mais avançado do conhecimento do que apenas «saber». Deve, contudo, ter-se consciência de que muitas vezes sabe-se «fazer» sem uma consciência plena daquilo que se está a fazer. O ideal é, portanto, «saber» e também «saber» fazer.

Mas, analisemos então o significado e objetivo de cada uma das etapas atrás indicadas!

Na **fase de conceção**, o aluno ou grupo de alunos formula uma ideia, original ou não, com vista à conceção de um equipamento, dispositivo, etc.. A essa ideia em debate, da qual se pretende realizar o projeto tecnológico, dá-se o nome de objeto tecnológico. Esse tema irá, portanto, ser objeto de um trabalho de projeto tecnológico. Os alunos devem ser orientados pelo professor na escolha do projeto.

Na **fase de pré-estudo**, a partir do problema formulado (tarefa a realizar), faz-se a pesquisa de dados (consulta de manuais, catálogos, Regulamentos e Normas, etc.), o tratamento da informação, a investigação de soluções, experimentação de hipóteses,



determinação dos critérios de escolha, análise de custos (se assim o entendermos), etc.. As escolhas tecnológicas, tanto de materiais como de procedimentos, devem ser fundamentadas em conhecimentos da tecnologia da eletricidade e da eletrônica, os quais serão fornecidos pelo professor no momento adequado.

Na **fase de produção documental**, a partir do estudo feito, elabora-se um dossier do projeto com a descrição das soluções encontradas, escolhas tecnológicas feitas, cálculos e dimensionamentos efetuados, estudos gráficos, desenhos efetuados, orçamentação, etc. Nesta fase, pode-se utilizar software diverso, nomeadamente: o processador de texto, a folha de cálculo, o programa de desenho, o programa de apresentação, etc.

Na **fase de realização**, materializa-se o projeto apresentado que envolve algumas das seguintes atividades: fabricação, construção, montagem, instalação, etc.. Durante esta fase, deve dar-se particular atenção à planificação efetuada, às corretas técnicas de execução, à correção de erros e anomalias que possam ser detetados, introdução de alterações que sejam necessárias, etc.; o aluno apreenderá as técnicas ligadas à prática produtiva que envolvem o domínio dos instrumentos, dos métodos, das regras de arte e de segurança, das destrezas motoras, das posturas ergonómicas, das atitudes e dos hábitos de trabalho eficiente, etc..

Na **fase de teste e exploração**, testa-se o funcionamento do equipamento produzido ou instalação efetuada, realizando: ensaios, medidas, regulações, afinações, correções, etc., e reparam-se as avarias existentes. Nesta fase, poderá ser interessante elaborar um manual de utilização do equipamento ou um dossier de exploração da instalação, com a descrição do funcionamento e cuidados gerais.

Na **fase de avaliação final do projeto** é importante que o aluno faça uma reflexão sobre todo o processo, sobre as dificuldades que sentiu, sobre as estratégias que utilizou e sobre a forma como encontrou as soluções.

A avaliação, por parte do professor, de todo o trabalho do aluno é feita em cada umas das etapas. Avalia-se o trabalho final, mas também os meios para lá chegar. Para chegar ao fim, o aluno teve de aprender e efetuar todo um percurso que o fez evoluir e crescer!



À medida que o projeto vai avançando, nas diferentes fases ou etapas, é conveniente que o aluno vá tomando notas sobre aquilo que vai fazendo e acontecendo, para poder fazer uma avaliação mais correta e objetiva, bem como para elaborar adequadamente o relatório final. Sugere-se, por exemplo, a elaboração de uma tabela com várias entradas, onde serão indicadas as notas que o aluno vai tomando ao longo do projeto.

QUESTÕES PARA RESOLVER:

PROJETO TECNOLÓGICO

1. Distinga o significado de Projeto Tecnológico do de Objeto Tecnológico.
2. Qual a diferença entre o “saber” e o “saber fazer”?
3. Descreva de forma muito sucinta cada uma das fases que envolve a realização de um projeto.



2. Componentes e Acessórios Utilizados em Circuitos Eletrónicos

Existe uma grande variedade de componentes eletrónicos 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 facto de que muitos componentes eletrónicos não serem simétricos eletricamente. Um dispositivo polarizado possui uma forma correta e uma forma errada de ser montado. Se o componente polarizado for montado de forma errada, 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 ($1\mu\text{F}$ 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.

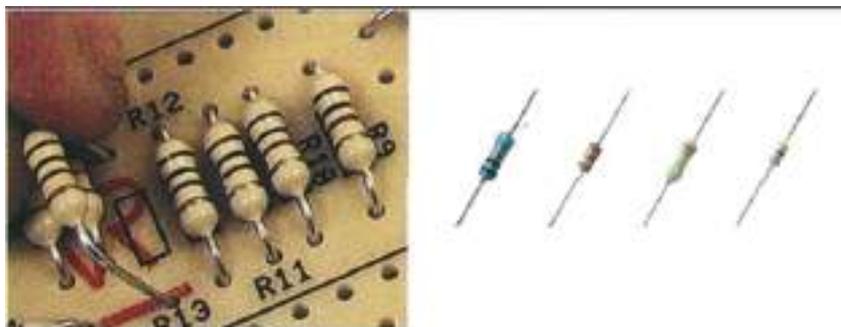
Resistências

As **resistências** são componentes utilizados em circuitos eletrónicos com o objetivo de provocarem alterações ao valor da tensão e/ou corrente a aplicar a outros componentes eletrónicos.



Tipos de resistências:

1. Resistências Fixas
 - a. Filme de carbono
 - b. Filme metálico
2. Resistências variáveis
 - a. Potenciômetros
 - b. Reóstatos
 - c. Trimmers
3. Resistências não lineares
 - a. Termistores PTC,NTC
 - b. VDR
 - c. LDR



Resistências de filme de carbono

Resistências de filme metálico



Potenciômetro



Reóstatos



Trimmers



Termistores



VDR



LDR



Valor nominal de uma resistência é o valor indicado no corpo da resistência, utilizando um código numérico ou de cores (ver folhas técnicas). Exprime-se em Ω (Ohm).

$$M \text{ (Mega)} = 10^6$$

$$1 \text{ M}\Omega = 1\,000\,000 \Omega$$

$$1 \text{ K}\Omega = 1\,000 \Omega$$

$$2 \text{ K}7 = 2\,700 \Omega$$

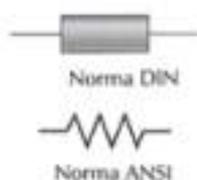
$$\text{R}820 = 0,82 \Omega$$

A **Tolerância** de fabrico de uma resistência é a margem de variação (superior ou inferior) permitida relativamente ao seu valor nominal. Exprime-se em percentagem.

Potência nominal é a máxima potência que a resistência pode dissipar (sobre a forma de calor) em condições normais de funcionamento. Exprime-se em W (Watt).

Tensão nominal é o valor limite de tensão a aplicar aos terminais da resistência. Exprime-se em V (Volt).

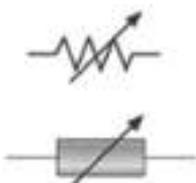
Símbolos gráficos de uma resistência fixa



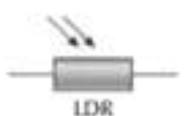
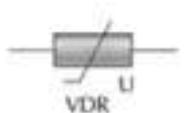
Termístores são resistências que variam com o efeito da temperatura:

- **PTC** (coeficiente de temperatura positivo) – o seu valor resistivo aumenta com a temperatura.
- **NTC** (coeficiente de temperatura negativo) – o seu valor resistivo diminui com o aumento da temperatura

Símbolos gráficos de uma resistência variável



Símbolos gráficos de resistências não lineares



A resistência a utilizar no trabalho a seguir apresentado é uma resistência fixa de **filme de carbono** (CR 25).

Os **valores nominais** deste tipo de resistências variam entre os 10 Ω e os 22 M Ω .

A sua **tolerância** de fabrico está normalmente compreendida entre $\pm 5\%$ e $\pm 10\%$. No caso em estudo optamos por uma tolerância de $\pm 5\%$.

A **potência nominal** das resistências utilizadas, no trabalho proposto, é de 1/4 W (0,25 W). Os valores de potência usuais deste tipo de resistências estão compreendidos entre 1/16 W e 2 W para uma temperatura ambiente que não exceda os 70°C.

DÍODOS

Os **díodos** são componentes eletrónicos unidireccionais, isto é, só permitem a passagem da corrente eléctrica num único sentido.

O díodo é constituído por uma única junção P-N.

O sentido da condução da corrente eléctrica num díodo é do ânodo (terminal positivo) para o cátodo (terminal negativo).

Tipos de díodos:

- Díodos retificadores
- Díodos de sinal



- Díodos emissores de luz (led)
- Díodos zener

A grande parte dos circuitos eletrónicos necessitam para o seu funcionamento de uma fonte de tensão contínua. Uma das formas de se obter esse tipo de tensão é utilizar os **díodos retificadores** com o objetivo de alterar a característica bidirecional, da tensão alternada, em unidirecional. Esta alteração designa-se por **retificação**. Dado que a maioria das aplicações eletrónicas necessita de uma tensão contínua pura e não pulsatória como a tensão retificada, é necessário adicionar outros componentes (condensadores), que iremos abordar mais tarde, destinados a filtrarem as pulsações.

Na utilização destes componentes deverão ser tomadas em consideração alguns valores limites especificados pelos fabricantes, entre esses podemos salientar:

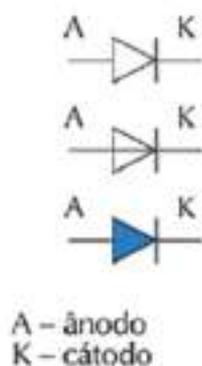
- I_F – corrente direta
- U_R – tensão inversa

Valores limites para o díodo retificador **1N4007**

I_F – 1 A

U_R – 1 000 V

Símbolos gráficos dos díodos



Os díodos retificadores podem ser agrupados, formando um único elemento designado normalmente por **ponte retificadora**.



Os díodos de sinal são díodos retificadores destinados a trabalhar com níveis de tensão e de corrente elétrica menores. São utilizados normalmente em circuitos que exigem comutações rápidas dos sinais elétricos.



Ponte retificadora



Díodo de sinal

Nos díodos, em geral, a faixa desenhada no seu corpo indica o cátodo.



O **díodo Led** (light emitting diode) é um díodo construído para emitir luz quando por ele circula uma corrente elétrica. A cor de luz emitida depende do material utilizado na sua construção. Para o seu correto funcionamento é necessário polarizá-lo diretamente, isto é, o pólo positivo da fonte de tensão ligado ao ânodo e o negativo ao cátodo.

Os **Díodos led** são utilizados, normalmente para indicar um estado de funcionamento



Díodos LED



Símbolo gráfico de um díodo led



A tensão direta (forward voltage - V_f) a aplicar a um díodo led é função da sua cor. Esta tensão varia normalmente entre 1,6 V e 2,1 V.

A corrente direta (forward current - I_f) situa-se entre os 10mA e 30 mA.

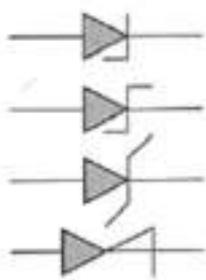
O **díodo zener** tem um funcionamento idêntico ao díodo retificador. No entanto, a principal diferença é que este tipo de díodo é concebido para trabalhar com uma tensão inversa.

Os **Díodos zener** são utilizados em determinados circuitos como estabilizadores e limitadores de tensão.



Díodos zener

Símbolos gráficos do díodo zener



Os díodos zener são caracterizados pela sua tensão de trabalho (tensão zener) e pela sua potência de dissipação.

Exemplo: $U_z = 5 \text{ V } 1$

Potência = 400 mW



Condensadores

Os **condensadores** são componentes eletrônicos utilizados na grande maioria de circuitos elétricos e eletrônicos.

Um **condensador** é um conjunto formado por duas armaduras separadas por um material isolante de pequena espessura ao qual se dá o nome de **dielétrico**.

Tipos de condensadores:

1. Condensadores fixos
 - a. cerâmicos
 - b. poliéster
 - c. eletrolíticos
2. Condensadores variáveis
 - a. de ar
 - b. de filme plástico
 - c. cerâmicos

A unidade de capacidade é o Farad (F).

Submúltiplos do Farad mais utilizados:

$$1\mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$$

$$1\text{nF} = 10^{-9} \text{ F}$$

$$1\text{pF} = 10^{-12} \text{ F}$$

Capacidade de um condensador é a razão entre a quantidade de eletricidade (Q) e a diferença de potencial nos seus terminais

$$C = Q / U$$

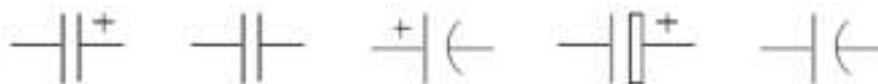
As suas aplicações são muito diversificadas, entre as quais salientamos:

- Circuitos temporizadores;
- Circuitos de filtragem;
- Bloqueio da corrente contínua;
- Supressão do arco eléctrico;
- Armazenamento de energia;



Tensão nominal de um condensador é a tensão máxima que pode ser aplicada aos terminais deste sem o danificar.

Símbolos gráficos de condensadores fixos.



Símbolo gráfico de um condensador variável.



condensadores fixos cerâmicos



condensadores fixos poliéster



condensadores eletrolíticos



cond. variável com dielétrico de ar



cond. variável de filme plástico



cond. variáveis cerâmicos



Transístores

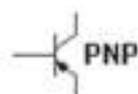
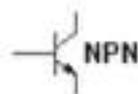
Os **Transístores bipolares** são dispositivos semicondutores utilizados em circuitos eletrónicos. Algumas das principais aplicações são: como amplificador de sinais eléctricos e como comutador.

O transístor bipolar é constituído por duas junções P-N.

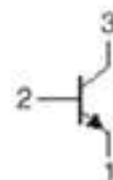
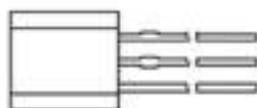
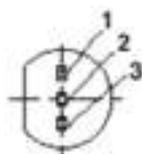
Existem dois tipos:

- Transístor PNP
- Transístor NPN

Símbolos gráficos do transístor bipolar



- 1 – Emissor
2 – Base
3 – Colector



Transístores bipolares



Na montagem de um circuito eletrônico, são requeridos outros elementos tais como:



cabos flexíveis



Fichas e tomadas



Ligadores para circuitos impressos



Pilhas e suportes de pilhas



Terminais



Caixas plásticas

QUESTÕES PARA RESOLVER:

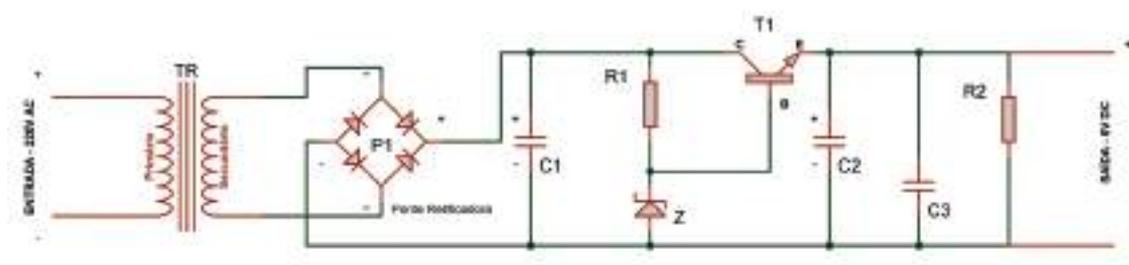
COMPONENTES ELETRÓNICOS

1. Identifique os três principais tipos de resistências:
2. Pode-se obter uma resistência com um valor qualquer que se pretende?
3. O que é uma resistência LDR?
4. Qual a diferença entre um diodo retificador e um diodo zener?
5. Como classifica os condensadores quanto à sua polaridade ?
6. Cite três aplicações dos condensadores?
7. Faça um esquema da constituição básica de um transistor NPN, indicando as ligações entre os terminais, as polarizações entre regiões, as correntes que o atravessam e as relações de grandeza entre estas.



3. Análise de Circuitos Eletrônicos

Na figura representa-se o esquema funcional explicativo de uma fonte de alimentação. O circuito é alimentado a 230 V da rede (corrente alternada) e fornece à saída uma tensão contínua de 5 V.



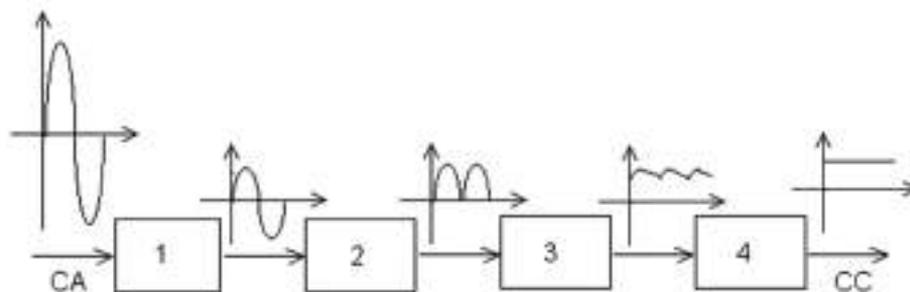
Uma fonte de alimentação é constituída por quatro partes: **transformador** (transforma a tensão de 230 V numa tensão inferior), **retificador** (transforma a corrente alternada em corrente contínua), **filtro** (amortiza as oscilações) e o **regulador** (mantém constante a tensão de saída).

Este circuito é constituído por um transformador de 230 V/9 V que reduz a tensão de 230 V da rede para 9 V. O secundário do transformador está ligado a uma ponte retificadora que faz a retificação completa da corrente alternada. A saída da ponte retificadora está ligada a um condensador que faz a filtragem desta corrente, isto é, torna a corrente quase contínua. Um diodo zenner estabiliza a tensão aplicada à base do transistor, de modo que a tensão à saída do emissor seja o mais constante possível. O condensador C2 tem por função estabilizar a tensão de emissor do transistor e o condensador C3 elimina o ruído de radiofrequência. A resistência R2 normalmente chamada carga simulada obriga o circuito a debitar em vazio uma corrente de 0,5 mA para que nessas condições a tensão se mantenha estabilizada.

Outra forma de representar os esquemas em eletrónica consiste na representação funcional em blocos, vulgarmente designada por diagrama ou esquema de blocos. Enquanto que no esquema explicativo se representam todos os elementos e suas ligações, no diagrama de blocos representam-se as diferentes funções executadas pelo circuito, numa sequência cronológica, da esquerda para a direita.



Diagrama de blocos:

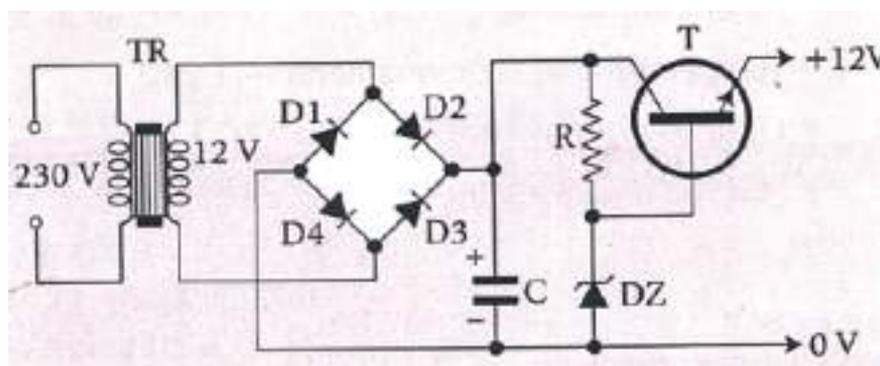


1. Entrada da tensão (ca)
2. Retificação
3. Filtragem
4. Estabilização/saída tensão (cc)

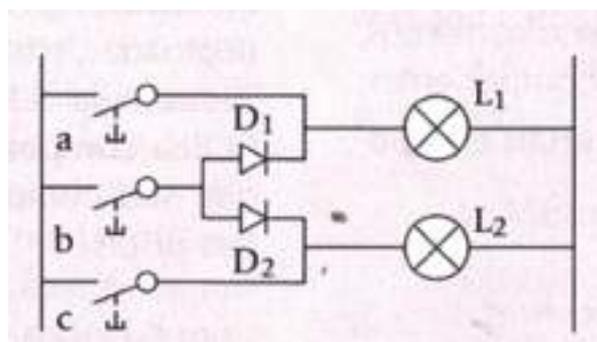
QUESTÕES PARA RESOLVER:

ANÁLISE DE CIRCUITOS ELETRÔNICOS

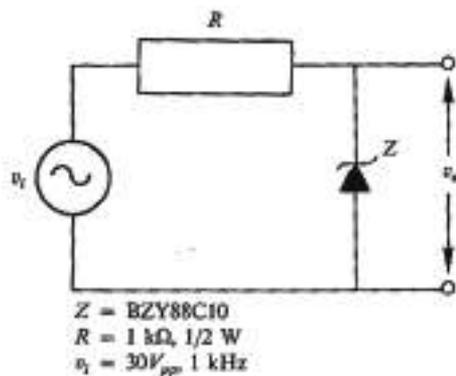
1. Faça a análise do circuito da fonte de alimentação representado na figura seguinte:



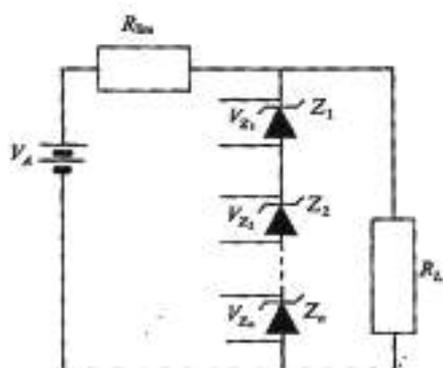
2. O que acontece em L1 e L2 quando se ligam, à vez, os botões a, b e c ?



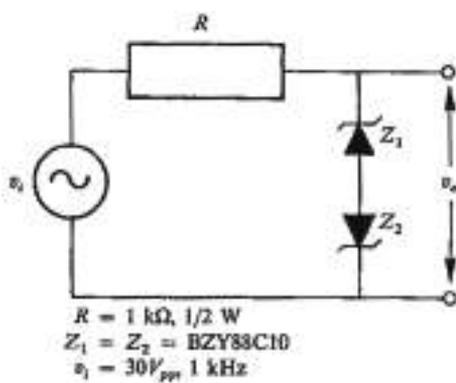
3. Represente num gráfico a tensão 'Vi', e tensão 'Vo' à saída do circuito.



4. Qual a vantagem de ligar os três díodos em série?



5. Como é a tensão na saída do circuito? Represente num gráfico 'Vi' e 'Vo'.



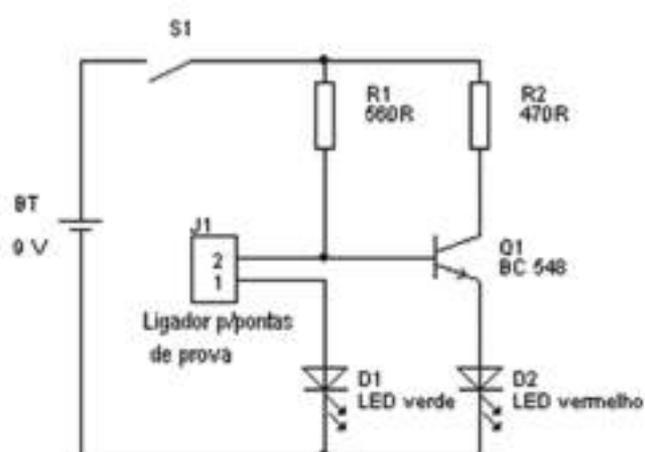
4. Montagem de um Equipamento Eletrónico

- **Fase de concepção**

O circuito que se pretende construir é um pequeno circuito electrónico - **verificador de continuidade**- alimentado com uma pilha de 9 V. Outras hipóteses de trabalho são sugeridas no final do módulo, nomeadamente uma montagem alternativa de uma Fonte de Alimentação.

- **Fase de pré-estudo**

Nesta fase é importante a articulação com as outras disciplinas da componente técnica. A partir do desenho elétrico base, deve ser feita uma seleção de todos os componentes que integram o circuito, das principais características destes e uma análise de custos



Esquema elétrico base do circuito

Depois de analisado o esquema elétrico base vamos elaborar uma listagem de todos os componentes necessários:



Designação do componente	Quant.	Preço	Observações
Resistência de filme de carbono 470Ω 1/4W	1		
Resistência de filme de carbono 560Ω 1/4W	1		
Díodo led	2		1 vermelho 1 verde
Transistor BC 548	1		
Suporte de pilha de 9V	1		
Pilha de 9V	1		
Placa de circuito impresso de Epoxy	1		35 x 30 mm - 35μm
Ligadores para circuito impresso	3		
Interrutor miniatura de 2 posições	1		
Caixa plástica	1		

- **Produção documental**

Nesta fase, a partir do estudo já feito, vamos elaborar um pequeno dossier do projeto onde conste:

1. a escolha dos materiais a utilizar;
2. dimensionamentos requeridos;
3. desenhos do circuito;
4. orçamento;

1. Escolha dos materiais

Para a execução do verificador de continuidade selecionamos o seguinte material:

- 1 resistência de filme de carbono de 470 Ω - ¼ W;
- 1 resistência de filme de carbono de 560 Ω - ¼ W;
- 1 díodo led verde de 5 mm;
- 1 díodo led vermelho de 5 mm;
- 1 transistor BC 548;
- 1 suporte de pilha de 9 V;
- 1 pilha de 9 V;



- 3 ligadores duplos para circuito impresso;
- 1 caixa plástica;
- 1 placa de circuito impresso de Epoxy com dimensões 35 x 30 mm;
- 2 condutores flexíveis de 0,5 mm² com 150 mm de comprimento;
- 2 garras crocodilo vermelhas;

2. Dimensionamentos

Devem ser respeitados os valores admissíveis de tensão e corrente nos componentes utilizados. Sugere-se, como atividade interdisciplinar, a montagem do circuito e verificação dos valores atrás referidos, na disciplina de Eletrónica.

Os diâmetros dos furos a realizar na placa de circuito impresso (pci) devem ser de acordo com a seguinte tabela:

Aplicação do furo	Diâmetro do furo em mm
Componentes de uso corrente (resistências e díodos led)	1 mm
Transístor	0,8 mm
Ligadores para circuito impresso	1,25 mm
Parafusos de fixação	3,5 mm

As pistas (interligação entre os componentes na pci) devem ser dimensionadas de acordo com a **densidade de corrente eléctrica**.

Considerando a densidade de corrente máxima e uma película de cobre de 35µm, obtemos a seguinte tabela:

Intensidade de corrente (A)	Largura da pista (b) em mm
0,5	0,4
1	0,82
1,5	1,22
2	1,64
4	3,28



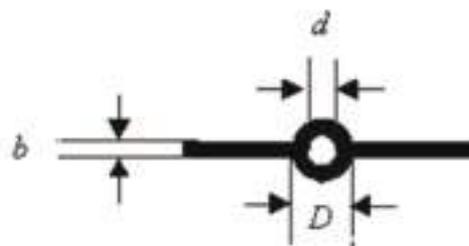
Em torno dos furos, a largura da pista de cobre deve ser de igual dimensão à das pistas

b – largura da pista

d – diâmetro do furo

D – diâmetro da ilha

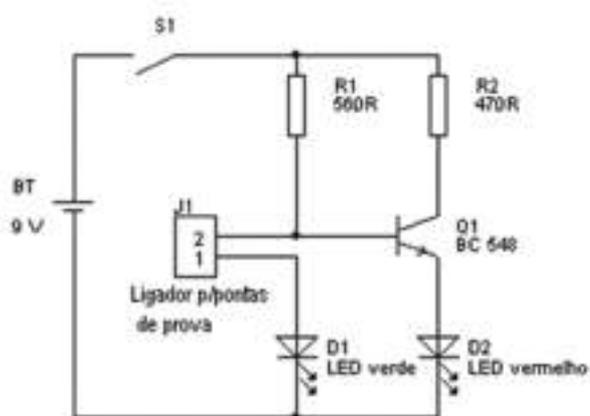
$$D = d + 2b$$



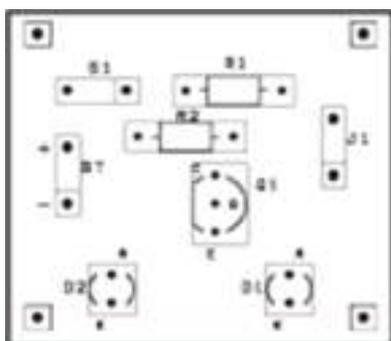
No espaçamento entre pistas, deve considerar-se o valor mínimo de 0,8 mm.

3. Desenhos do circuito

Recorrendo ao programa OrCad, estudado no módulo 4, ou ao programa Eagle a seguir apresentado, ou através de processos manuais executam-se os desenhos necessários.



Esquema do circuito



Desenho da placa (lado dos componentes)



Desenho do circuito impresso (lado das pistas de cobre)



4. Orçamento

Para a execução do orçamento do trabalho a executar vamos elaborar uma “folha de orçamento” onde constam todos os componentes utilizados, assim como outros materiais necessários à execução do circuito eletrônico e espaços para registo dos respetivos preços.

Item	Designações	Quantidade	Unidade	Preço unitário	Subtotal
	Componentes eletrónicos				
1	Resistência de filme de carbono 560 R 1/4W				
2	Resistência de filme de carbono 470 R 1/4W				
3	Díodo led 5 mm vermelho				
4	Díodo led 5 mm verde				
5	Transístor bipolar BC 548				
	Diversos				
6	Pilha de 9 V				
7	Suporte de pilha de 9 V				
8	Placa de Epoxy com 35 x 30 mm 35 mm				
9	Interrutor miniatura				
10	Caixa plástica				
11	Broca de 0,8 mm				
12	Broca de 1 mm				



13	Broca de 3.5 mm				
14	Parafusos				
15	Garras tipo crocodilo				
	Outros produtos				
16	Verniz fotossensível				
17	Verniz isolante				
18	Decalques				
19	Soda cáustica				
20	Percloroeto de ferro cristalizado				
21	Solda Sn/Pb – 60/40				
22	Prateador para circuito impresso				
TOTAL					
Data: __/__/__					TOTAL c/ IVA:



5. Execução de Placas de Circuitos Impressos (PCI)

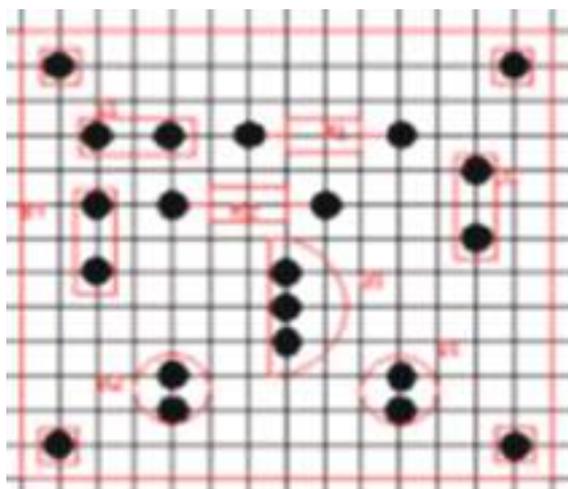
Esta fase pode ser dividida em várias etapas de trabalho:

- Obtenção da matriz do circuito impresso;
- Transferência da matriz para a pci;
- Processo de obtenção do circuito impresso;
- Montagem dos componentes;
- Acabamentos;

Para a obtenção da matriz do circuito impresso podemos recorrer a ferramentas informáticas (ver Módulo 4). Neste processo, o desenho final (layout) deve ser impresso em folha de acetato transparente para permitir a sua fotoimpressão.

Método Artesanal

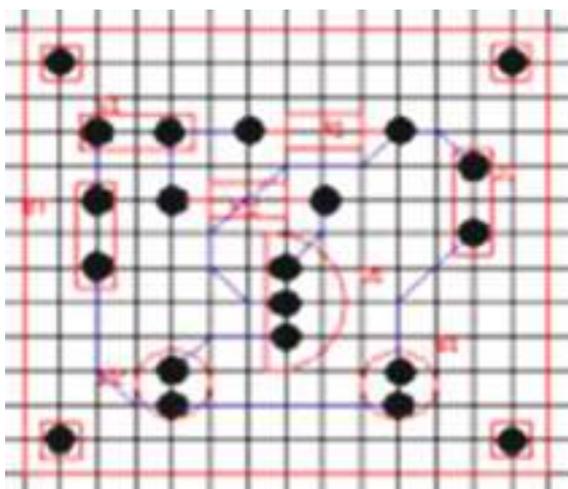
Outro processo da obtenção da matriz do circuito impresso é a utilização de decalques para circuito impresso. Neste processo, e a partir do desenho elétrico base do circuito eletrónico começamos por tentar elaborar um esboço da colocação dos componentes, de acordo com as suas dimensões, numa folha quadriculada especial, cuja dimensão de cada quadrícula é de 2,54 mm x 2,54 mm (0,1polegada). Esta folha quadriculada pode ser desenhada no “Autocad”, utilizando o comando “Offset”.



Esboço da colocação dos componentes



Realizado o esboço de uma possível colocação de todos os componentes, executamos as suas interligações de acordo com o desenho elétrico base. No desenho destas interligações, deve-se ter em conta que o circuito impresso vai ser executado numa única face, não podendo deste modo existir cruzamentos entre pistas do circuito impresso. As ligações entre componentes devem ficar sempre que possível na horizontal ou na vertical. Se não for possível evitar um cruzamento pode-se efetuar uma ponte (shunt) entre os pontos da pista interrompida. As ligações dos componentes às pistas devem ser feitas em terminais ou *ilhas*, normalmente circulares.



Ligações entre componentes

Depois de verificarmos que o esboço está correto, decalcamos este desenho para papel vegetal(a lápis) ou para acetato(a tinta de acetato) ou por outro processo de decalque. Seguidamente, utilizando elementos decalcáveis adequados, por exemplo papel químico de carvão, procedemos ao seu decalque direto sobre a película de cobre, previamente limpa, de acordo com o esboço executado, utilizando o papel vegetal ou folha de acetato transparente. Com uma caneta de álcool preenchemos na placa todas as linhas das pistas, de forma a ficarem bem definidas, a cheio.

Podemos ter circuitos de face simples, dupla face ou multicamadas

O corte das placas de circuito impresso pode ser efetuado com o auxílio de guilhotina ou utilizando uma pequena serra manual.

Corrosão do cobre: Prepara-se uma solução de perclorato de ferro a 50% numa tina de plástico. Mergulha-se a placa na solução o tempo necessário para que o cobre que não faz parte das pistas seja dissolvido. O tempo desta operação depende da temperatura da



solução e do grau de diluição do percloroeto, demorando entre quinze a trinta minutos. Cuidado com o percloroeto que é corrosivo, podendo queimar as roupas!

Quando as pistas ficam bem definidas limpa-se a tinta da caneta com um pano embebido em álcool e seca-se. Seguidamente efetuam-se os furos na placa correspondentes aos terminais dos componentes a inserir e volta a limpar-se a placa. Pode ainda proteger-se as pistas com um spray de verniz para não oxidarem. Procede-se então à soldadura dos componentes do outro lado da placa.

Método Fotoimpressão

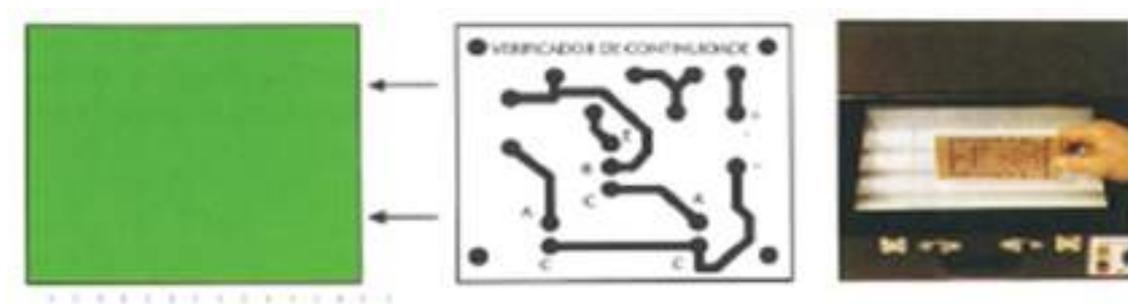
Neste método vamos utilizar um acetato onde é desenhado o circuito das pistas manualmente ou usando um programa informático. Cortamos o acetato, deixando cerca de 1,5 cm de margem. Este acetato constitui a matriz

Depois de efectuada a limpeza da placa de circuito impresso, recorrendo a produtos para remover a gordura e os óxidos da película de cobre, esta deve ser previamente seca, podendo para esse efeito ser utilizada uma estufa a uma temperatura de 70°C cerca de um minuto ou um simples secador de cabelo.

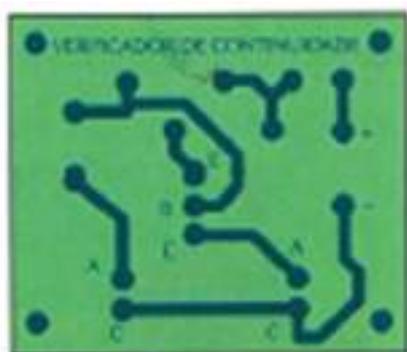
Antes de ser aplicado o verniz fotosensível (normalmente o verniz fotosensível mais utilizado é o Positiv 20 da Kontakt Chemie) a placa de circuito impresso deve estar à temperatura ambiente. Este será aplicado, através de um spray, sobre a película de cobre de modo a formar uma película fina e homogénea. Depois de aplicado, a placa deve ser deixada a secar numa estufa (cerca de 20 minutos) ou ao ar de um dia para o outro.

Depois de seca a placa de circuito impresso, é colocada sobre esta a matriz já executada, sendo este conjunto submetido à exposição de radiações ultravioleta numa máquina de insolação durante cerca de 7 minutos.

A colocação da matriz sobre a placa de circuito impresso deve ser feita de maneira a que o circuito corresponda à vista do lado da película de cobre. Isto é, o nome do trabalho (verificador de continuidade) deve ficar gravado de forma a ler-se corretamente.



Decorrido o processo de sensibilização da placa de circuito impresso, deve ser preparada uma solução química constituída por água e soda caustica na proporção de 7 a 10 gramas de soda caustica para um litro de água. A placa já sensibilizada é introduzida nesta solução afim de ser feita a sua revelação. Este processo deve ser acompanhado e logo que se comece a observar o aparecimento do desenho do circuito impresso (cerca de 15 a 20 segundos), a placa deve ser retirada da tina e limpa em água corrente. Cuidado com a soda caustica que é muito corrosiva para a pele! Passar imediatamente por água!



Placa de circuito impresso após a sensibilização

A operação seguinte consiste em retirar toda a película de cobre que não faz parte do circuito impresso. Esta operação e as restantes são semelhantes quer se trate da obtenção de um circuito impresso pelo processo artesanal ou pelo processo de fotoimpressão.

Para retirar o excesso da película de cobre deve ser preparada uma solução química constituída por água e percloro de ferro, como já foi referido atrás, na proporção de 1 litro de água para 500 gramas de percloro de ferro. Esta solução normalmente é feita numa tina adequada que permite quer o seu aquecimento e agitação, aumentando deste modo o rendimento da reação química (processo de corrosão mais rápido).

Executada a operação de corrosão, a placa deve ser lavada em água corrente e verificadas possíveis falhas no circuito (cortes nas pistas, etc.), procedendo de imediato à sua reparação

A reparação de pequenos cortes nas pistas pode ser executada com solda de estanho, soldando um pequeno condutor de secção adequada ou reconstruindo a pista danificada com produtos existentes para o efeito.

Surge agora a necessidade de preparar a placa para a receção dos diferentes componentes. Nesta fase, a placa deve ser previamente lavada de modo a retirar todo



o verniz, podendo utilizar-se para o efeito um pano embebido em álcool etílico. Caso se pretenda fazer a estanhagem do circuito impresso, pode ser utilizada uma tina de estanhagem ou simplesmente limpar o circuito impresso com soluto de prata.

De seguida deve ser aplicada uma camada muito fina de laca ou verniz isolante (Plastik 70 da Kontakt Chemie) com o objectivo de impedir a oxidação do circuito impresso.

Depois da laca ou verniz estar convenientemente seca procede-se à furação da placa de circuito impresso para a implantação dos componentes. Esta furação deve ser executada com um mini-berbequim e com brocas de dimensões adequadas aos respetivos furos. Procede-se, então à soldadura dos componentes do outro lado da placa.



Miniberbequim com coluna

Software para Circuitos Impressos (Programa Eagle)

O trabalho de realização de circuitos impressos pode ser bastante facilitado utilizando software que produz a matriz, isto é, o circuito das pistas, a partir do circuito elétrico original. Desenha-se o circuito elétrico pretendido e o programa dá-nos o desenho das pistas, com a localização dos componentes.

Desenhadas as duas faces das placas, basta imprimir o desenho das pistas em acetato próprio para impressora. Podemos utilizar o método fotosensível estudado atrás e imprimir o circuito na placa respetiva.

Existem vários programas para realizar o trabalho, nomeadamente: Eagle, Orcad, QuickRoute, Ultiboard, etc.

Vamos analisar aqui, de uma forma sucinta, o programa Eagle, por ser freeware.

O programa Eagle é um programa próprio para o desenho de placas de circuito impresso. Desenha-se nele o esquema elétrico pretendido (ficheiros de extensão *.sch) e, a partir dele, o programa apresenta o desenho das pistas. O desenho da placa é apresentado em ficheiros de extensão *.brd.



Este programa é de fácil utilização, depois de se conhecer os passos fundamentais.

Aberto o programa, faz-se:

1. *File – New-project.*
2. Com a tecla direita do rato, clica-se sobre *New Project n.º ...* que se abriu e clica-se (tecla esquerda) em *New Schematic.*
3. Desenha se aqui o esquema elétrico pretendido. Clica-se no ícone *Add* (à esquerda), abrindo-se as livrarias com os símbolos que vamos utilizar.
4. Uma das livrarias mais utilizadas é a *discrete* (componentes discretos) que contem a maioria deles. Clica-se duas vezes em *discrete* (ou noutra qualquer), abrindo-se uma coluna de diferentes componentes.
5. Seleciona-se um deles (exemplo CAP 5) e faz-se OK. Arrasta-se o símbolo para a posição que pretendemos na janela de trabalho e clica-se, uma vez, nessa posição.
6. Volta-se à livraria (ícone ADD) e vai-se buscar outro componente (exemplo diode-2,5) e repete-se a operação e as seguintes, até termos na janela todos os componentes necessários.
7. O ícone *Rotate* permite rodar os componentes, clicando primeiro em *Rotate* e de seguida no componente a rodar (90º de cada vez).
8. Para ligar os componentes entre si clica-se no ícone *Wire* e coloca-se o rato numa extremidade de um dos componentes; clica-se uma vez e volta a clicar-se na outra extremidade do outro componente, aparecendo o fio de ligação.
9. O ícone *Junction* é a bolinha que serve para fazer as derivações.
10. Terminado o esquema, grava-se (*save*) com o nome que se pretende (exemplo Esq.sch).
11. Clicando no ícone *Erc*, abre-se uma janela que nos indica os erros que cometemos e que é necessário emendar antes de passar à fase seguinte.
12. Depois de emendados os erros, clica-se no ícone *Board* (em cima), abrindo-se uma pequena janela para criar a placa de circuito impresso – dizemos *Yes*.
13. Na nova janela que se abre, aparecem os componentes ligados entre si, com os respetivos terminais, com as dimensões respetivas.
14. Nesta versão (light) grátis do Eagle temos que clicar no ícone *Group* (selecionar) e fazer um retângulo a tracejado (tecla esquerda) em torno do circuito,



- selecionando-o. De seguida, clica-se no ícone *Move* (mover) e com a tecla direita sobre o circuito arrasta-se para dentro do quadrado grande.
- De seguida, faz-se *Tools – Auto*, abrindo-se uma janela que permite que o programa nos apresente uma solução para a pci. Em *Top* seleciona-se os trajetos predominantes para as pistas (verticais, horizontais, inclinados, etc) Em *Bottom* seleciona-se se pretendemos que as pistas passem para a outra face (duas faces ou layers); se não pretendemos, selecionamos N/A (não aplicável)
 - Se selecionarmos OK, aparece-nos uma solução para a placa, com as pistas, componentes, ilhas, etc .
 - Fazendo *View-Display/Hide Layers*, abre-se uma nova janela onde todos os itens estão selecionados, por defeito. Se clicarmos *TOP* e fizermos OK, verificamos que desselecionamos as pistas. Se clicarmos *PADs*, retiramos as ilhas, e assim sucessivamente. Se clicarmos em *tPlace*, retiramos os componentes. Isto permite-nos obter diferentes esquemas, que podemos imprimir separadamente.
 - Clicando em *VIEW-Grid*, selecionando *On em Display*, aparece uma grelha no ecrã que nos permite medir os diferentes elementos da placa (mudando o valor de *Size*, modifica-se as dimensões da grelha).

O programa é mais completo, ficando ao cuidado do aluno e do professor o seu aprofundamento.



6. Técnicas de Soldadura

Para colocar os componentes sobre a pci, por vezes há necessidade de dobrar os seus terminais afim de adequar o componente ao local onde vai ser inserido. Esta operação pode ser feita utilizando um alicate de pontas chatas ou ferramenta apropriada (pinça de dobragem de terminais)

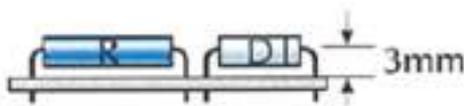
Na colocação dos componentes na placa de circuito impresso devem ser respeitadas as seguintes regras:

- inserir primeiramente os componentes de menor altura (resistências, suportes para circuitos integrados, díodos, etc);

1º componente a montar



- procurar sempre que possível e necessário deixar uma pequena distância entre o componente e a pci, de modo a permitir uma melhor dissipação de calor.



- os componentes devem ser soldados à medida que vão sendo colocados. Para permitir a fixação da placa de circuito impresso e facilitar quer a montagem dos componentes quer as operações de soldadura existem suportes adequados



A soldadura dos componentes na placa de circuito impresso deve respeitar as seguintes regras:

- O ferro de soldar a utilizar para a grande maioria dos componentes não necessita de ter potência superior a 30 W.



ferro de soldar

estação de soldadura

bomba de dessoldar

Durante as operações de soldadura ou dessoldadura a ponta do ferro de soldar deve ser periodicamente limpa.

A limpeza da ponta do ferro de soldar pode ser feita numa esponja humedecida apropriada para o efeito.

- para evitar o aquecimento excessivo dos componentes, alternar a soldadura dos componentes já colocados;
- adequar a ponteira dos ferros de soldar ao tipo de componentes a soldar, ao local aonde vai ser feita a soldadura e à sua extensão;
- na soldadura do terminal do componente à “ilha” deve colocar-se a ponteira do ferro de soldar de forma a que a mesma transmita o calor às diferentes partes, só depois é que a solda deve ser colocada em contacto com a “ilha” de forma a obter-se o preenchimento da área da mesma.
- À medida que se vai soldando os componentes, procede-se ao corte dos seus terminais com auxílio de um pequeno alicate de corte.

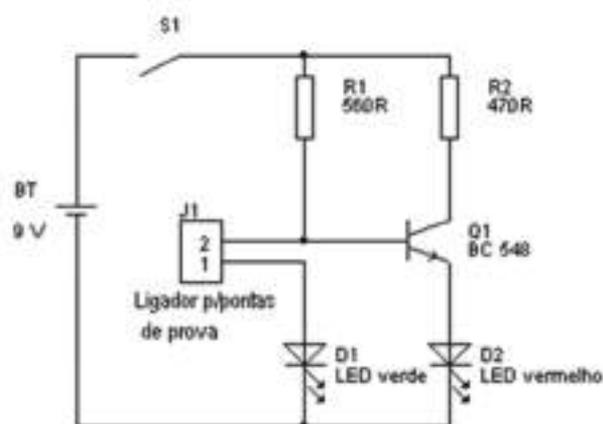


7. Ensaio e Acabamentos da Montagem

Nesta fase, e após a ligação do suporte de pilha e das pontas de prova, deve-se ligar o interruptor e verificar se o díodo led vermelho acende. Se unir as pontas de prova entre si, verificar se o díodo led verde acende e o vermelho apaga. Se tal se verificar, o circuito encontra-se corretamente montado. De seguida deve ser aplicada uma fina camada de verniz protetor sobre o circuito impresso para o isolar e proteger de oxidações.

Caso não se verifique o funcionamento correto, deve-se proceder a algumas verificações, tais como:

- verificar o estado das soldas efectuadas;
- verificar se os díodos led estão devidamente ligados (ânodo ligado ao +);
- verificar a ligação do transístor;
- medir o valor da tensão aos terminais dos díodos led;
- medir o valor da tensão aos terminais das resistências;
- medir o valor da tensão entre emissor (terminal 1) e coletor (terminal 3) do transístor;
- medir o valor da tensão entre base (terminal 2) e emissor (terminal 1) do transístor;



Componentes	Tensão (V)
Díodo D_1	$U_{D1} = 0$
Díodo D_2 (aceso)	$U_{D2} = 1,71$
Resistência R_1	$U_{R1} = 6,33$
Resistência R_2	$U_{R2} = 7,20$
Transístor Q_1	$U_{CE} = 0,084$
Transístor Q_1	$U_{BE} = 0,95$

Tensões medidas com as pontas de prova desligadas

Componentes	Tensão (V)
Díodo D_1 (aceso)	$U_{D1} = 1,42$
Díodo D_2	$U_{D2} = 0,71$
Resistência R_1	$U_{R1} = 7,58$
Resistência R_2	$U_{R2} = 0,79$
Transístor Q_1	$U_{CE} = 7,50$
Transístor Q_1	$U_{BE} = 0,71$

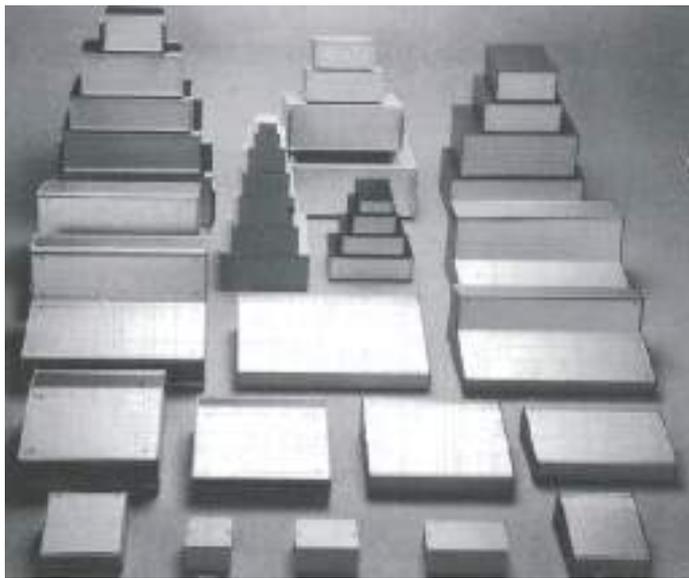
Tensões medidas com as pontas de prova ligadas

Se os valores medidos na montagem efetuada não forem aproximados dos indicados, pode verificar-se uma anomalia com os componentes, devendo solicitar a colaboração do professor.



8. Escolha da Caixa

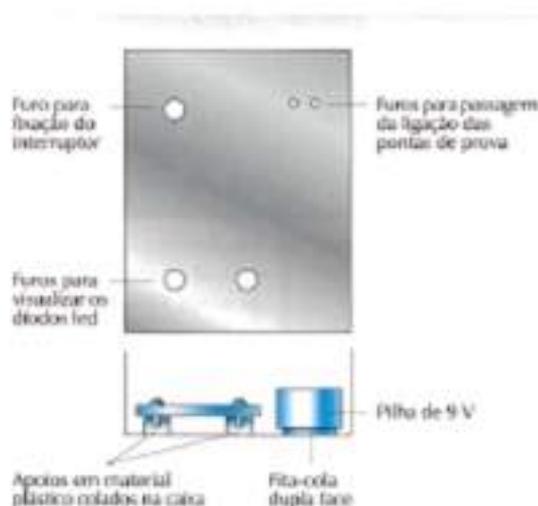
A seleção da caixa deve ser feita de modo a que possa alojar a placa de circuito impresso e os restantes componentes do circuito não inseridos na PCI. Existem à venda caixas de modelos e dimensões variadas de material plástico e também de metal (chapa, alumínio).



Exemplos de caixas para equipamentos

Depois de escolhida a caixa onde se vai fixar a placa de circuito impresso e a pilha de 9 V, deve ser efectuada a furação, para fixação do interruptor e para permitir a visualização dos díodos led e ainda dois pequenos furos para a passagem para o exterior da ligação das pontas de prova.

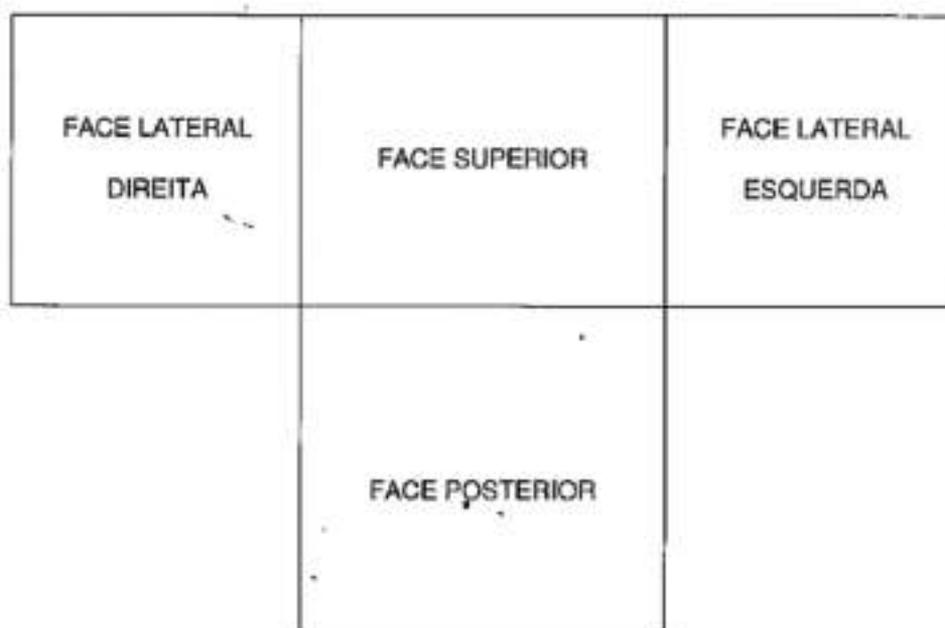
Antes de se fixar a placa de circuito impresso, esta deve ser protegida com uma camada de verniz isolante. Posteriormente deverão ser criados dois pequenos apoios e colados ao fundo da caixa, apoios estes que vão permitir a fixação da pci à caixa. Relativamente à fixação da pilha, pode ser utilizada fita-cola de dupla face.



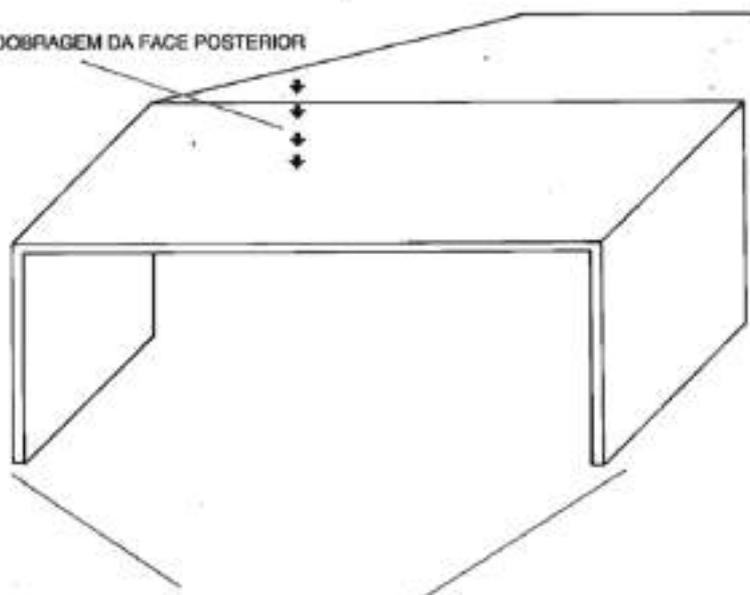
Planificação da Caixa

Podemos optar pela realização da caixa se dispusermos de ferramentas adequadas para esse fim nomeadamente para corte, dobragem e furação de chapa. Precisamos de saber se possui tomadas exteriores para entrada/saída de sinais, aparelhos de medida, elementos de proteção externos, zonas de ventilação e fundamentalmente os elementos internos nomeadamente placas de circuito impresso, transformadores, dissipadores, etc, que terá de acomodar no seu interior e dos quais dependerá em grande medida as suas dimensões.

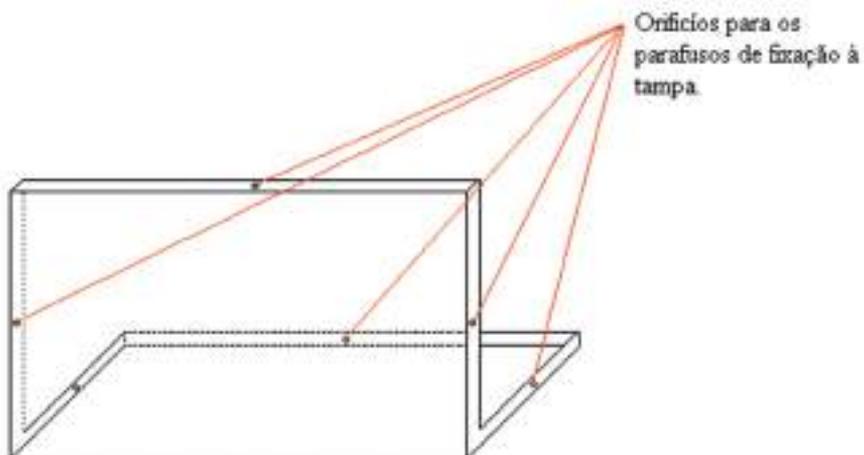
Podemos optar por uma caixa constituída por duas partes em que uma das partes em forma de “L” faz a frente e o fundo na qual serão fixados no fundo a(s) placa(s) PCI e os outros componentes que integram o circuito, p.ex. transformador(es) e na frente os pontos de ligação ao exterior, de comando e de medida. A outra parte cuja planificação está representada na figura constituirá a tampa da caixa. As duas partes serão fixadas uma à outra com a ajuda de parafusos de chapa colocados em rebordos criados nas faces da frente e do fundo da parte em “L” de modo a fixarem as duas partes da caixa.



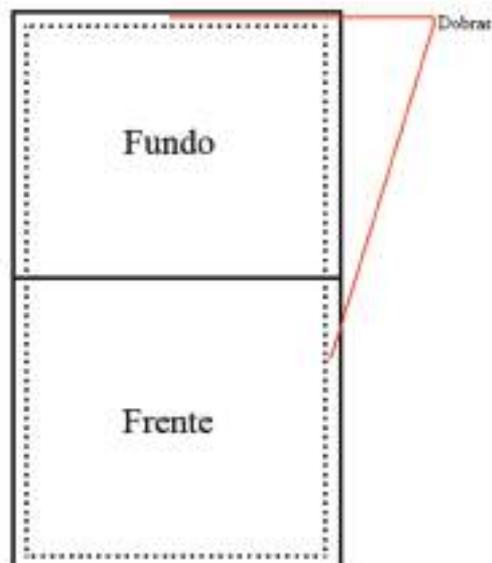
DOBRAGEM DA FACE POSTERIOR



PORMENOR DAS FACES: LATERAIS, SUPERIOR E POSTERIOR



Orifícios para os parafusos de fixação à tampa.



A caixa pode ser executada em materiais metálicos ou plásticos especiais que suportam temperaturas mais elevadas e não são combustíveis. Estes últimos tornam-se mais dispendiosos e só podem realizar-se em fábricas especializadas. As chapas de ferro com tratamento e as de alumínio são as mais usadas. A dobragem do metal escolhido pode ser feito com uma quinadeira ou até com a ajuda de um torno.

- **Fase de avaliação**

Nesta fase do trabalho de projeto, o aluno ou grupo de alunos devem preencher quadros relativos a cada fase do trabalho onde registrarão as dificuldades encontradas e a forma como foram superadas:

- Fase de conceção
- Fase de pré-estudo
- Fase de produção documental
- Fase de realização
- Fase de teste

Nesta fase deve ser feita uma análise detalhada pela turma de todo o trabalho realizado com o objetivo de trocar experiências, constituindo deste modo uma valorização para toda a turma.



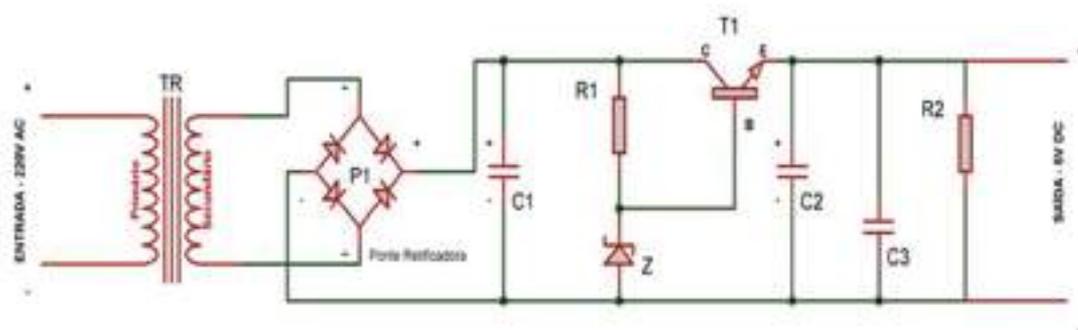
9. Montagem Alternativa: Fonte de Alimentação 230 V / 5V (cc)

O professor pode propor aos alunos com mais experiência em técnicas de montagens de circuitos eletrónicos, desenvolvida no módulo 4, a montagem da Fonte de Alimentação a seguir descrita. Os alunos que tenham realizado a 1ª montagem de forma mais expedita poderão também passar a esta montagem.

A fonte de alimentação é um dispositivo que permite alimentar, a partir da rede eléctrica (230 Volt alternada), um aparelho que funcione a baixa tensão contínua.

Uma fonte de alimentação é constituída por quatro partes: **transformador** (transforma a tensão de 230 V numa tensão inferior), **retificador** (transforma a corrente alternada em corrente contínua), **filtro** (amortiza as oscilações) e o **regulador** (mantém constante a tensão de saída).

Circuito proposto



O **transformador (TR)** é constituído por um núcleo de ferro com dois enrolamentos: um deles (o primário) tem um maior número de espiras com um fio de menor secção e é a ele que se aplica a tensão de 230 V; o outro (o secundário) é aquele que dá a tensão de saída mais baixa (por exemplo 9 Volt).

O **retificador (P1)** é constituído por uma ponte de díodos (normalmente chamada ponte retificadora). Estas pontes possuem quatro terminais em que dois estão marcados com o sinal ~, aos quais se deve aplicar a tensão alternada (saída do transformador); os outros



dois estão marcados com os sinais + e – que são o pólo positivo e negativo (da tensão contínua já retificada).

O **filtro** é normalmente constituído por um condensador eletrolítico (**C1**) de grande capacidade, que no seu regime de carga e descarga consegue eliminar as ondulações da tensão contínua saída do retificador.

O **regulador** é normalmente constituído por um **transístor (T1)** que consegue manter constante a tensão de saída devido a ter uma polarização fixada por um **díodo zener (Z)**.

Funcionamento

A tensão alternada de 9 Volt obtida no secundário do transformador é retificada pela ponte P1 e filtrada pelo condensador C1 que tem uma capacidade suficientemente elevada para reduzir a ondulação da tensão contínua. O zener Z mantém na base do transístor T1 uma tensão constante de 5,6 Volt, sendo o transístor o elemento ativo da regulação. A resistência R1 polariza o zener fazendo passar por ele uma corrente de cerca de 20 mA. O condensador C2 tem por função estabilizar a tensão de emissor do transístor e o condensador C3 elimina o ruído de rádio–frequência. A resistência R2 normalmente chamada carga simulada obriga o circuito a debitar em vazio uma corrente de 0,5 mA para que nessas condições a tensão se mantenha estabilizada.

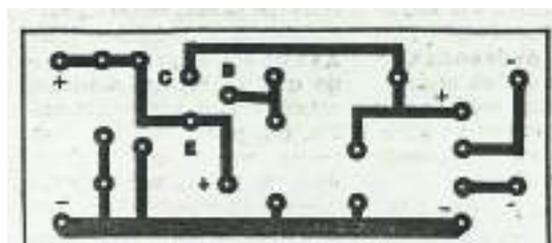
Material necessário

- TR Transformador 230V/9V – 250 mA
- T1 Transístor 2N 3053 (ou equivalente)
- P1 Ponte rectificadora BY 179 (ou equivalente)
- Z Díodo zener 5V6 (1/2 W)
- C1 Condensador electrolítico 1000 μ F (ou maior) /16 V
- C2 Condensador electrolítico 10 μ F/16 V
- C3 Condensador 10 nF/16V
- R1 Resistência 330 Ω (1/4 W)
- R2 Resistência 10 K Ω (1/4 W)

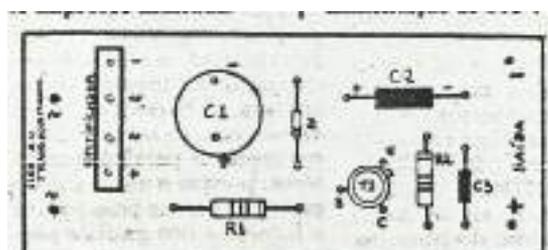


Montagem

A execução desta montagem é bastante simples, mas exige cuidados especiais para quem se está a iniciar com a eletrônica. É aconselhada a montagem dos componentes sobre uma placa de circuito impresso segundo o desenho das pistas



Segue-se o desenho que representa a implantação dos componentes na placa de circuito impresso



Deve-se dedicar especial atenção à montagem dos semicondutores (ponte retificadora, diodo zener e transistor) e dos condensadores eletrolíticos (C1 e C2), pois estes têm uma polaridade que não deve ser invertida.

Teste da montagem

Depois de ter efetuado todas as soldaduras é aconselhável verificar todas as ligações, seguindo os esquemas atrás indicados. Em seguida, liga-se a ficha do transformador aos 230 V e verifica-se com um multímetro se a tensão à saída é de 5V. Em princípio, se os componentes não estiverem defeituosos e se a montagem estiver bem efetuada, a fonte de alimentação deve funcionar corretamente. Se a tensão à saída for bastante maior ou menor, então deve-se desligar imediatamente a alimentação de 230 V e verificar novamente todas as ligações à procura de más soldaduras ou de componentes montados em posições erradas.



Se em seguida e ao voltar a ligar a alimentação, não aparecerem os 5 V desejados à saída, então devem-se fazer as seguintes verificações:

- Com o transformador ligado, medir a tensão alternada no secundário (deve ser maior que 7 V e menor que 12 V).
- Medir a tensão contínua entre os terminais do condensador electrolítico C1 (deve ser maior que 9 V e menor que 16 V).
- Medir a tensão contínua nos terminais do diodo zener que deve ser próxima de 5V.

QUESTÕES PARA RESOLVER:

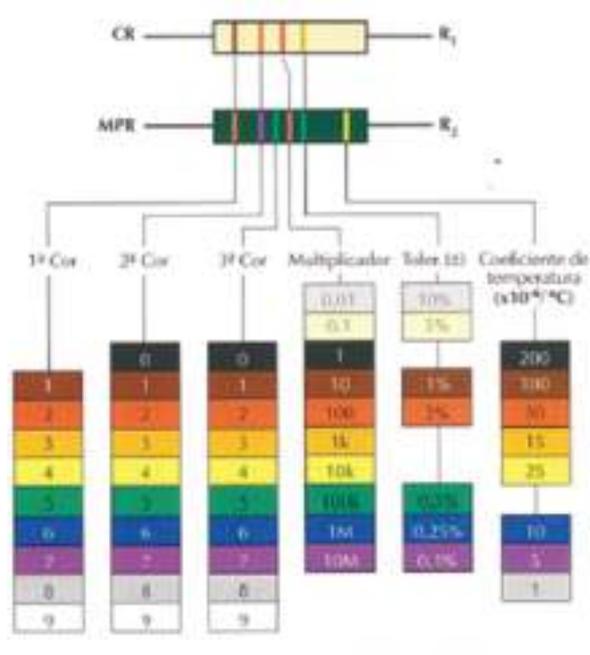
Montagem de um Equipamento Execução das Placas de Circuito Impresso (PCI)

1. No desenho das pistas das placas de circuito impresso (pci) que cuidados devemos ter quanto à sua espessura e separação entre elas ?
2. Como devem ser os diâmetros dos furos a realizar nas pci`s ?
3. Quais os processos usados para a realização do desenho das pistas, das pci`s?
4. Descreva de forma sucinta o processo da fotoimpressão para obtenção da pci.



10. Folhas Técnicas de Eletrônica

1 – Código de cores de Resistências

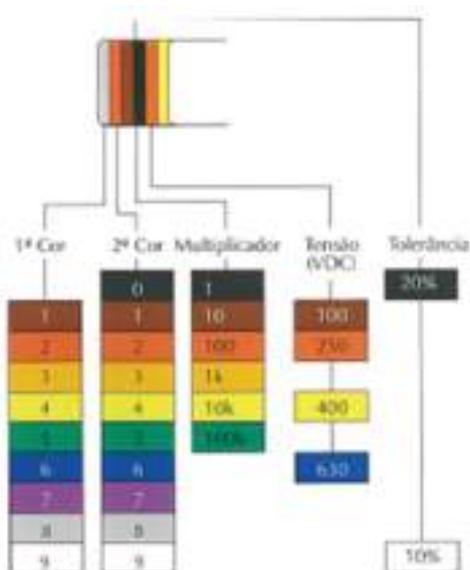


Os valores nominais das resistências indicadas são:

R1 – 1,2 KΩ, ± 5%

R2 - 27,5 KΩ, ± 0,5% (coeficiente de temperatura 25x10⁻⁶/°C)

2 – Código de cores de condensadores



O valor do condensador indicado é 820 pF ± 20% , tensão nominal 250 V (DC)



CARACTERÍSTICAS DE ALGUNS SEMICONDUTORES TÍPICOS

CARACTERÍSTICAS DE DÍODOS RECTIFICADORES

Referência	IF (A)	T (°C)	UR (V)	IFSM(A)	IR (uA)
1N4001	1	75	50	50	5
1N4002	1	75	100	50	5
1N4003	1	75	200	50	5
1N4004	1	75	400	50	5
1N4005	1	75	600	50	5
1N4006	1	75	800	50	5
1N4007	1	75	1000	50	5

CARACTERÍSTICAS DE DÍODOS ZENER

Referência	UR (V)	Pz (mW)	T (°C)	Encaps.
BZX55 – C8V2	8,2	400	- 65 a 200	Do - 35
BZX55 – C5V1	5,1	400	- 65 a 200	Do - 35

CARACTERÍSTICAS DE LED'S

Cor	Tipo	IF (mA)	UR (v)	P (mW)
Infraver.	CQY11B	30	2	50
Infraver.	CQY50	100	2	150
Vermelho	CQY24A	50	3	100
Verde	CQY94	20	3	60
Amarelo	CQY96	20	3	60



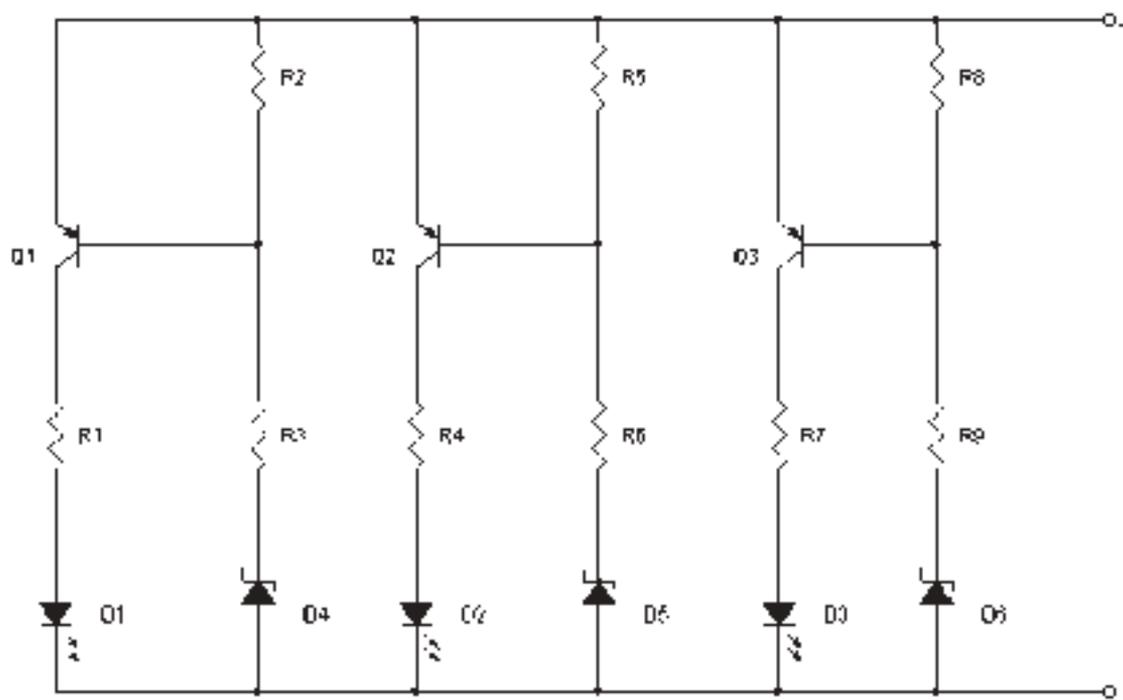
CARATERISTICAS DE ALGUNS TRANSÍSTORES

Designação	Tipo	Ic (mA)	UCE (V)	P (mW)	H fe	Encaps.
2N 2222	NPN	150	30	500	100-300	T0-18
2N 2907	PNP	150	40	400	100-300	T0-18
BC 109	NPN	200	25	500	200-800	T0-18
BC 327	PNP	800	45	600	100-600	T0-92
BC 328	PNP	800	25	600	100-600	T0-92
BC 337	NPN	800	45	600	100-250	T0-92



11. Esquemas de Montagens Eletrônicas

1 - VERIFICADOR DO ESTADO DE CARGA DE UMA BATERIA DE 12 V



LISTA DE COMPONENTES:

R1, R4, R7 – Resistências de filme de carbono 470Ω $\frac{1}{4}$ W

R3, R6, R9 – Resistências de filme de carbono $2,7 \text{ K}\Omega$ $\frac{1}{4}$ W

R2 – Resistência de filme de carbono $3,9 \text{ K}\Omega$ $\frac{1}{4}$ W

R5, R8 – Resistências de filme de carbono $1,5 \text{ K}\Omega$ $\frac{1}{4}$ W

Q1, Q2, Q3 – Transistor BC 327

D1 – Díodo led de 5 mm verde

D2 – Díodo led de 5 mm amarelo

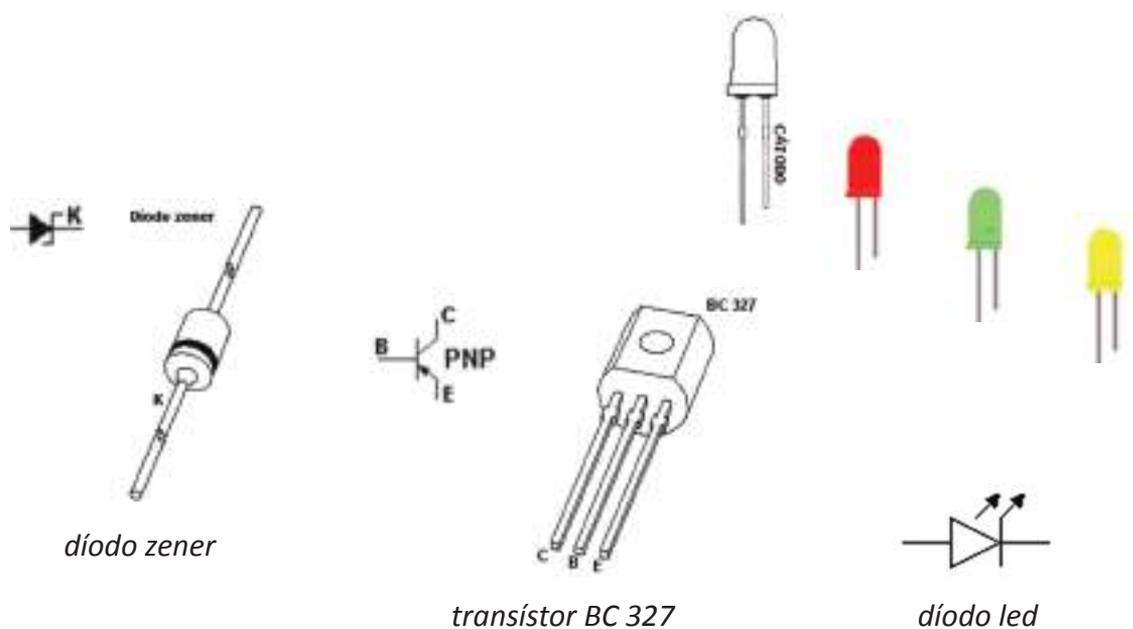
D3 – Díodo led de 5 mm vermelho

D4 – Díodo zener 12 V - 400 mW

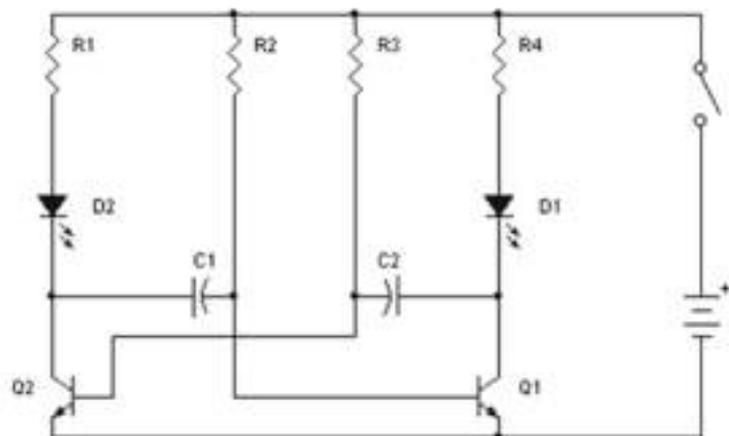
D5 – Díodo zener 8,2 V - 400 mW

D6 – Díodo zener 5,1 V - 400 mW





2 - LED'S INTERMITENTES



LISTA DE COMPONENTES:

R1, R4 – Resistências de filme de carbono 470Ω 1/4W

R2, R3 – Resistências de filme de carbono $22 K \Omega$ 1/4W

D1, D2 – Diodos led de 5 mm vermelhos

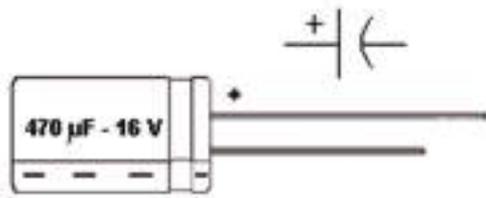
C1, C2 – Condensadores electrolíticos $470 \mu F$ 16 V

Q1, Q2 – Transístores bipolares BC 548

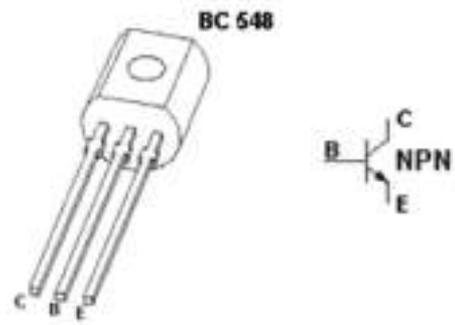
1 Pilha de 9 V c/ suporte

1 Mini interruptor de duas posições

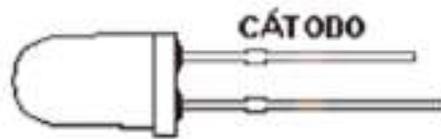
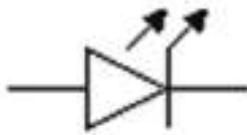




condensador eletrolítico



transistor BC 548



Díodo LED



Bibliografia

FREITAS, Coelho; FREITAS, Castro, Aplicações Tecnológicas de Eletrotecnia e Eletrónica, 10.º Ano. Curso Tecnológico de Eletrotecnia e Eletrónica. 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 Electrotecnia e Electrónica, 10º Ano. Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica. Didáctica Editora. (s.d.).

Site geral da área de eletrónica para ensino: <http://www.prof2000.pt/users/lpa>

Os nossos agradecimentos pelos contributos que ajudaram à realização deste manual muito especialmente aos autores do 1º Livro desta bibliografia.



