

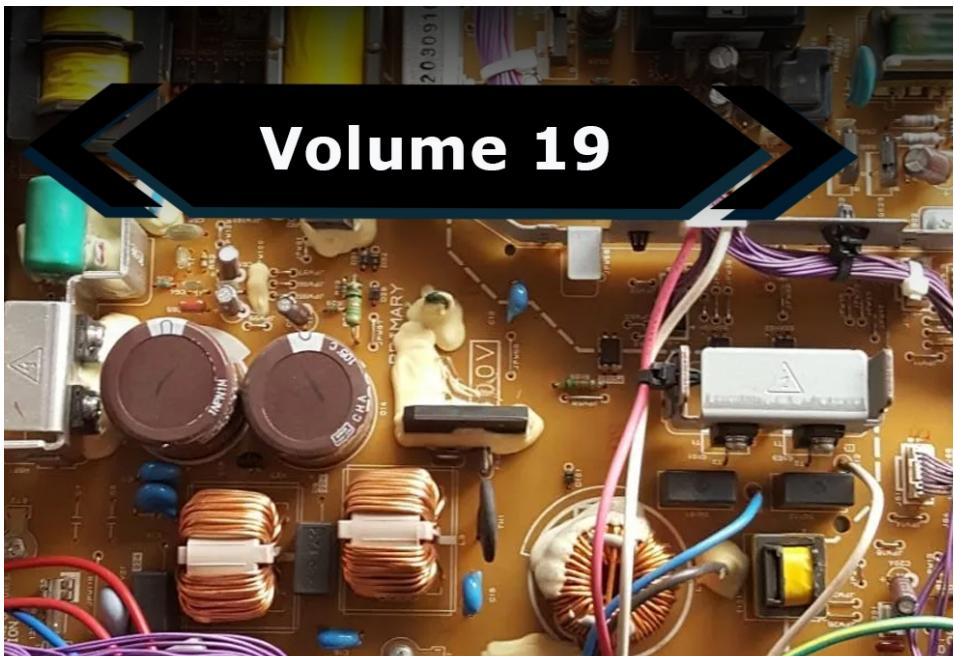
# Placa Fonte de Impressora

## Técnica de Reparo prático

Volume 19

Silvio Ferreira

**Volume 19**



© 2023 by Silvio Ferreira

Todos os direitos reservados e protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73. Nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida, sem prévia autorização por escrito do autor, sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

**Autor: Santos, Silvio Ferreira  
Placa Fonte  
de Impressora  
Volume 19**

Contato com o autor:  
[www.clubedotecnicoreparador.com.br](http://www.clubedotecnicoreparador.com.br)  
[www.silvioferreira.cti.br](http://www.silvioferreira.cti.br)

## Dedicatória

Dedico esta obra a minha esposa e sócia no trabalho e na vida, Josiane Gonçalves e a meus filhos André Vítor, Geovane Pietro e Gabriela Vitória.

Agradeço a Deus, pelo nascer de cada dia, pela força e motivação diária.

## Sumário

<b>Capítulo 01 - Introdução Técnica .....</b>	<b>01</b>
Qual o objetivo deste livro? .....	02
Recado do autor .....	03
Fontes Linear e Chaveada .....	05
Fonte de Alimentação Linear .....	07
Fonte de Alimentação Chaveadas .....	10
<b>Capítulo 02 - Fonte Primária .....</b>	<b>13</b>
Fonte Primária e Secundária, Alta e Baixa Tensão .....	14
Fonte Primária e Secundária na placa .....	16
Serigrafia na placa - Básico .....	19
Serigrafia na placa - Informações e Alertas .....	23
Serigrafia na placa - Divisão das Fontes .....	27
Divisão das Fontes através das trilhas da placa .....	32
Funcionamento da fonte Primária .....	34
Em resumo, a fonte primária .....	34
Aqui estão alguns aspectos-chave da fonte primária .....	35
Conexão à Rede Elétrica .....	35
Retificação e Filtragem .....	35
Proteção e Regulação .....	35
Isolação .....	36
Entenda Passo a passo .....	37
01 - Entrada de alimentação .....	38
02 - Fusível .....	38
03 - Capacitor supressor .....	39
04 - Bobina para filtragem .....	42
Filtragem de Transientes .....	42
05 - Ponte retificadora .....	45
06 - Capacitor de filtro .....	49

07 - Transistores MOSFET .....	50
08 - Transformador (transformador chopper).....	52
09 - Foto acoplador .....	55
CI Controlador - Controle PWM .....	56
<b>Capítulo 03 - Fonte Secundária .....</b>	<b>59</b>
Funcionamento da fonte Secundária .....	50
Aqui estão alguns aspectos-chave da fonte secundária .....	64
Retificação das tensões .....	69
Circuito Integrado Regulador de Tensão .....	73
<b>Capítulo 04 - Segurança e Cuidados .....</b>	<b>75</b>
Introdução .....	76
Energia Estática .....	76
Equipamentos e medidas de Segurança .....	81
Desligar Totalmente a Placa de Fontes de Energia .....	84
Desenergizar a Placa (Descarregar os Capacitores) .....	85
Ambiente Adequado .....	86
Ferramentas Apropriadas .....	86
Manuseio Adequado .....	86
Dispositivo para descarregar capacitores .....	87
<b>Capítulo 05 - Como Medir Tensões .....</b>	<b>89</b>
Conhecimentos Indispensáveis .....	90
Atenção! Isso pode queimar a placa e o seu multímetro! .....	91
Meça as tensões da placa .....	92
Onde medir tensão alternada e Tensão contínua? .....	93
01 - Conector de alimentação Principal .....	94
02 - Após o conector de alimentação principal .....	97
03 - Varistor .....	98
04 - Capacitor supressor .....	99

05 - Linha de medição .....	100
06 - Esse é o processo .....	103
07 - Ponte retificadora .....	103
08 - Como aferir a tensão alternada na ponte retificadora .....	104
09 - Vamos virar a placa .....	105
10 - Pinos AC .....	106
11 - Como aferir a tensão contínua na ponte retificadora .....	106
12 - Pinos + e - .....	107
13 - Capacitor de filtro - Tensão contínua .....	108
14 - Faça assim .....	110
15 - Transformador chopper - entrada da tensão .....	112
16 - Transformador chopper - sem tensão nas saídas? .....	113
17 - Transformador chopper - saídas - Diodo Schottky .....	114
18 - Transformador chopper - aferição das saídas .....	115
19 - Conector de alimentação da placa lógica .....	116
<b>Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada /</b>	
<b>Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor .....</b>	<b>117</b>
Como Resolver .....	118
Fusível: Vilão ou Mocinho? .....	121
Varistor .....	128
<b>Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão .....</b>	<b>133</b>
Aprenda pra valer! .....	134
Capacitância, Tensão e Temperatura .....	136
Polarização .....	139
Capacitores de Supressão X/Y .....	139
Agências Certificadoras .....	141
Capacitor em curto e capacitor em fuga .....	142
Teste de curto .....	145

Teste de carga 3V - Carregar, Armazenar e Descarregar .....	145
Teste de carga e descarga na escala de resistência .....	150
Medições de capacidade .....	156
<b>Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores .....</b>	<b>161</b>
Decifre esses elementos .....	162
O que é Indutância? .....	166
Teste na prática 1 - Fio Rompido? .....	169
Teste na prática 2 - Medir Indutância .....	172
O que é “Medidor LCR Digital”? .....	174
Na prática .....	175
<b>Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora .....</b>	<b>177</b>
Pontes Retificadoras: Transformando Tensão	
Alternada em Contínua .....	178
O que é um Diodo? .....	179
Construção e Funcionamento das Pontes Retificadoras .....	182
Teste prático .....	184
<b>Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico .....</b>	<b>195</b>
Entenda Definitivamente .....	196
Vamos nos aprofundar ainda mais .....	198
Capacitância, Tensão e Temperatura .....	200
Funcionamento elementar .....	202
Capacitor em curto e capacitor em fuga .....	206
Testar capacitor eletrolítico fora da placa .....	208
Teste de carga 3V - Carregar, Armazenar e Descarregar .....	210
Medições de capacidade .....	213
Como encontrar lado negativo e positivo dos capacitores na placa ....	216
E como identificar o polo/terminal negativo .....	220
E como podemos verificar se há curto .....	221

Entenda isso .....	224
<b>Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky .....</b>	<b>229</b>
Entenda Diodos Definitivamente .....	230
Teste prático .....	223
Diodo Schottky / Dual Schottky .....	236
E como testar diodos Schottky duplo? .....	239
Como diferenciar o diodo comum para o Schottky? .....	241
<b>Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET .....</b>	<b>243</b>
Entenda Transistores MOSFET Definitivamente .....	244
Transistores e MOSFET .....	248
Vamos Para a prática? Como Testar? .....	252
<b>Capítulo 13 - Como testar transformador chopper .....</b>	<b>263</b>
Transformadores de tensão .....	264
Diversidade nos Tipos de Transformadores .....	265
Teste na Prática .....	268
<b>Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador .....</b>	<b>271</b>
Muito Importante saber .....	272
Entenda Definitivamente .....	278
Teste na prática .....	
<b>Capítulo 15 - Relés .....</b>	<b>293</b>
O que é um relé? .....	294
Por que os relés são importantes? .....	296
Como Funcionam? .....	297
Estados de contato .....	302
Como identificar a pinagem .....	305
Como testar .....	308

## **Sobre Essa série de Livros Digitais**

Você está tendo acesso a um volume que pertence a uma série de livros digitais. O conteúdo abordado nesse volume depende do conteúdo de outros volumes.

Você quer ter um aprendizado completo? Estude todos os volumes.

Nenhum, absolutamente nenhum volume está incompleto. Pode ser um volume de menos de 20 páginas.

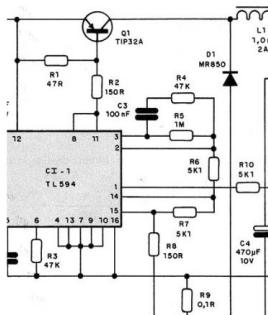
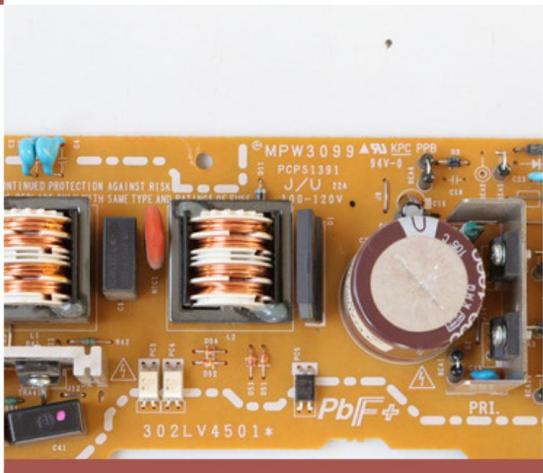
Cada volume está completo naquilo que ele se propõem. E juntos formam um “mega treinamento”.

E se você deseja ter um aprendizado realmente completo, estude toda a série de livros digitais.

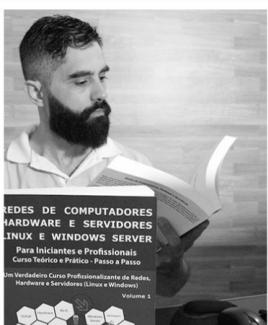
No final desse livro há um catálogo contendo alguns dos livros pertencentes a essa série.

Boa leitura, bons estudos!

# CAPÍTULO 01



Introdução Técnica



## Capítulo 01 - Introdução Técnica

### **Qual o objetivo deste livro?**

Seja bem-vindo a mais este livro. Não sei se você está acompanhando toda a série de livros, mas saiba que este volume faz parte de uma série gigante. E através desta série você vai aprender MUITO sobre eletrônica, em várias áreas.

Acessa o site oficial e conheça:

[www.clubedotecnicoreparador.com.br](http://www.clubedotecnicoreparador.com.br)

E neste livro especificamente, o assunto é fonte de impressoras. Que na verdade é uma fonte chaveada. Eu poderia criar um livro somente de fontes chaveadas? Sim, e pode ter certeza que isso vai ser feito.

Porém, quero muito me focar em assuntos específicos e direto ao ponto. Para atender a um público específico. Por isso o assunto aqui é fontes de impressoras.

## Capítulo 01 - Introdução Técnica

Meu objetivo é trazer um material para você passo a passo, do básico até um certo nível avançado.

Tudo dentro da possibilidade de um livro. Muitas vezes o leitor não entende o quanto difícil é escrever um livro. O quanto difícil é organizar todas as ideias, trazer todo o conhecimento o possível de forma escrita.

Tem leitor que não mede esforço para reclamar. E não move “uma palha” para elogiar. E é o tipo de leitor incapaz de escrever uma linha.

Exatamente por isso, vamos a um aviso que vou deixar na sequência.

### **Recado do autor**

Meu amigo, preciso deixar esse aviso. Eu, Silvio Ferreira, sou um dos poucos escritores que ainda persistem em criar materiais como esse que você está tendo acesso agora.

E sabe por que? Sabe por que a maioria dos autores e escritores já desistiram de criar livros?

## Capítulo 01 - Introdução Técnica

Muito simples: o motivo é devido ao fato de livro ser extremamente mal valorizado. Sabe o que é comum atualmente?

Um leitor compra o livro, tem acesso a um material passo a passo, bem elaborado, que explica muitas coisas extremamente interessantes, que permite a leitura mesmo por aqueles que estão começando do zero, e mesmo assim ele (o leitor) não valoriza.

Receber um elogio ou um e-mail de apoio hoje em dia, por um livro escrito, é raríssimo.

Por outro lado, receber críticas ruins, pontuações em loja bem baixa, o “cara” vai lá e te dá um 2 em uma pontuação de 0 a 5, fala que o livro não “ensina nada”, é o mais comum.

Porque hoje tudo é vídeo. Hoje os “caras” querem tudo muito rápido, querem receber conteúdo de altíssimo valor pagando “poucos trocados”.

Se o cara comprar um curso de R\$97,00 hoje em dia, em troca ele vai querer até a nossa alma.

## Capítulo 01 - Introdução Técnica

Vai chegar um ponto que não vai ter mais livros. E vai chegar um ponto que qualquer curso, por mais básico que seja, vai custar no mínimo R\$800,00. Pelo simples fato de que nenhum autor, escritor ou professor vai querer "arriscar" mais "perder até a alma".

Aí todo mundo vai cobrar caro. Porque vai ser a única forma de fazer valer à pena.

*"Valorizem mais os escritores, autores e professores, enquanto ainda há tempo"*  
*Silvio Ferreira.*

## Fontes Linear e Chaveada

Agora vamos entender esses dois termos extremamente importantes. Os termos "fonte linear" e "fonte chaveada" se referem principalmente à característica de funcionamento das fontes de alimentação.

Já vou adiantar que fontes de impressoras, fonte de notebooks, de PCs (fontes ATX), celulares,

## Capítulo 01 - Introdução Técnica

TVs atuais (na verdade TVs a partir do tubo colorido já vinham com circuito chaveado), videogames atuais, e todos os equipamentos atuais utilizam fontes chaveadas.

Frisei bastante aqui o termo “atual” porque vai ficar difícil dar exemplos usando equipamentos do passado, equipamentos muito antigos e por aí vai.

As fontes chaveadas são “fontes de alta tecnologia”, são mais compactas, elas usam transformadores de tamanho mais reduzido, etc.

Vou explicar isso nos parágrafos adiante.

“Fonte linear” e “fonte chaveada” descrevem como essas fontes de alimentação convertem a energia elétrica de entrada em uma tensão de saída adequada para alimentar dispositivos eletrônicos.

Vamos detalhar cada termo a seguir.

## Capítulo 01 - Introdução Técnica

# Fonte de Alimentação Linear

- **Característica de Funcionamento:** Uma fonte de alimentação linear funciona de forma a fornecer uma saída de tensão diretamente proporcional à tensão de entrada, mas regulada e filtrada para remover variações e ruídos. Ela usa componentes como transformadores, reguladores de tensão e dissipadores de calor.
- **Princípio Básico:** A energia elétrica é transformada diretamente, em um processo contínuo, sem interrupções ou comutação. A tensão de saída é regulada ajustando-seativamente a tensão de entrada para manter a saída estável.

As fontes de alimentação lineares possuem a habilidade de transformar a tensão da corrente elétrica (110 ou 220V), empregando um transformador para diminuir a “voltagem” para um nível determinado, como, por exemplo, 12V.

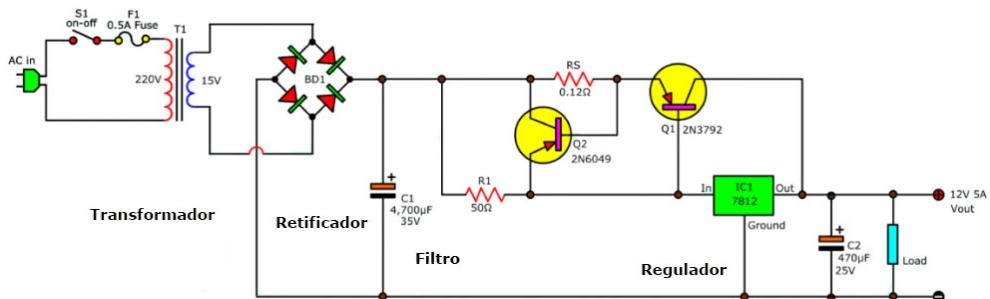
## Capítulo 01 - Introdução Técnica

Nesse procedimento, a tensão, que ainda se mantém como alternada, percorre um circuito retificador composto por uma série de diodos.

Esses diodos convertem a tensão alternada em uma forma pulsante.

Posteriormente, por meio do processo de filtragem, essa tensão pulsante é transformada em uma tensão quase constante.

Para garantir sua estabilidade, normalmente é necessária uma fase extra de regulação, frequentemente realizada com o auxílio de um transistor de potência.



**Figura 01.1:** Veja um exemplo de esquema elétrico de uma fonte linear 12V 5A.

## Capítulo 01 - Introdução Técnica

As fontes de alimentação lineares demonstram eficácia notável em cenários de baixa potência, exemplificado pelos telefones sem fio.

No entanto, ao lidar com necessidades de maior potência, as fontes lineares frequentemente se tornam volumosas demais para a aplicação.

Isso ocorre devido à relação inversa entre a frequência da tensão alternada e o tamanho dos componentes:

*quanto menor a frequência, maior a dimensão dos componentes envolvidos.*

Tais fontes não se mostram adequadas para aparelhos portáteis, pois se revelariam volumosas e pesadas demais para transporte conveniente.

A solução encontrada para essa questão foi a implementação do chaveamento em alta frequência, o que resultou no desenvolvimento das fontes chaveadas.

## Capítulo 01 - Introdução Técnica

### Fonte de Alimentação Chaveadas

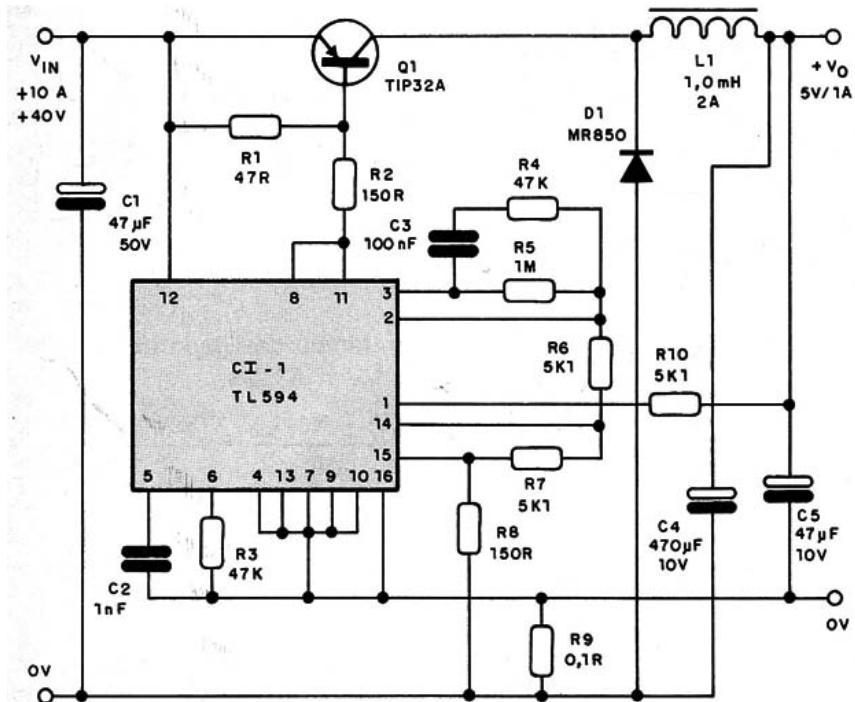
- **Característica de Funcionamento:** Uma fonte de alimentação chaveada opera usando um processo de comutação, onde a energia elétrica é ligada e desligada rapidamente em ciclos. Ela usa componentes como transistores de potência e indutores.
- **Princípio Básico:** A energia elétrica é convertida em pulsos controlados eletronicamente, alternando entre ligado e desligado, e depois filtrada para obter a tensão de saída desejada.

Nas fontes de alimentação chaveadas em alta frequência, a tensão de entrada passa por um aumento de frequência antes de entrar no transformador.

Esse aumento na frequência possibilita a redução significativa das dimensões do transformador e dos capacitores eletrolíticos.

## Capítulo 01 - Introdução Técnica

Esse tipo de fonte é amplamente empregado em computadores e em diversos outros dispositivos eletrônicos compactos.



**Figura 01.2:** Fonte chaveada de 5 V x 1 A. A base do circuito é o integrado TL594 e uma fonte de entrada de 10 a 40 V.

## Capítulo 01 - Introdução Técnica

Vale lembrar, ou ressaltar, que existem essencialmente duas técnicas empregadas para regular a tensão nas fontes convencionais: os reguladores analógicos, também chamados de lineares, e os reguladores comutados, frequentemente denominados chaveados.

Conforme já expliquei, os reguladores lineares requerem estágios de retificação e filtragem, que incluem o uso de transformadores volumosos e diodos cujas dimensões são determinadas pela potência necessária.

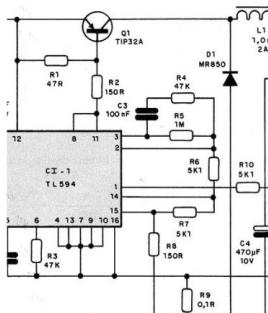
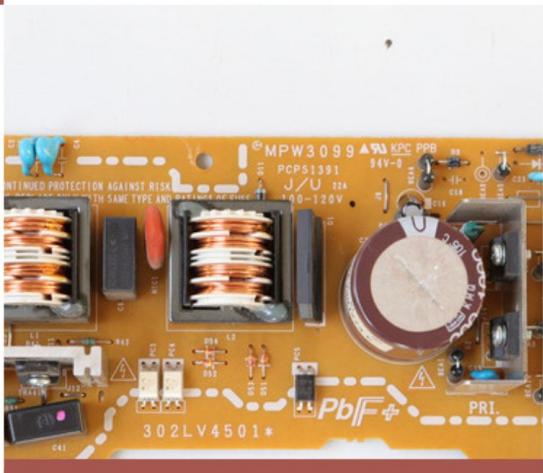
Esses reguladores não apresentam uma eficiência notável, o que se torna um desafio ao projetar fontes de alta potência.

E aqui chegamos nas fontes chaveadas:

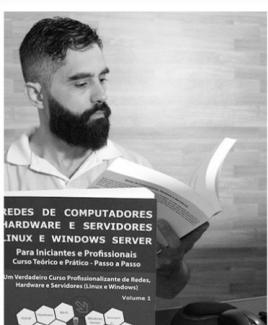
*fontes que adotam reguladores chaveados não dependem de transformadores tão volumosos.*

Após a retificação, um transistor de alta frequência e um indutor podem realizar a filtragem de maneira altamente eficaz.

# CAPÍTULO 02



## Fonte Primária



## Capítulo 02 - Fonte Primária

# **Fonte Primária e Secundária, Alta e Baixa Tensão**

Vamos começar com princípios mais básicos. E entender que a fonte, a placa fonte, ela é dividida em “duas fontes” principais é um desses princípios.

A partir de hoje você nunca mais vai analisar uma placa fonte como “uma única fonte”.

São dois grandes circuitos principais. Saber identificar esses dois circuitos é uma questão de segurança inclusive.

É um circuito você pode literalmente tomar um grande choque. O mesmo choque, a mesma descarga elétrica que você tomaria/levaria na sua tomada do seu imóvel.

No outro circuito esse risco já não existe por trabalhar com tensões menores, tais como 5V, 12V, entre outros exemplos. Mas isso pode variar! Depende do projeto. Por isso, sempre trabalhe com cuidado, use EPIs e cuide da segurança. Não trabalhe descalço, com as mãos molhadas e etc.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

Agora vamos entender o que vem a ser fonte primária e secundária:

- **Fonte Primária:** é onde chega a energia da tomada do seu imóvel. É onde a energia entra primeiro. Você vai lidar diretamente com **tensão de alta**, que é a mesma da tomada, podendo ter tensões um pouco menor, porém, ainda considerada de alta. Na fonte primária vai ter, por exemplo, tensão de 110V/120V, 22A. Já é o suficiente para você levar um tremendo choque. Por isso, use EPIs, use bancada com alguma borracha de proteção ou manta para trabalhar com eletrônica, não trabalhe descalço, com a mão úmida (use luva para eletrônica), etc.
- **Fonte Secundária:** a fonte secundária vai receber a energia da fonte primária. Só que as tensões que ela trabalha são **tensões de baixa**. O valor dessas tensões vai variar de acordo com cada projeto, mas pode ser tensões tais como 12V, 5V, entre outras para mais ou para menos. O objetivo da fonte secundária é alimentar a placa lógica do equipamento.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

Muito bem: já aprendemos sobre: **fonte Primária e Secundária, Alta e Baixa Tensão**. Até aqui aprendemos os conceitos teóricos.

Agora vamos aprender a reconhecer a fonte Primária e Secundária na placa.

### **Fonte Primária e Secundária na placa**

Tão importante quanto entender os fundamentos teóricos é entender na prática. E é o objetivo agora.

Agora você vai aprender a reconhecer, de forma definitiva, a fonte primária e secundária na placa.

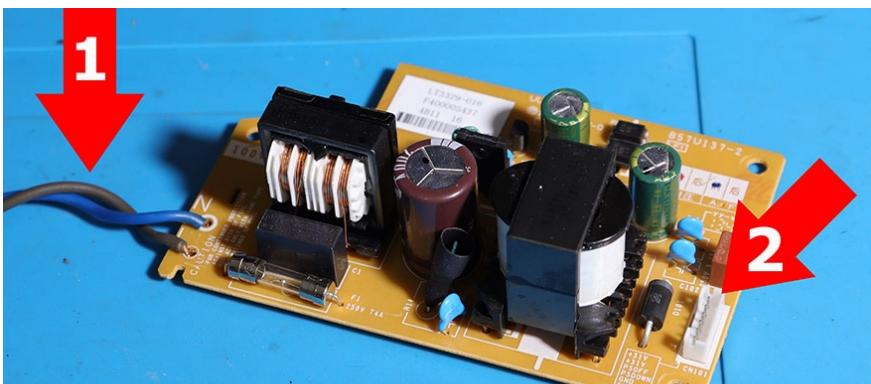
Neste tópico não vou explicar o funcionamento. Mais adiante você vai ter acesso aos tópicos “Funcionamento da fonte Primária” e “Funcionamento da fonte Secundária”.

A **fonte primária** é facilmente identificada pelo conector de alimentação principal, que é onde vai entrar a energia elétrica proveniente da tomada.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

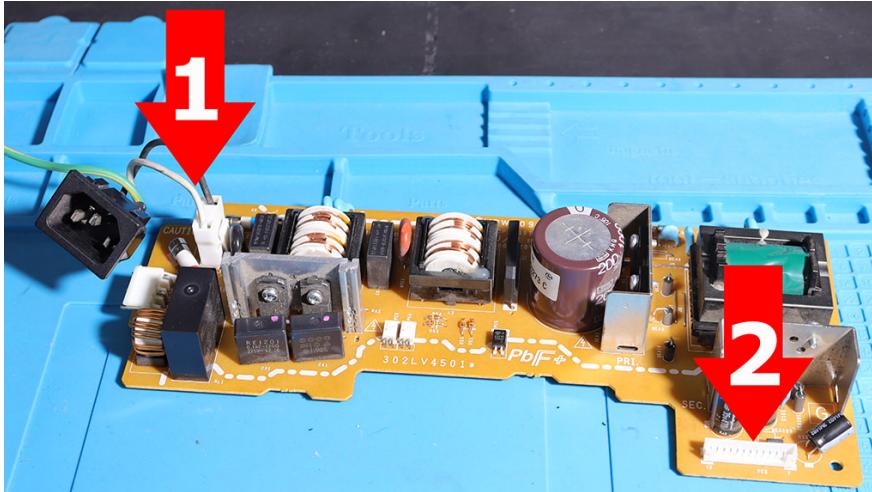
Pode ser um conector de alimentação, onde você vai plugar o cabo que é conectado na tomada, ou pode ser cabo soldado direto na placa (cabo esse que você conecta na tomada).

E a **fonte secundária** também é facilmente identificada através do conector de alimentação que alimentará a placa lógica do equipamento. Esse conector possui vários pinos e fornece tensões de baixa (12V, 5V, etc) para a placa lógica.



**Figura 02.1:** olha essa imagem. Temos o conector de alimentação principal (1) e o conector de alimentação da placa lógica. Fonte primária (1) e fonte secundária (2). E nesse exemplo o cabo (1) é soldado na placa.

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.2:** veja outro exemplo. Aqui temos a alimentação principal (1) e o conector de alimentação da placa lógica (2). A alimentação principal é um conector de três pinos onde vai o cabo da tomada. Portanto, o cabo não é soldado na placa. Inclusive, esse conector (1) que você vê na foto está encaixado em dois pinos na placa através de um plug/conector branco.

Pronto, isso aqui é o básico do básico. Tem mais informações que podemos absorver.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

### **Serigrafia na placa - Básico**

Existe na placa toda uma serigrafia composta por símbolos, linhas e textos.

Algumas placas possuem bastante serigrafia, chegando a ter descrições e alertas. Outras placas possuem menos serigrafias.

A serigrafia mais básica são as letras que identificam cada componente, que pode ser chamado por “designadores de referência” ou “prefixos de designação de referência”.

#### **Alguns bem comuns são:**

- **BD:** Ponte retificadora.
- **C:** Capacitor.
- **CON:** Conector.
- **D:** Diodo.
- **F:** Fusível.
- **HS:** Dissipador de calor.
- **IC:** Circuito Integrado.
- **L:** Indutor (Bobina).
- **LED:** Diodo Emissor de Luz (LED).
- **J:** Jumper (Pedaço de fio conectando dois pontos).

## Capítulo 02 - Fonte Primária

- **MOV:** Varistor.
- **PH:** Foto acoplador.
- **Q:** Transistor.
- **Q, TR, TRA:** Transistor.
- **R:** Resistor.
- **RL:** Relé
- **T:** Transformador
- **U:** Circuito Integrado.
- **Y:** Cristal.

O técnico tem que estar atento e saber interpretar as informações. Pode haver certas situações que podem confundir iniciantes, mas, é só questão de análise. Por exemplo:

Pode acontecer de um **oscilador** (vamos usar como exemplo um **555**) e um **Foto acoplador** ser identificado na placa pela letra **U** ou **IC**.

"Uê", no caso do Foto acoplador costumo ver em algumas placas a identificação **PH**, o que é mais fácil de deduzir como Foto (**Photo – PH**).

Só que, o oscilador e o Foto acoplador são circuito integrados. Por isso pode acontecer de em um determinado projeto ele ser identificado

## Capítulo 02 - Fonte Primária

pela letra U ou IC (Circuito Integrado). É só questão de atenção na análise.

Olha outra situação: pode acontecer de um ter a indicação **PC** na placa. Você sabe que ali é um foto acoplador, você não tem dúvida em relação ao componente. Mas veja bem: Foto Acoplador em inglês é Photo Coupler.

Portanto, a conclusão é simples: o projetista às vezes pode usar letras diferentes para identificar um mesmo componente. Tudo depende da placa e do projeto. Só aqui já citei quatro formas que um **foto acoplador** pode ser identificado na placa: U, IC, PC ou PH.

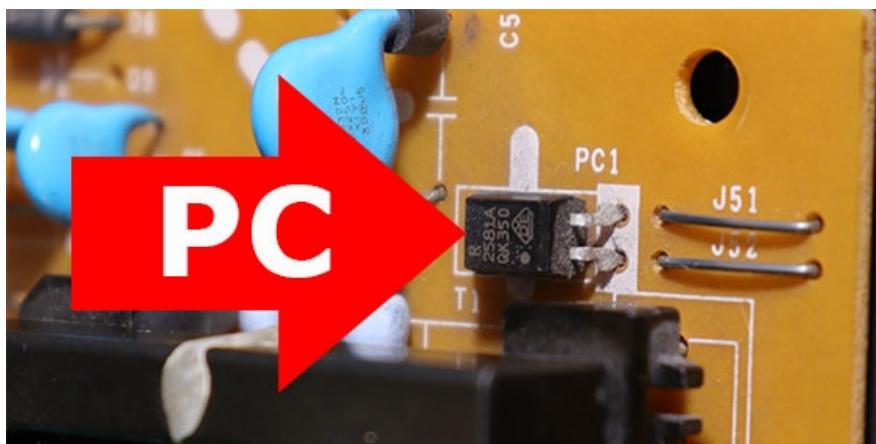


**Figura 02.3:** IC – O componente é um Foto acoplador.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

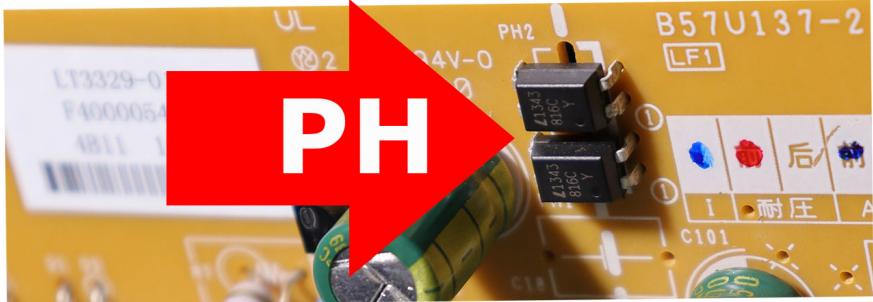


**Figura 02.4:** U – O componente é um Foto acoplador.



**Figura 02.5:** PC – O componente é um Foto acoplador.

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.6:** PH – O componente é um Foto acoplador.

## Serigrafia na placa – Informações e Alertas

Pronto, já superamos a serigrafia mais elementar.

Vamos voltar nossa atenção para o assunto deste capítulo: fonte primária e secundária.

**Especificamente na fonte primária**, haverá informações importantíssimas bem próximo aos fusíveis.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

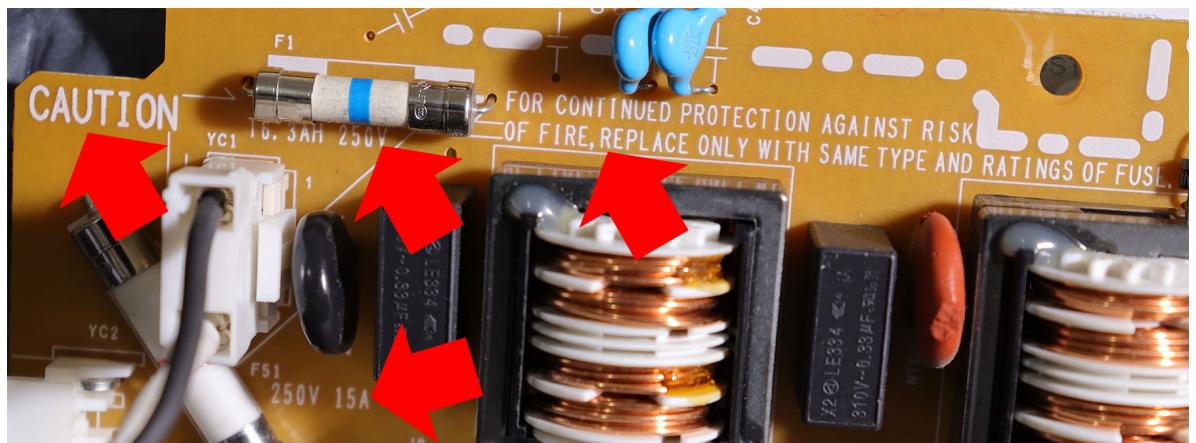
"Caution

For Continued protection Against risk of fire,  
replace Only with same type and ratings of fuse."

"Cuidado

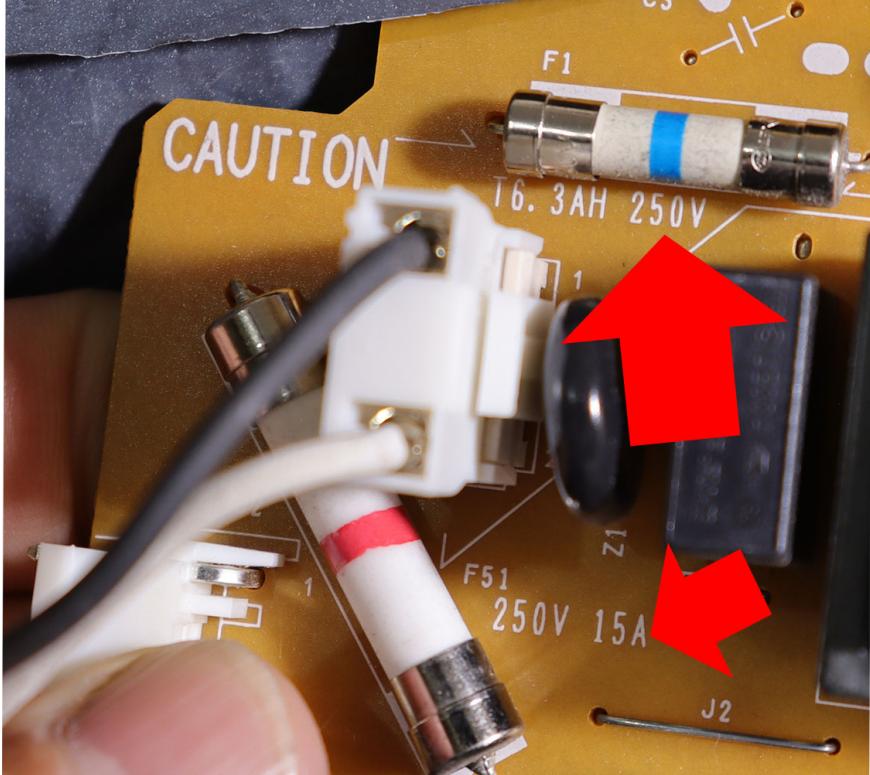
Para proteção contínua contra risco de incêndio,  
substitua apenas por fusíveis do mesmo tipo e  
classificação."

As informações relevantes a respeito de cada  
fusível estará impressa. Por exemplo: F1 T6 3AH  
250V.



**Figura 02.7:** Alerta importante e informações de cada fusível.

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.8:** informações de cada fusível.  
Acima temos um T6 3AH 250V e abaixo 250V  
15A.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

E **especificamente na fonte secundária** poderemos encontrar informações das tensões de cada pino do conector da placa lógica. Mas isso não é regra. Tem placa que possui uma tabela com essas informações, tem placa que não tem.



**Figura 02.9:** tabela com tensões de cada pino do conector de alimentação da placa lógica.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

### **Serigrafia na placa – Divisão das Fontes**

Agora vou abordar uma questão que é de suma importância. Como saber qual fonte é a primária e qual é a secundária?

Talvez você logo responderia:

“Primária onde tem o conector que recebe a energia da tomada” que é onde vai originar a tensão de alta, e, secundária onde tem o conector que alimenta a placa lógica”.

Mas você apena identificou os conectores. A pergunta é: qual área na placa comprehende a fonte primária e qual área na placa comprehende a fonte secundária.

Tem como distinguir? Sim, tem como distinguir e é obrigação nossa (como técnico) fazer essa distinção.

Uma forma de distinguir é com a própria experiência, onde você vai reconhecer os componentes eletrônicos. Você já conhece o funcionamento da fonte (vou ensinar isso em

## Capítulo 02 - Fonte Primária

tópicos adiantes) e vai olhar para fonte e entender onde começa e termina a fonte primária e onde começa e termina a fonte secundária.

Só que você vai conseguir fazer isso quando conhecer o funcionamento da fonte. Talvez você ainda não conhece.

Mas há outras forma de identificar: através da serigrafia na placa e através das trilhas, principalmente na parte de trás da fonte.

Ambos os métodos são relativamente fáceis. Porém, através da serigrafia é muito mais fácil para quem está começando do zero.

Vou explicar primeiro através da serigrafia e na sequência temos mais um tópico onde explico justamente a questão das trilhas da placa.

Os fabricantes costumam nos ajudar e muito nessa questão de distinguir a fonte primária da secundária. Se você observar vai notar uma **linha tracejada ou contínua** dividindo e separando a fonte nesses dois grande blocos: primário e secundário.

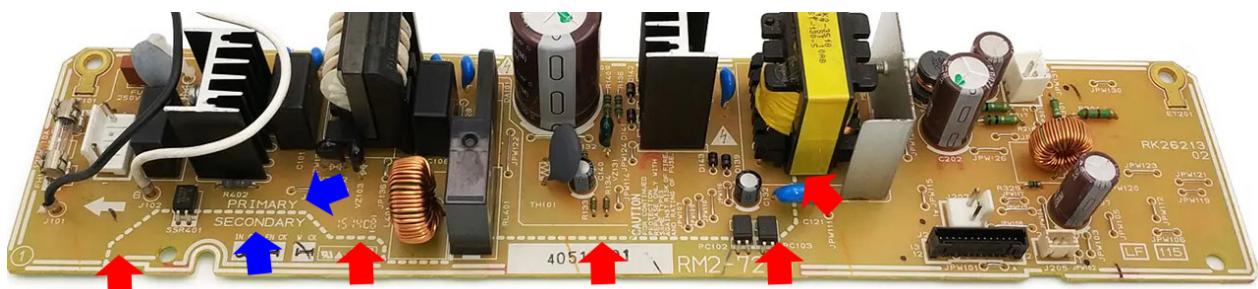
## Capítulo 02 - Fonte Primária

Se você observar, essa linha vai contornar os componentes, criando essa separação da fonte primária para a secundária.

Essa linha, que pode ser tracejada ou contínua, pode ser na cor branca ou preta.

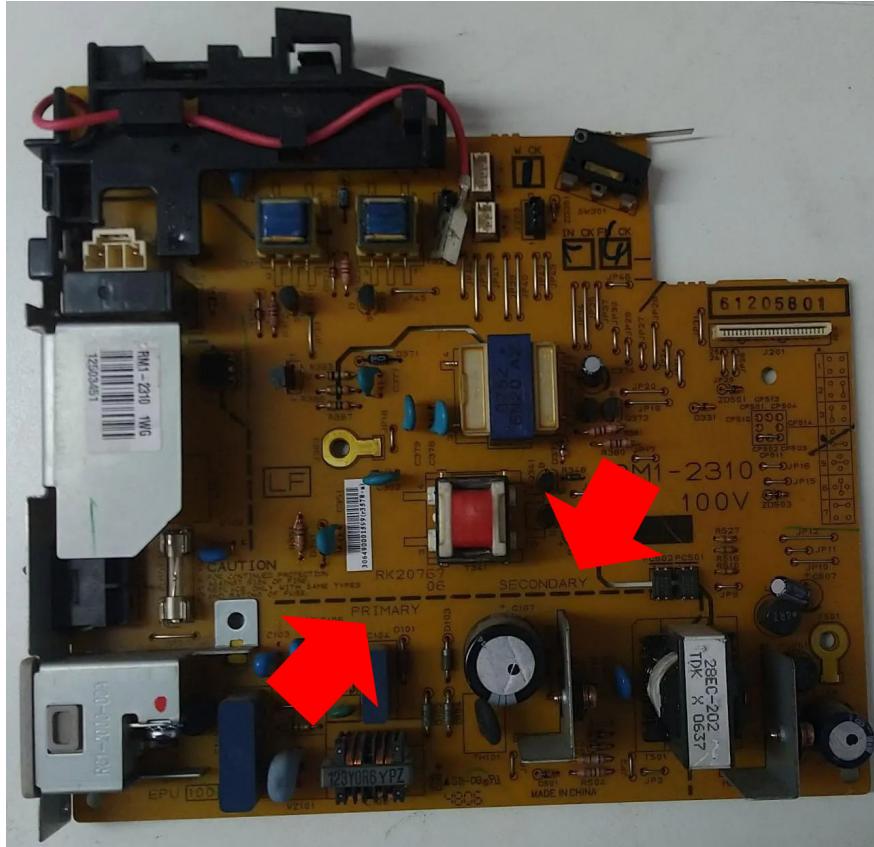
E para ajudar, dentro do grupo de componentes que compõem a fonte primária você poderá encontrar a palavra PRIMARY ou somente PRI.

E o que estiver do lado de desse grupo, é a fonte secundária, podendo ser identificada por SECUNDARY ou somente SEC.



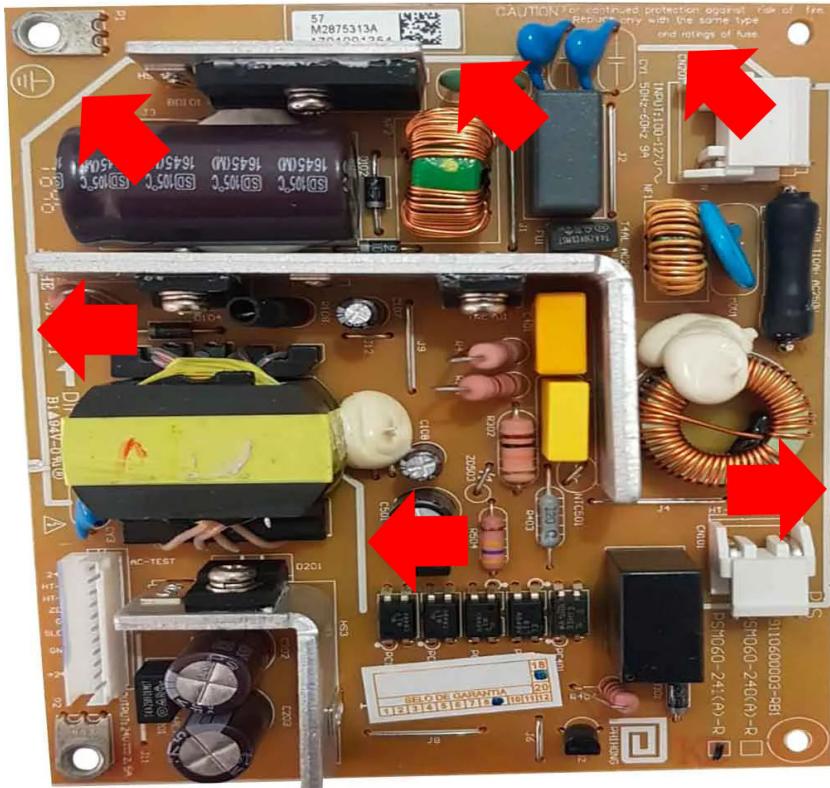
**Figura 02.10:** observe a linha tracejada. E observe na seta azul. Temos a palavra PRIMARY dentro dessa área. E temos a palavra SECONDARY do outro lado.

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.11:** observe mais esse exemplo. Aqui destaquei para você somente as palavras PRIMARY e SECONDARY. A linha tracejada está aí, somente a cor que está diferente. Consegue identificar o que está dentro do grupo que compõem a fonte primária?

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.12:** Olha esse exemplo que interessante. A linha NÃO é tracejada. Ela é contínua. Ela contorna todos os componentes que compõem a fonte primária. Perceba o conector (canto inferior esquerdo) que alimenta a placa lógica. Ele ficou do “lado de fora” dessa seleção.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

### **Divisão das Fontes através das trilhas da placa**

Ao ter esse entendimento da divisão criada pelas linhas tracejadas ou contínuas, fica fácil perceber a divisão através das trilhas da placa.

Se você observar os dois grandes grupos, fonte primária e fonte secundária, e virar a placa e observar a face oposta ao qual os componentes eletrônicos ficam dispostos, o que notará?

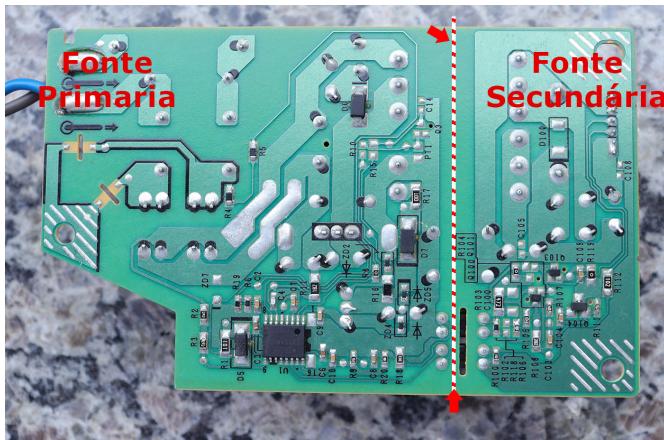
Notará nitidamente essas duas divisões através das trilhas da placa. É possível perceber um grupo de trilhas que formam e/ou fazem parte da fonte primária e um grupo de trilhas que formam e/ou fazem parte da fonte secundária.

Para exemplificar isso de forma extremamente fácil de aprender, vou usar a placa fonte da imagem a seguir. É uma placa pequena e de fácil estudo.

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.13:** Olha esse exemplo, a parte superior da placa - Observe a fonte primária e a secundária.



**Figura 02.14:** a mesma fonte. Observe as trilhas.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

### **Funcionamento da fonte Primária**

A fonte primária está diretamente conectada à rede elétrica de entrada, fornecendo a energia principal para o dispositivo ou sistema. Ela desempenha um papel fundamental na conversão da tensão e na regulação da corrente para fornecer energia confiável e segura aos componentes eletrônicos subsequentes.

#### **Em resumo, a fonte primária:**

- Recebe a alimentação que pode ser 110V ou 220V por exemplo.
- Essa energia de entrada vai passar por uma série de filtros.
- A energia elétrica vai passar por indutores, capacitores supressores, etc.
- A energia alternada é transformada em contínua através da fonte retificadora.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

**Aqui estão alguns aspectos-chave da fonte primária:**

- **Conexão à Rede Elétrica:** A fonte primária é conectada à rede elétrica de CA (corrente alternada) de entrada, que normalmente opera em tensões como 110V, 220V ou outras, dependendo da região e do padrão elétrico. Ela é responsável por receber a energia da rede elétrica e prepará-la para uso pelo dispositivo ou sistema.
- **Retificação e Filtragem:** A energia da rede elétrica é frequentemente fornecida como uma corrente alternada (CA) que oscila entre valores positivos e negativos. A fonte primária incorpora diodos retificadores para converter a CA em uma tensão contínua (CC) pulsante. Em seguida, circuitos de filtragem, como capacitores, são usados para suavizar essa tensão pulsante, tornando-a mais estável.
- **Proteção e Regulação:** A fonte primária geralmente inclui circuitos de proteção, como fusíveis e dispositivos de

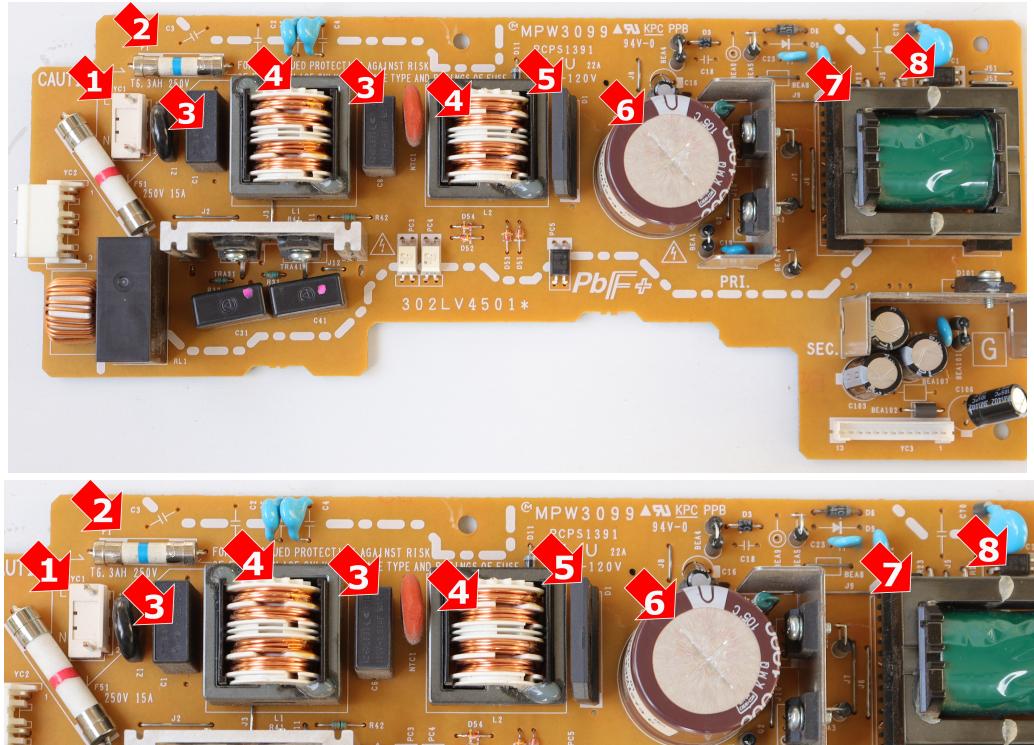
## Capítulo 02 - Fonte Primária

desligamento de sobrecarga, para proteger o dispositivo contra condições anormais, como curtos-circuitos ou picos de corrente. Além disso, a regulação da tensão é frequentemente realizada na fonte primária para garantir que a tensão de saída seja mantida dentro de limites aceitáveis, independentemente das flutuações na tensão de entrada da rede elétrica.

- **Isolação:** existe uma isolação entre a fonte primária e a fonte secundária. A energia é transmitida de uma fonte para outra através de transformadores e foto acopladores.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

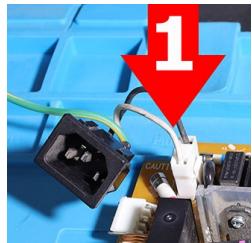
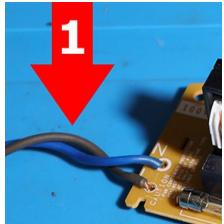
### Entenda Passo a passo



**Figura 02.15:** principais componentes na fonte primária.

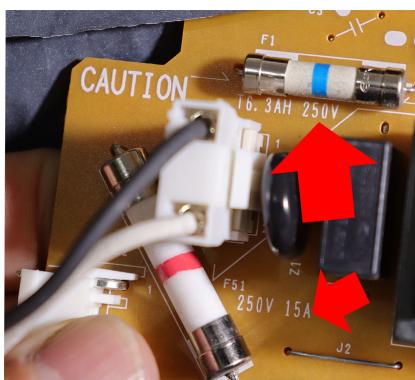
## Capítulo 02 - Fonte Primária

**01 – Entrada de alimentação:** é onde vai o cabo de energia. Ele pode ser soldado ou não na placa.



**Figura 02.16:** cabo de energia.

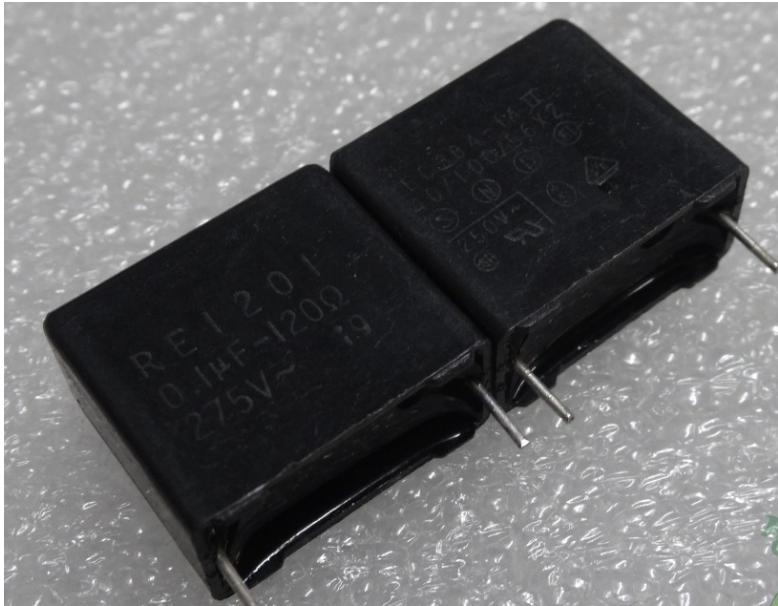
**02 – Fusível:** identificado pela letra F. Teste: a corrente está passando de um lado para o outro?



**Figura 02.17:** fusível.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

**03 - Capacitor supressor** para filtragem da corrente AC. Pode romper, pode entrar em curto.



**Figura 02.18:** Capacitor REI 201 0.1uF - 120ohm.

Um capacitor supressor, também conhecido como capacitor de supressão de interferência é um componente eletrônico projetado para minimizar interferências eletromagnéticas e

## Capítulo 02 - Fonte Primária

interferências de radiofrequência em circuitos elétricos e eletrônicos. Eles são usados principalmente em dispositivos eletroeletrônicos para atender aos padrões de compatibilidade eletromagnética e garantir que o dispositivo não cause interferência prejudicial em outros equipamentos ou seja suscetível a interferências externas.

Aqui estão algumas características e usos comuns dos capacitores supressores:

Supressão de Interferência: Os capacitores supressores são usados para reduzir a interferência eletromagnética gerada por dispositivos eletrônicos, como fontes de alimentação, motores elétricos, comutadores e outros dispositivos que geram ruído elétrico. Eles também ajudam a proteger os dispositivos contra interferências externas.

- **Construção:** Os capacitores supressores são geralmente construídos com dielétricos especiais, como óxido de zinco, para fornecer características de supressão adequadas. Eles também podem incluir revestimentos ou encapsulamentos para

## Capítulo 02 - Fonte Primária

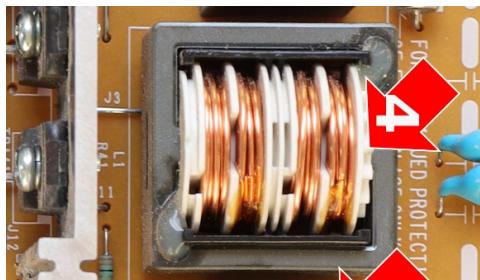
atender a requisitos de segurança e isolamento.

- **Filtragem:** Além de suprimir interferências, os capacitores supressores podem ser usados em circuitos de filtragem para atenuar sinais de alta frequência e garantir que apenas as frequências desejadas sejam transmitidas ou recebidas.
- **Segurança:** Esses capacitores desempenham um papel fundamental na proteção de dispositivos eletroeletrônicos e na prevenção de problemas de segurança, como incêndios ou choques elétricos, que podem ser causados por surtos de tensão transitórios.

É importante selecionar e usar capacitores supressores adequados para uma aplicação específica, levando em consideração as normas de segurança eletromagnética, as características do circuito e os requisitos de compatibilidade eletromagnética. A escolha correta desses capacitores ajuda a garantir o funcionamento confiável e a conformidade com regulamentações e padrões aplicáveis.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

**04 - Bobina para filtragem** da corrente AC.  
Podemos chamar de bobina corta transiente.



**Figura 02.19:** Bobina

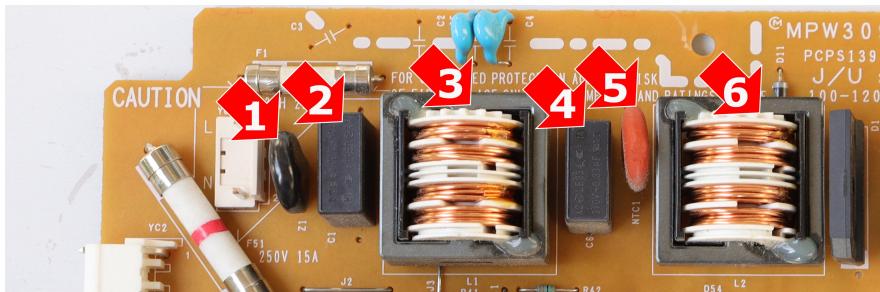
### Filtragem de Transientes

O estágio inicial de uma fonte de alimentação envolve a filtragem de transientes. Na figura a seguir, você pode observar esse estágio de filtragem de transientes em uma placa.

Transientes são variações temporárias e não contínuas em um sistema elétrico, como picos de tensão ou corrente que ocorrem por um curto período de tempo. Eles geralmente não fazem parte do estado estável do sistema e podem ser causados por eventos como ligar ou desligar um

## Capítulo 02 - Fonte Primária

dispositivo elétrico, surtos de energia, ruídos na rede elétrica, entre outros. Transientes podem ser indesejados em muitos circuitos eletrônicos, pois podem danificar componentes sensíveis. Portanto, a filtragem de transientes é uma etapa importante em fontes de alimentação e circuitos elétricos para garantir que apenas sinais estáveis e seguros sejam fornecidos aos dispositivos.



**Figura 02.20:** filtragem de transientes.

O componente central desta etapa é denominado varistor (ou MOV, Varistor de Óxido Metálico), identificado em imagem por 1. Sua função primordial é suprimir os picos de tensão, ou seja, os transientes, que podem ser encontrados na rede elétrica.

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.21:** Varistor ZNR V14471U.

E como você já sabe, logo à frente temos o capacitor supressor, bobina e capacitor supressor.

Logo à frente encontramos um termistor (5). Basicamente é um resistor que muda sua resistência de acordo com a temperatura.



**Figura 02.22:** termistor 5R1.

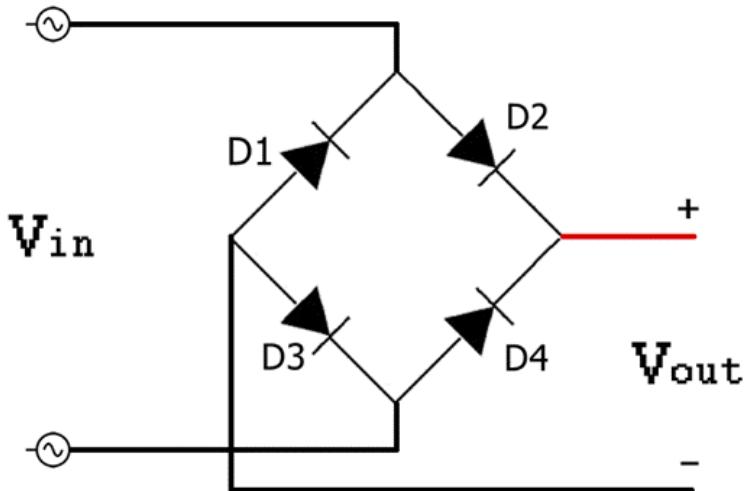
## Capítulo 02 - Fonte Primária

**05 – Ponte retificadora**, onde converte a energia alternada em contínua;

Uma ponte retificadora, também conhecida como retificador em ponte, é um dispositivo eletrônico usado para converter corrente alternada (CA) em corrente contínua (CC). Ela desempenha um papel crucial em muitos dispositivos e circuitos eletrônicos que requerem energia CC para operar, como fontes de alimentação de eletrônicos, carregadores de bateria e muito mais.

A ponte retificadora é composta por quatro diodos semicondutores conectados de forma específica para realizar essa conversão. Os diodos permitem que a corrente flua em apenas uma direção através do circuito, bloqueando a corrente reversa.

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.23:** esquema básico da ponte retificadora.

**O funcionamento básico da ponte retificadora é o seguinte:**

Quando a tensão de entrada é positiva em um dos terminais AC, o diodo correspondente conduz, permitindo que a corrente flua.

Quando a tensão de entrada se inverte (torna-se negativa), outro diodo na ponte retificadora

## Capítulo 02 - Fonte Primária

conduz, permitindo que a corrente flua na mesma direção.

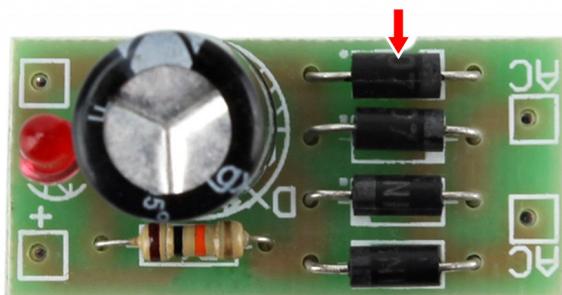
Isso se repete para os outros dois diodos da ponte, de modo que, independentemente da polaridade da tensão de entrada AC, sempre haverá um caminho para a corrente fluir na mesma direção na saída da ponte.

Assim, a ponte retificadora retifica a tensão alternada, produzindo uma tensão contínua na saída. Em muitos casos, essa tensão contínua ainda precisa passar por um estágio de filtragem para suavizar quaisquer flutuações indesejadas e produzir uma saída de CC estável. A combinação de pontes retificadoras e capacitores de filtragem é frequentemente usada em fontes de alimentação lineares para eletrônicos.

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.24:** ponte retificadora – aqui temos um CI.



**Figura 02.25:** ponte retificadora com Diodo 1N4007.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

Pode inutilizar a fonte a fonte? Sim. Pode romper, pode entrar em fuga ou curto circuito.

Algo comum de acontecer: quando qualquer um dos diodos entra em curto circuito, o fusível se rompe. Troca o fusível e ele se rompe!

**06 – Capacitor de filtro:** a energia vai ser filtrada nos componentes anteriores (capacitor supressor, bobina, ponte retificadora) e vai passar por esse capacitor para estabilizar a tensão contínua. A faixa branca do capacitor eletrolítico é o terminal negativo.

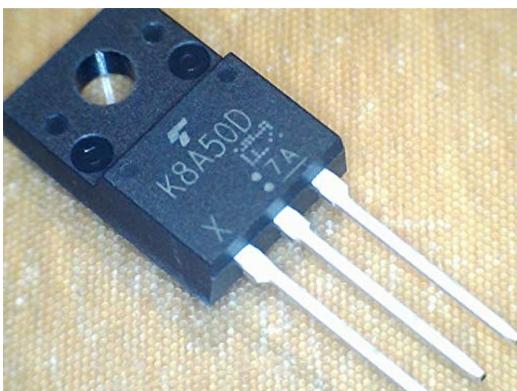


**Figura 02.26:** capacitor de filtro.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

## 07 - Transistores MOSFET

Logo após o capacitor de filtro encontramos mais um elemento importante: dois transistores MOSFET (nesse caso). Na placa do nosso exemplo eles são identificados por Q1 e Q2, e ambos são aparafusados em um dissipador de alumínio. São transistor K8A50D.



**Figura 02.27:** transistor K8A50D.

Os transistores MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) no primário da fonte desempenham um papel crucial no seu funcionamento. Esses MOSFETs são usados para controlar o fluxo de corrente elétrica na parte primária do circuito da fonte de

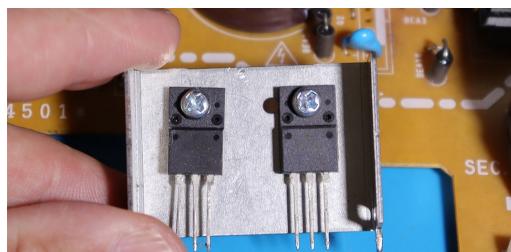
## Capítulo 02 - Fonte Primária

alimentação, especialmente na etapa de chaveamento.

Esses MOSFETs são usados como interruptores eletrônicos controlados para alternar rapidamente a corrente elétrica na bobina do transformador principal da fonte de alimentação.

O chaveamento rápido controlado pelos MOSFETs permite que a fonte de alimentação regule a tensão de saída.

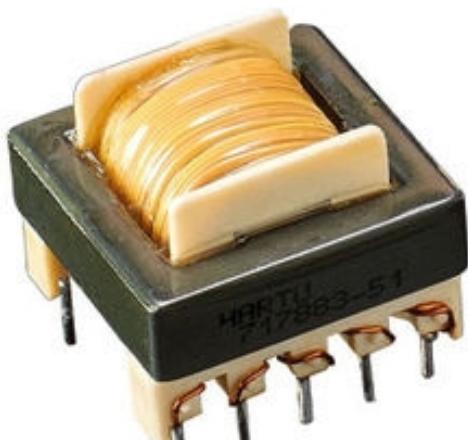
Através do ciclo de trabalho dos MOSFETs, a fonte de alimentação pode ajustar a quantidade de energia transferida para o transformador. Isso ajuda a manter uma tensão de saída estável, mesmo com flutuações na tensão de entrada ou variações na carga.



**Figura 02.28:** transistores K8A50D.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

**08 – Transformador (transformador chopper):** é desse transformador que originará tensões de baixa, tais como 24V, 12V e 5V. Nesse caso são três enrolamentos, um para cada tensão. Perceba que esse transformado interliga a fonte primária com a secundária.



**Figura 02.29:** transformador chopper.

A energia é gerada através da indução. Indução, no contexto da eletrônica e da física, refere-se à geração de corrente elétrica ou força eletromotriz (FEM) em um circuito devido a variações no campo magnético que o atravessa. Esse fenômeno é fundamental em muitos dispositivos

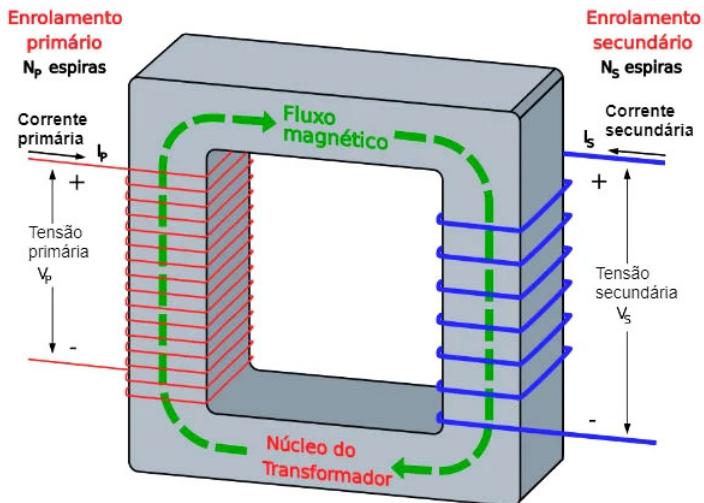
## Capítulo 02 - Fonte Primária

e princípios de funcionamento de circuitos elétricos e eletrônicos. Existem dois tipos principais de indução:

**08.1 - Indução Eletromagnética:** Lei de Faraday da Indução Eletromagnética: Essa lei estabelece que uma variação no fluxo magnético através de um circuito induz uma corrente elétrica nesse circuito. A magnitude da FEM induzida é diretamente proporcional à taxa de variação do fluxo magnético. Isso é fundamental em geradores elétricos, onde a rotação de uma bobina em um campo magnético cria uma corrente alternada.

**08.2 – Transformador:** Os transformadores são dispositivos que exploram a indução eletromagnética para aumentar ou diminuir a tensão alternada em um circuito. Eles consistem em dois enrolamentos (ou bobinas) próximos, geralmente chamados de primário e secundário, que estão separados por um núcleo de ferro. Quando uma corrente alternada é aplicada ao enrolamento primário, ela cria um campo magnético variável no núcleo, induzindo uma corrente no enrolamento secundário.

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.30:** esquema de um transformador simples.

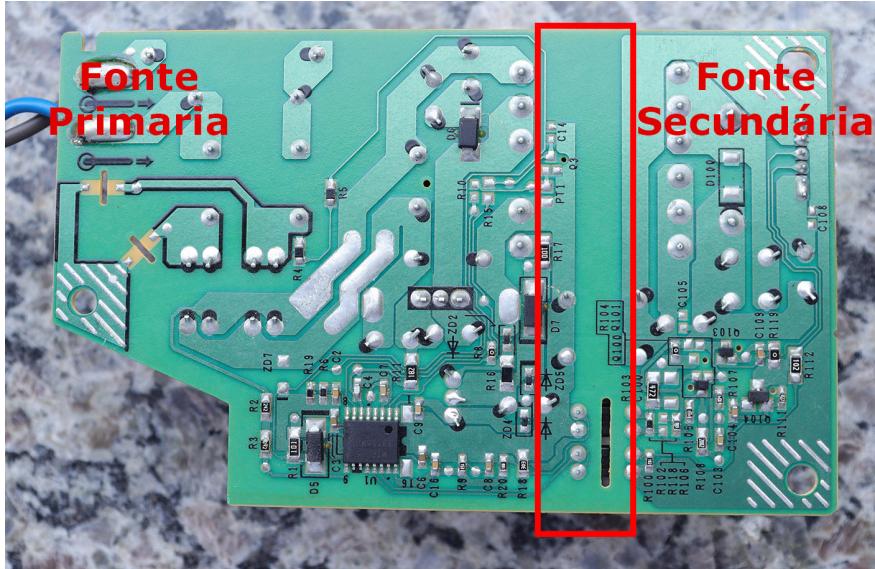
**08.3 - Autoindução:** A autoindução ocorre quando uma corrente elétrica em um circuito cria um campo magnético que, por sua vez, gera uma FEM no mesmo circuito. Esse efeito é especialmente importante em bobinas ou indutores. Quando a corrente em uma bobina muda, o campo magnético gerado pela própria bobina induz uma FEM que se opõe à mudança na corrente. Isso é descrito pela Lei de Lenz.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

**08.4 - A indução desempenha** um papel fundamental em uma variedade de dispositivos eletromagnéticos, como motores elétricos, geradores, transformadores, solenoides e bobinas de ignição, entre outros. Além disso, é uma base importante para a compreensão de conceitos em eletricidade e magnetismo.

**09 - Foto acoplador:** desempenha um papel importante na proteção e no controle da transferência de energia entre essas duas fontes. O foto acoplador é usado para controlar a ativação e desativação da fonte primária. Quando um circuito de controle ativa o foto acoplador, ele fecha um caminho para o circuito primário, permitindo que a energia flua da fonte primária para o transformador. Isso permite o fornecimento de energia para a fonte secundária. Se você observar, a energia não possui nenhum caminho “direto” da fonte secundária para a primária. Não existe um caminho físico direto.

## Capítulo 02 - Fonte Primária



**Figura 02.31:** a energia não possui nenhum caminho “direto” da fonte secundária para a primária.

## Capítulo 02 - Fonte Primária

### **CI Controlador - Controle PWM**

Já estamos na reta final deste capítulo, e para fechar com chave de ouro preciso explicar sobre esse CI para você. Durante seus estudos sobre fontes você vai ler e ver muito sobre controle PWM.

Em uma fonte de alimentação chaveada há o transformador chamado chopper chaveado por um ou mais transistor MOSFET que recebe um sinal de PWM que vai controlar o funcionamento da fonte.

O CI (circuito integrado) PWM (Pulse Width Modulation), em português Modulação por Largura de Pulso, é usado em fontes chaveadas para controlar a saída de energia da fonte.

A função principal do CI PWM em uma fonte chaveada é controlar a largura dos pulsos de energia entregues ao transformador ou ao circuito de comutação da fonte. Isso é feito variando a largura dos pulsos de energia em alta frequência, geralmente na faixa de kHz a MHz. Essa variação na largura dos pulsos permite controlar a tensão de saída e a corrente da fonte,

## Capítulo 02 - Fonte Primária

o que é fundamental para regular a tensão de saída e manter a eficiência da fonte chaveada.

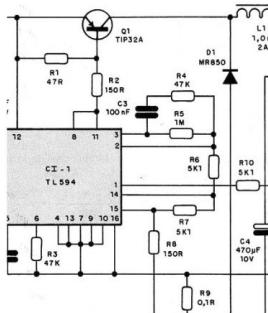
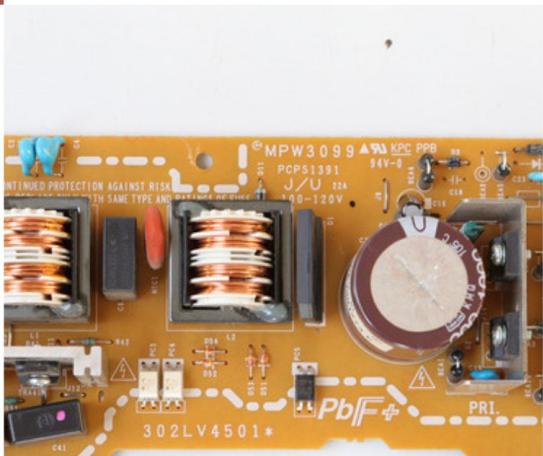
O PWM (Modulação por Largura de Pulso) e o transformador chopper estão frequentemente relacionados em sistemas de eletrônica de potência, especialmente em fontes de alimentação chaveadas e conversores DC-DC. Vou explicar a relação entre eles.

A relação entre o PWM e o transformador chopper ocorre da seguinte maneira:

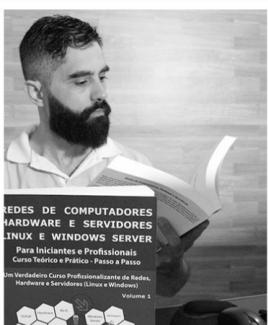
O PWM é usado para controlar a largura dos pulsos de energia entregues ao primário do transformador chopper em uma fonte de alimentação chaveada. A variação da largura dos pulsos controla a quantidade de energia transferida para o transformador.

O transformador chopper, operando em alta frequência, permite que a energia seja transferida eficientemente para o secundário, onde pode ser ajustada e retificada para fornecer a saída desejada, que pode ser uma tensão ou corrente controlada.

# CAPÍTULO 03



Fonte Secundária



## Capítulo 03 - Fonte Secundária

### Funcionamento da fonte Secundária

No capítulo 02 tivemos um importante estudo da **fonte primária**, que é onde encontramos a **tensão de alta**. Em muitos materiais essa área da placa (fonte primária) é tratada como “**área quente**”, do inglês “**hot**”, ou ainda “**placa fonte alta**”.

Vamos estudar agora a **fonte secundária**, que é onde encontraremos as **tensões de baixa**. Em muitos materiais essa área da placa (fonte secundária) é tratada como “**área fria**”, do inglês “**cold**”, ou ainda “**placa fonte baixa**”.

Aprenda todos esses termos, pois, muitos materiais na web, materiais em texto, em vídeos e etc, usam esses termos.

A fonte secundária, em um sistema de alimentação elétrica, é a parte da fonte de energia que fornece a energia elétrica final e regulada aos componentes eletrônicos ou cargas do dispositivo.

Ela **recebe a energia já processada e convertida pela fonte primária**, adaptando-a

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

ainda mais para atender aos requisitos específicos dos componentes do dispositivo ou sistema.

E aqui citei um ponto chave, e é a partir deste ponto que vamos seguir nossas análises e estudos.

Acabei de citar que a **fonte secundária** recebe a energia de quem? Da **fonte primária**?

Vamos relembrar um pouco o que ensinei no capítulo 02? Lá ensinei que *a energia não possui nenhum caminho "direto" da fonte secundária para a primária*.

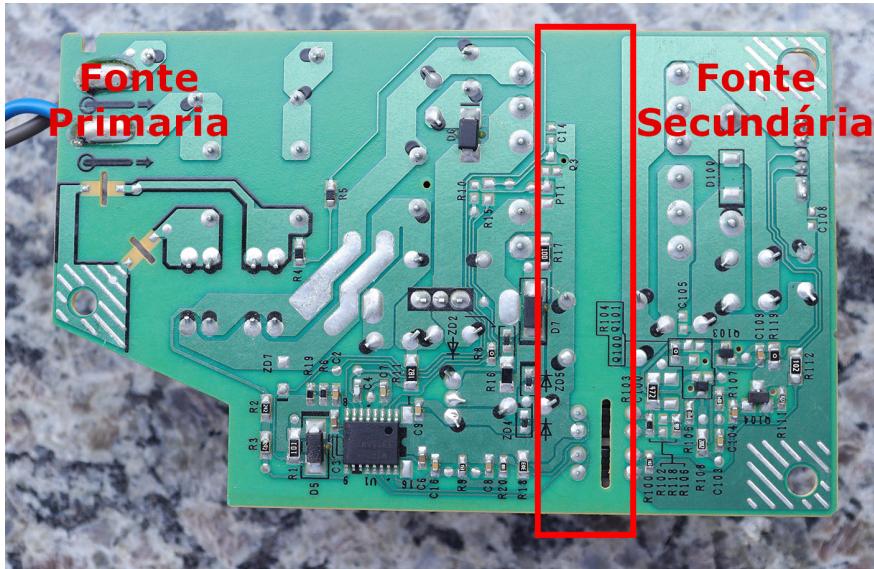
E se você estiver estudando tudo passo a passo, vai conseguir fazer essa análise agora. Basta pegar uma placa fonte e observar.

Observe a face principal, que é onde está todos os componentes eletrônicos. Veja a separação das duas fontes: primária e secundária.

Vire a placa. Observe a face inferior, veja as trilhas impressas da placa. É possível notar as

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

duas fontes e como que elas não são diretamente “conectadas”.



**Figura 03.1:** veja a divisão das duas fontes.

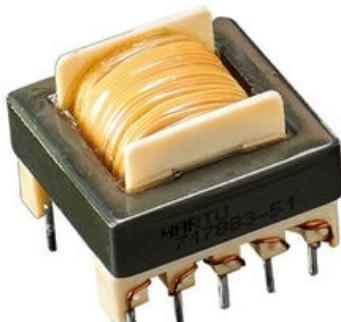
Por que é importante essa observação? Porque isso nos ajuda a entender a fonte de forma completa e vai nos ajudar em futuros diagnósticos.

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

O que conecta essas duas fontes? O que permite que a energia da fonte primária chegue até a fonte secundária?

São dois componentes eletrônicos responsáveis nessa “ponte” entre uma fonte e outra:

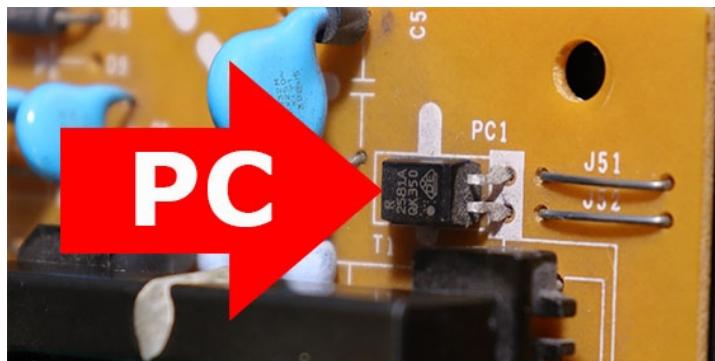
- **Transformador chopper**: é desse transformador que originará tensões de baixa, tais como 24V, 12V e 5V. Nesse caso são três enrolamentos, um para cada tensão. Perceba que esse transformador interliga a fonte primária com a secundária.



**Figura 03.2:** transformador chopper.

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

- **Foto acoplador:** desempenha um papel importante na proteção e no controle da transferência de energia entre essas duas fontes. O foto acoplador é usado para controlar a ativação e desativação da fonte primária. Quando um circuito de controle ativa o foto acoplador, ele fecha um caminho para o circuito primário, permitindo que a energia flua da fonte primária para o transformador. Isso permite o fornecimento de energia para a fonte secundária.



**Figura 03.3:** PC – O componente é um Foto acoplador.

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

Vamos relembrar novamente? Já ensinei também que, pode acontecer de um **Foto acoplador** ser identificado na placa pela letra **U** ou **IC**.

*Outra forma de identificação do foto acoplador em algumas placas é através das letras **PH**, o que é mais fácil de deduzir como Foto (**Photo** – **PH**).*

*O foto acoplador é um circuito integrado. Por isso pode acontecer de em um determinado projeto ele ser identificado pela letra U ou IC (Circuito Integrado). É só questão de atenção na análise.*

*Olha outra situação: pode acontecer de ter a indicação **PC** na placa. Você sabe que ali é um foto acoplador, você não tem dúvida em relação ao componente. Mas veja bem: Foto Acoplador em inglês é Photo Coupler.*

*Portanto, a conclusão é simples: o projetista à vezes pode usar letras diferentes para identificar um mesmo componente. Tudo depende da placa e do projeto. Só aqui já citei quatro formas que*

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

*um **foto acoplador** pode ser identificado na placa: U, IC, PC ou PH.*

Pronto, fiz um pequeno resumo (de alguns tópicos) do que ensinei no capítulo 02. Qualquer dúvida, volte ao capítulo 02 e estude novamente.

### **Continuando...**

**Aqui estão alguns aspectos-chave da fonte secundária:**

- **Recebimento da Energia Processada:** A fonte secundária recebe a energia já retificada, filtrada e, possivelmente, regulada pela fonte primária. Essa energia já foi convertida da tensão de entrada da rede elétrica de CA (corrente alternada) para uma tensão contínua (CC) mais adequada para uso pelos componentes eletrônicos.
- **Regulação e Ajuste Fino:** A fonte secundária pode incluir circuitos adicionais de regulação para garantir que a tensão de saída seja mantida dentro de limites estritos, mesmo sob variações na carga ou

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

na tensão de entrada. Isso é crítico para fornecer uma energia estável e precisa aos componentes eletrônicos.

- **Conversão de Tensão:** Em alguns casos, a fonte secundária também realiza uma conversão adicional de tensão, ajustando-a para níveis específicos necessários para alimentar diferentes partes do dispositivo. Isso pode envolver transformadores adicionais ou conversores CC-CC.
- **Distribuição de Energia:** A partir da fonte secundária, a energia é distribuída para as várias partes do dispositivo, como circuitos digitais, analógicos, motores, displays, etc. A fonte secundária pode ter várias saídas para atender a essas diferentes necessidades de tensão e corrente.
- **Proteção e Segurança:** A fonte secundária também pode incluir circuitos de proteção adicionais para garantir a segurança dos componentes eletrônicos. Isso pode incluir proteção contra sobrecarga, curto-circuito e outros eventos adversos que possam ocorrer na carga.

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

- **Eficiência Energética:** A eficiência energética é uma consideração importante na concepção da fonte secundária, uma vez que a conversão de energia elétrica pode resultar em perdas. Projetar uma fonte secundária eficiente ajuda a reduzir o desperdício de energia e o aquecimento indesejado.
- **Isolação Elétrica:** Em alguns casos, especialmente em aplicações sensíveis, a fonte secundária pode incluir dispositivos de isolamento elétrico, como transformadores de isolamento, para garantir que não haja conexão elétrica direta entre a fonte secundária e a fonte primária, aumentando a segurança.

A fonte secundária é essencial para fornecer uma energia elétrica controlada e regulada aos componentes eletrônicos de um dispositivo ou sistema. Ela desempenha um papel crucial na garantia de um fornecimento de energia confiável e adequado às operações e funções específicas do dispositivo. Por meio da fonte secundária, a energia é adaptada para atender às necessidades de cada componente, garantindo

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

o funcionamento adequado de todos os aspectos do dispositivo.

### **Retificação das tensões**

Esse é um aspecto importante que você precisa aprender. Estamos estudando agora a fonte secundária. E já expliquei em detalhes sobre o transformador e o fotoacoplador.

O fato é que as saídas do transformador principal é retificada e fornecida lá no conector de alimentação da placa lógica. E essa placa lógica vai alimentar todo o sistema que tiver conectado nela.

Mas existe um processo aqui. Há vários componentes eletrônicos envolvidos, tais como capacitores eletrolítico e bobinas (geralmente para filtragem). Mas os que atuam diretamente na retificação das tensões negativas e positivas são os diodos.

De forma geral, e não estou dizendo que isso é regra, pode ser usado diodos convencionais para a retificação das tensões negativas (-5V e -12V

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

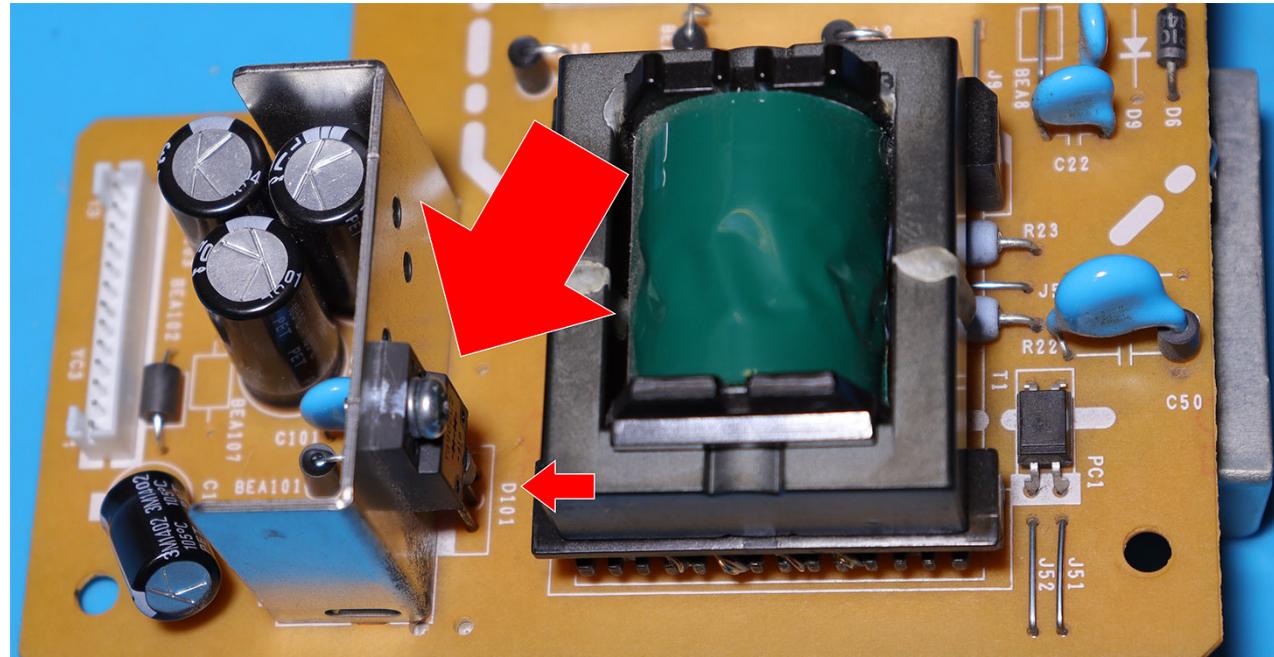
por exemplo) e diodos Schottky de potência para retificação das tensões positivas (+3,3 V, +5V e +12 V).

Os diodos Schottky de potência são facilmente identificados, e muito usados, pois eles são parecidos com transistores de potência.

Mas na placa eles são identificados, pela serigrafia, com o "D" de diodo.

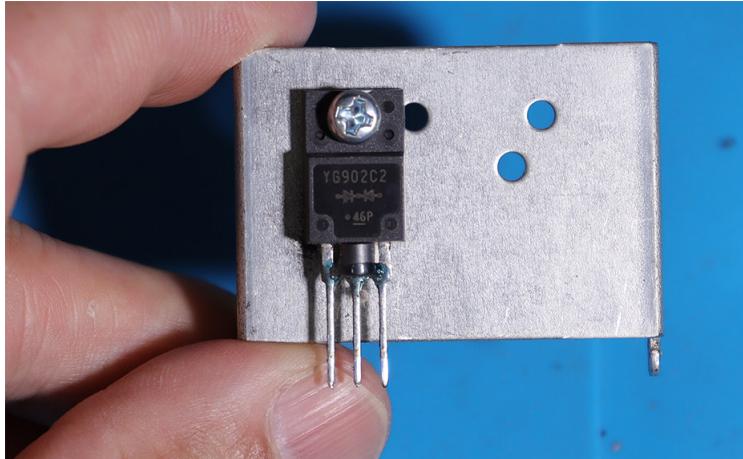
Mas estou explicando de forma bem geral. Tudo depende do projeto da placa. Tem placa que vai ter a presença do diodo Schottky, e tem placa que não. Tem placa que vai ter somente o diodo comum sendo usado e tem placa que vai ter os dois em uso.

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

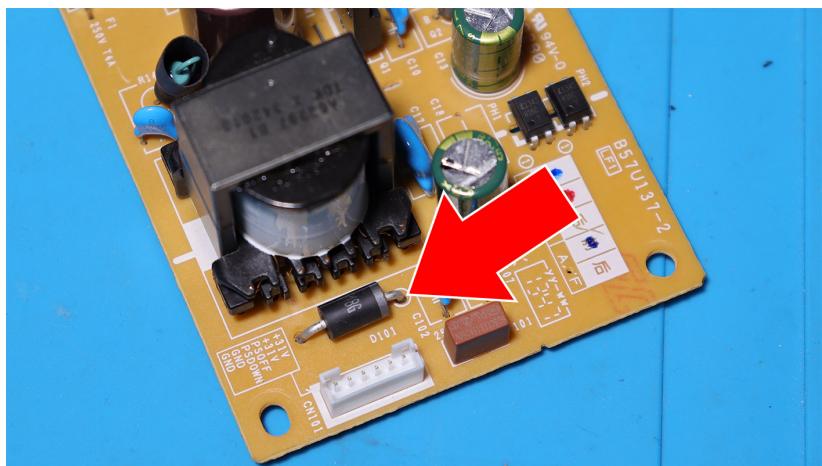


**Figura 03.4:** diodo Schottky.

## Capítulo 03 - Fonte Secundária



**Figura 03.5:** diodo Schottky.



**Figura 03.6:** diodo Schottky de dois terminais.

## Capítulo 03 - Fonte Secundária

Vou abordar esse assunto novamente, onde vou ensinar a testar diodos comuns e Schottky, inclusive vou ensinar a diferenciar o comum para o Schottky de dois terminais.

Para maiores informações, consulte capítulo mais adiante (consulte o sumário).

## **Círcuito Integrado Regulador de Tensão**

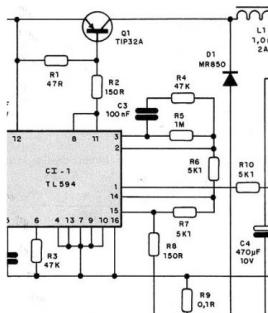
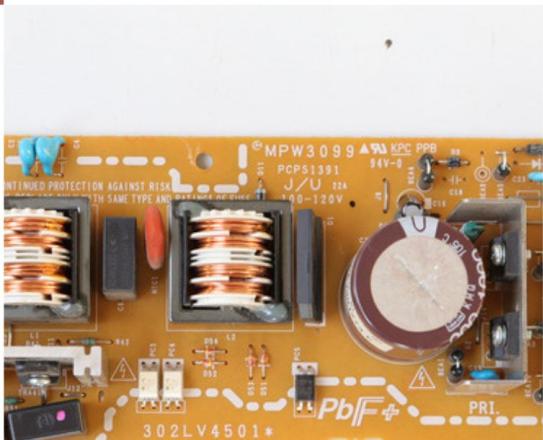
Importante citar esse componente, principalmente porque ele se assemelha a um transistor, mas é um circuito integrado regulador de tensão. Ele vai ser identificado na placa por U, CI ou IC.

## Capítulo 03 - Fonte Secundária



**Figura 03.7:** circuito integrado regulador de tensão.

# CAPÍTULO 04



Segurança e Cuidados



## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados

### Introdução

Trabalhar com placas eletrônicas exige mais do que apenas conhecimento técnico. Exige também um compromisso rigoroso com a segurança.

A natureza delicada dos componentes e circuitos eletrônicos, bem como os riscos potenciais envolvidos, tornam essencial a adoção de medidas de precaução para proteger tanto o profissional quanto os equipamentos.

Neste capítulo, exploraremos algumas das principais medidas de segurança ao trabalhar com placas eletrônicas.

### Energia Estática

A energia estática pode ser uma ameaça silenciosa ao manusear placas eletrônicas. Descargas estáticas podem danificar componentes sensíveis, causando falhas irreparáveis no componente.

Para evitar isso, uma dica fundamental é usar pulseiras antiestáticas e manta magnética antiestática.

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados

Mantenha-se aterrado durante todo o processo de trabalho e evite tocar nos componentes diretamente.



**Figura 04.1:** pulseira antiestáticas padrão (com fio).

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados



**Figura 04.2:** pulseira antiestáticas sem fio.



**Figura 04.3:** manta magnética antiestática.

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados

Outra forma de proteção, bem mais usada atualmente, é usar luvas apropriadas para trabalhar com eletrônica.



**Figura 04.4:** luva antiestática. Essa da foto é apenas um dos modelos disponíveis. Há outras, em cores diferentes.

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados

Se você possui uma oficina movimentada, que faz manutenção e reparo de muitas placas e equipamentos, principalmente equipamentos caros, vou deixar uma dica pessoal.

Já é conhecimento de todos os técnicos que colocar uma manta de borracha sobre toda a bancada ajuda bastante.

Mas você sabia que existe uma manta de borracha construída especificamente para descarregar a energia estática do corpo da pessoa assim que ela tocá-la?

Ela se chama Tapete Antiestatico Condutivo ou somente Tapete Condutivo.

Essa manta/tapete é feito para ser colocado no chão, na área que um operador de uma máquina vai pisar. Tem como finalidade drenar cargas eletrostáticas de operadores assim que esses se aproximam das áreas de trabalho protegidas, ao pisar no tapete. Pisou no tapete, o efeito esperado é que a energia estática seja toda drenada.

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados



**Figura 04.5:** Tapete Antiestatico Condutivo.

## Equipamentos e medidas de Segurança

A utilização de equipamentos de segurança adequados é imprescindível. Já mencionei pulseira, luva e tapete antiestáticos.

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados

Mas existem mais equipamentos e medidas, tais como uso de iluminação adequada, uso de ferramentas adequadas (evite improvisos), cuidados com os riscos ergonômicos (como a postura inadequada e esforços repetitivos) e controle de gases e fumaça no ambiente.

Cuidado com a inalação de substâncias nocivas à saúde.

Ao soldar, aquela “fumacinha” que é liberada, mesmo que em quantidade mínima, não deve ser bom para a saúde.

O ideal é usar um exaustor para fumaça de solda eletrônica. Existem variadas opções, mas tem um exaustor portátil que pode ser colocado sobre a bancada bem comum atualmente. Veja ela na imagem a seguir.

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados



**Figura 04.6:** exaustor para fumaça de solda eletrônica.

Esses itens de proteção não apenas salvaguardam o operador, mas também evitam danos aos componentes da placa.

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados

### **Desligar Totalmente a Placa de Fontes de Energia**

Em diversas situações, para o trabalho ser feito a placa deve estar totalmente desligada de fontes de energia. Por exemplo: soldar ou dessoldar componentes, testes com o multímetro que exigem a placa desligada, limpeza da placa, etc.

Antes de iniciar quaisquer intervenções tais como essas citadas, certifique-se de que a placa esteja completamente desligada de fontes de energia. Isso inclui desconectar a placa da tomada e remover as baterias, se houver.

Isso inclui também descarregar capacitores, principalmente capacitores de alta tensão. Muito cuidado com isso.

Vou abordar esses assuntos novamente, sobre riscos de capacitores de alta tensão, riscos de choque elétrico, e etc, em momento mais oportuno.

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados

### **Desenergizar a Placa (Descarregar os Capacitores)**

Os capacitores armazenam energia elétrica mesmo após a desativação da placa. Descarregar os capacitores antes de qualquer manipulação é fundamental para evitar choques elétricos (mesmo que pequenos), proteger o equipamento e evitar interferência nas aferições.

Execute algum processo que visa descarregar os capacitores da placa. Tem capacitores, como alguns presentes em placas fontes, que podem armazenar dezenas e centenas de volts.

Há algumas formas para descarregar. Por exemplo: desconectar a alimentação elétrica, retirar baterias e segurar o botão power (o botão de ligar o dispositivo, caso a placa tenha) por alguns segundos.

E use o multímetro para verificar se a descarga foi feita.

Outra forma de descarregar os capacitores na placa é montar um pequeno dispositivo para

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados

descarregar capacitores. Ensino a montar esse dispositivo um pouco adiante, neste capítulo.

### **Ambiente Adequado**

Trabalhar em um ambiente adequado é essencial. Evite locais com umidade excessiva ou alta concentração de poeira, gases ou fumaça, pois ambos podem causar danos à saúde do técnico.

Certifique-se de ter boa iluminação e ventilação, bem como uma bancada organizada para reduzir riscos de quedas de componentes, componentes que “somem” na desordem, perda de tempo, etc.

### **Ferramentas Apropriadas**

Evite improvisos. Use as chaves certas para cada tipo de parafuso, evite alicates sem a borracha protetora dos cabos, e por aí vai.

### **Manuseio Adequado**

Manusear as placas eletrônicas com cuidado é fundamental. Pegue as placas pelas bordas e

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados

manuseie com mãos limpas e secas para evitar a transferência de óleo e sujeira e o risco de choque elétrico. E o ideal é usar uma luva antiestática que já ajuda bastante. Mesmo assim tem que saber manipular as placas, saber trabalhar com segurança.

### **Dispositivo para descarregar capacidores**

Para finalizar este capítulo, ensino a montar um pequeno “dispositivo” para descarregar capacitores.

#### **O que vamos precisar:**

- 1 resistor 1k5 20w 5% axial;
- 2 pontas de prova tipo para multímetro;
- Alicate de corte;
- Estanho e pasta de solda;
- Ferro de solda.

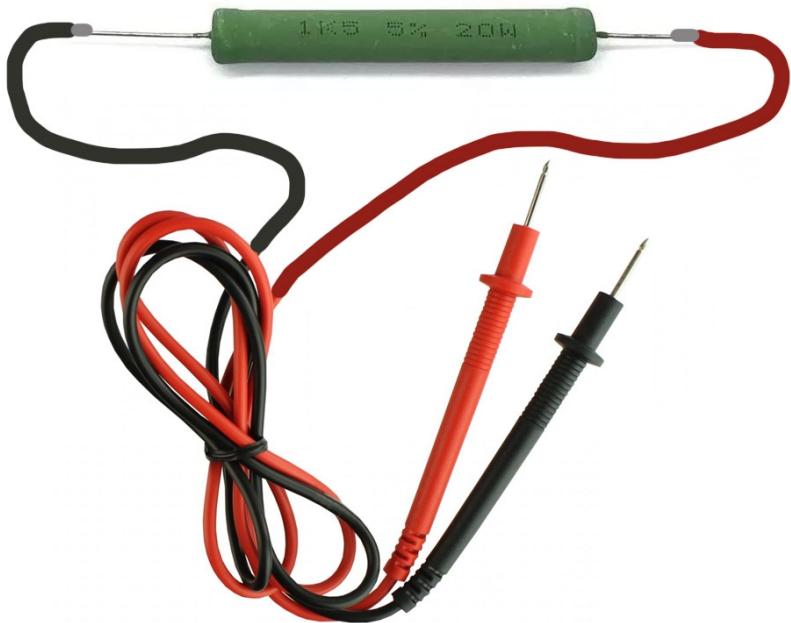
#### **Para montar, faça o seguinte:**

1 - Pegue as duas pontas de provas e corte os conectores que são conectados no multímetro.

## Capítulo 04 – Segurança e Cuidados

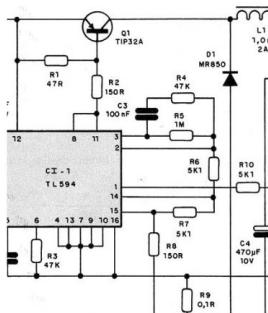
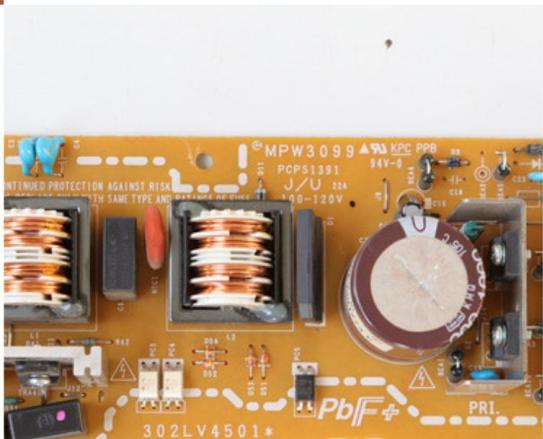
Não precisamos deles. Agora desencapse um pouco da ponta de cada fio, o suficiente para soldar no resistor.

2 - E solde como é mostrado na imagem a seguir.

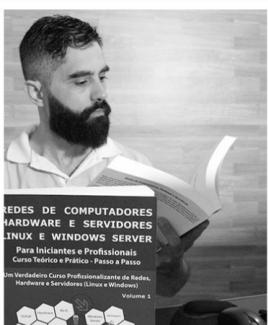


**Figura 04.7:** “dispositivo” para descarregar capacitores.

# CAPÍTULO 05



Como Medir Tensões



## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

### **Conhecimentos Indispensáveis**

Seja muito bem vindo a mais esse capítulo. A partir deste ponto vou fazer um trabalho diferenciado. Até aqui estudamos bastante teoria, muito embora tenha muita prática envolvida.

#### **Como assim prática? Como é possível haver conteúdo prático em um livro?**

Quando se fala “prática” em materiais escritos, o autor está se referindo a tudo que você pode ler e verificar através de figuras e fotos e testar imediatamente na prática, seguindo o que foi proposto. Tudo que pode testar, implementar, comparar, etc. Tranquilo?

**E qual vai ser o meu objetivo a partir de agora? A partir de agora meu objetivo vai ser criar tópicos rápidos, direto ao ponto e que tenha essa “pegada” prática!**

A parte teórica já foi. Se você estudou, já aprendeu. Agora vamos focar nessa “pegada” prática. Inclusive, cada capítulo poderá ser de leitura mais rápida. Não vou me preocupar em

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

escrever capítulos longos. Muito pelo contrário, a partir de agora vou me focar em criar capítulos o mais direto ao ponto o possível.

Você vai precisar de outros conhecimentos envolvidos. Como por exemplo: **técnicas de solda e dessolda, conhecimentos gerais de eletrônica, de componentes, simbologia, esquemas elétricos e datasheet, etc.** Tudo isso é ensinado em outros livros dessa série. Procure informações, adquira os outros livros. Você só tem a ganhar em conhecimento.

### **Atenção! Isso pode queimar a placa e o seu multímetro!**

Tudo que eu ensino tenho sempre o maior cuidado o possível, cuidado para evitar acidentes contigo e seus equipamentos.

Todos os procedimentos são cercados de avisos e alertas.

Se durante uma aferição com o multímetro você, por exemplo, fechar um curto circuito acidental na placa, pode queimar componentes na placa e o próprio multímetro.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

Outro cuidado é com acidentes relacionados a choques elétricos. Trabalhe com atenção, calma e concentrado. Use todos os equipamentos de segurança que indico e estude com atenção.

Uma boa idéia que indico é praticar em placas sucatas. Essas placas podem estar funcionando perfeitamente (mas são placas que não tem nenhuma utilidade para você) ou podem possuir algum defeito. Não tem problema.

Outra indicação que já vou deixar é, ao iniciar os estudos, opte em usar equipamentos mais baratos e acessíveis. Por exemplo: compre um multímetro "baratinho". Dá para iniciar os estudos e caso você queime-o, o prejuízo é pequeno.

### **Meça as tensões da placa**

Essa é uma excelente forma de fazer um teste rápido na placa. Defeitos podem ser detectados nessa medição? Sim!!! Sem dúvida alguma.

Por exemplo: se no conector que alimenta a placa lógica, um pino deve apresentar a tensão de 31V, e isso é informado na própria placa ou

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

no esquema elétrico. Essa tensão tem que estar presente. Mas, ao testar, não se encontra essa tensão. Pode ser defeito na fonte? Sem dúvida alguma. Você vai ter que investigar, aferir os componentes e descobrir o problema.

### **Onde medir tensão alternada e Tensão contínua?**

Na placa há a presença de tensão alternada e tensão contínua.

Na fonte secundária você vai lidar com tensão contínua.

E na fonte primária você vai lidar com tensão alternada e contínua.

Já expliquei o processo geral de funcionamento da fonte primária, começando pelo conector de alimentação principal, e da fonte secundária.

Apesar de ser uma explicação geral, foi um aprendizado extremamente importante. Consulte o capítulo 02.

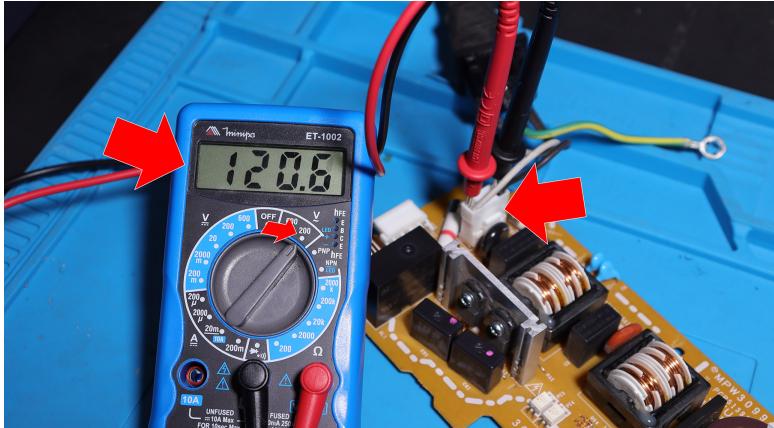
## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

No geral, onde começa a tensão alternada e onde ela é convertida para contínua? Em um contexto geral, você vai ter que observar (com muito cuidado):

**1 – Conector de alimentação Principal: a energia entra pelo conector de alimentação principal.** Na placa, pode ser um conector ou um cabo soldado. É de onde vem a energia da tomada, portanto, ali você encontrará a mesma **tensão alternada** da tomada. Ligue/conecte esse cabo na tomada (e na placa, caso ele não seja soldado).

**Muito cuidado a partir  
deste ponto.**

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões



**Figura 05.1:** tensão que chega no conector de alimentação principal. No nosso exemplo, a rede é 120V. No multímetro selecionamos a escala 200 AC (corrente alternada). Se por acaso a fonte fosse 220V (e a tomada também fosse 220V) a escala no multímetro deveria ser 600 AC.

### **Atenção:**

Cuide da segurança. Energia elétrica não é para “brincar”. Trabalhe com cuidado.

Não coloque a placa diretamente sobre superfície metálica. Use uma manta de borracha e/ou manta antiestática

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões



**Figura 05.2:** manta antiestática.

Manusear as placas eletrônicas com cuidado é fundamental. Pegue as placas pelas bordas e manuseie com mãos limpas e secas. Durante o trabalho você vai ter que pegar a placa, virar ela para ter acesso aos pontos de solda, etc.

O ideal é usar uma luva para trabalhar com eletrônica. São luvas que protegem mais contra a energia estática. Não são apropriadas para proteger contra alta tensão. Mas, para tensões baixas já vai ajudar um pouco. Óbvio, sempre

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

tendo o cuidado ao pegar na placa, manusear corretamente. E jamais trabalhe descalço.

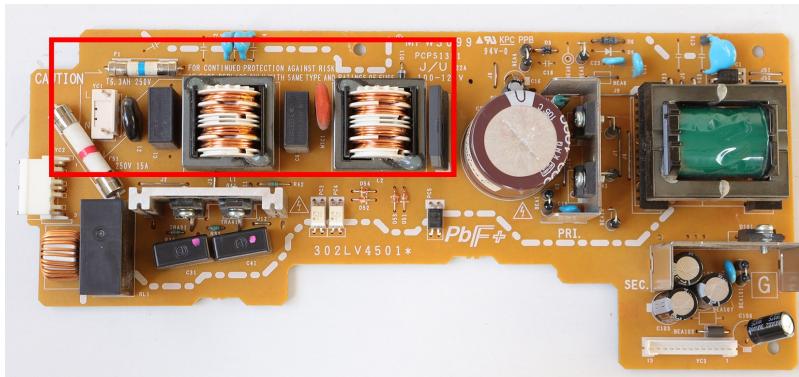


**Figura 05.3:** luva antiestática. Essa da foto é apenas um dos modelos disponíveis. Há outras, em cores diferentes.

**02 - Após o conector de alimentação principal:** haverá mais componentes cuja tensão é alternada. Quais componentes são esses? Depende da fonte. Você é que terá que observar. Poderemos encontrar por exemplo: fusível, varistor, termistor, indutor, capacitor supressor, bobina corta transiente (Bobina para filtragem da corrente AC), capacitores eletrolítico, capacitor de poliéster e “assim vai”, até finalmente

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

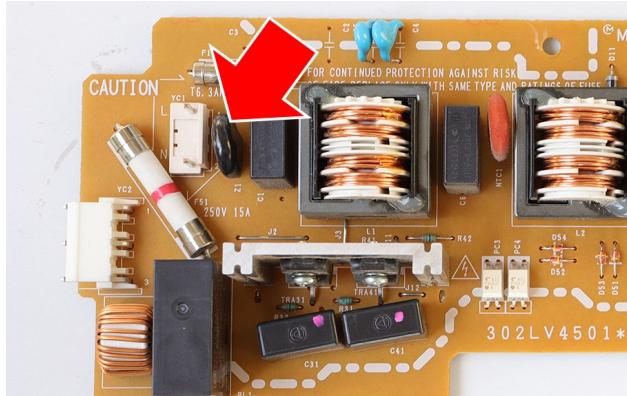
chegarmos na ponte retificadora que é onde converte a energia alternada em contínua.



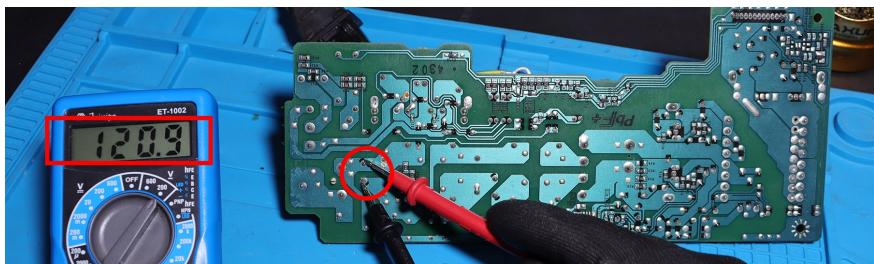
**Figura 05.4:** observe esse setor (sinalizado). Aqui, neste exemplo, medimos tensão alternada (e na parte retificadora tem tensão contínua, um pouco mais à frente explico em detalhes).

**03 – Varistor:** no nosso exemplo, logo após o conector de alimentação temos o varistor. Para medir a sua tensão alternada, é necessário localizar seus pinos na parte de trás da placa.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões



**Figura 05.5:** varistor.

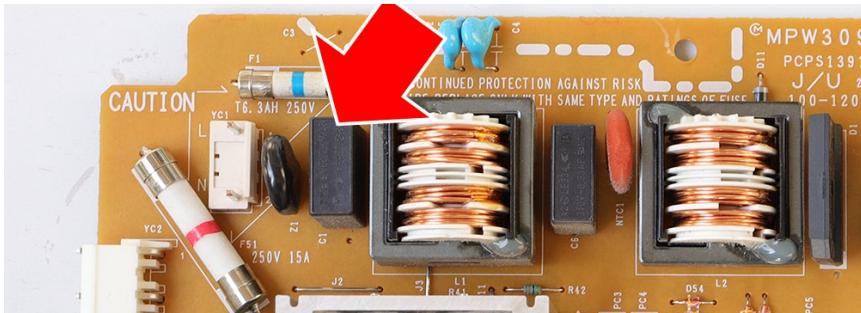


**Figura 05.6:** tensão alternada - Varistor.

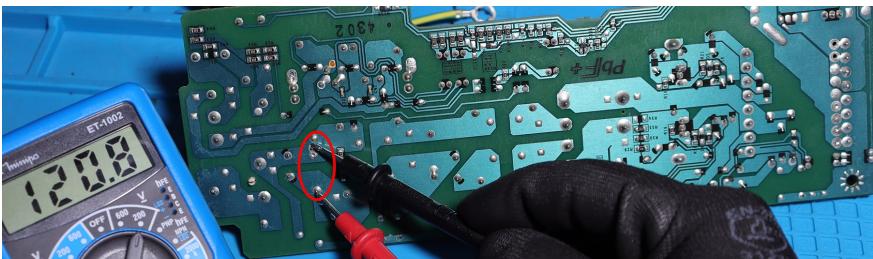
**04 - Capacitor supressor:** logo após o varistor, encontramos na nossa placa de exemplo um Capacitor supressor para filtragem da corrente AC. A tensão alternada vai passar por ele. Você

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

consegue verificar/detectar essa tensão passando por ele.



**Figura 05.7:** Capacitor supressor.

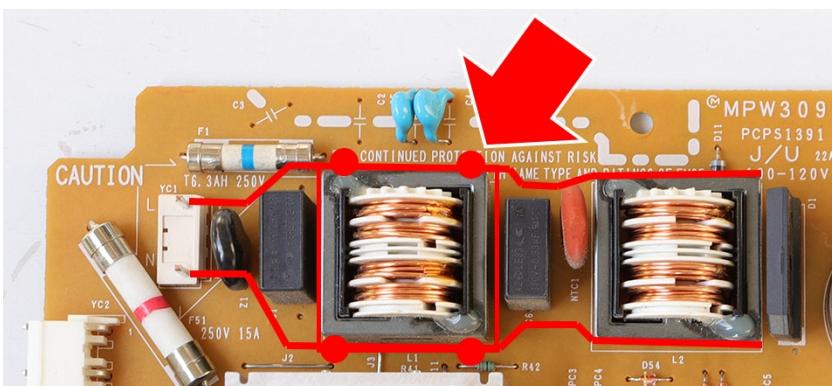


**Figura 05.8:** tensão alternada - capacitor supressor.

**05 – Linha de medição:** e assim você consegue seguir essa linha de medição. Basta fazer as medições sempre na mesma linha, de cada pino do conector de alimentação principal. Observe

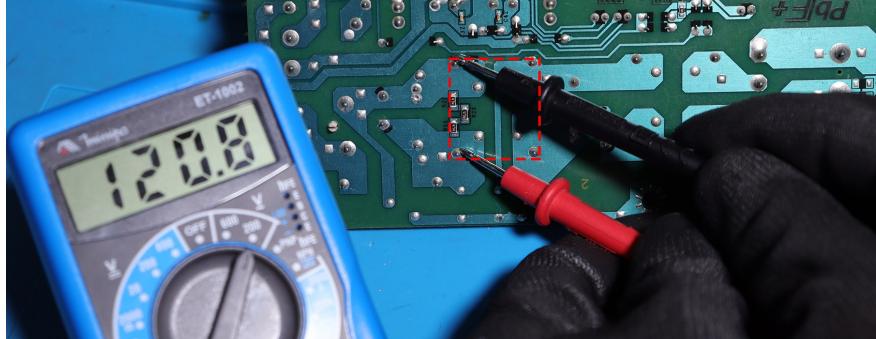
## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

principalmente os componentes soldados/associados **em paralelo**. Mas atenção: pode ter componentes em série. Por exemplo, essa bobina da imagem possui quatro pinos, mas, na verdade são dois fios. Cada fio está em série e um dos terminais. Tem um fio em série no pino de cima e um fio em série no pino de baixo.

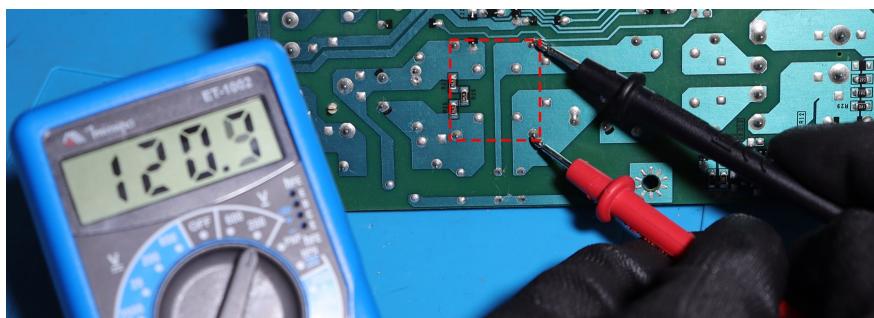


**Figura 05.9:** observe esse exemplo como seria feita as aferições. Uma ponta de prova do multímetro vai no pino da linha de cima, a outra no pino da linha de baixo. A seta indica a bobinas para filtragem da corrente AC.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões



**Figura 05.10:** bobina para filtragem da corrente AC. Pinos superior e inferior da esquerda. Tensão alternada.



**Figura 05.11:** bobina para filtragem da corrente AC. Pinos superior e inferior da direita. Tensão alternada.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

**06 - Esse é o processo:** você consegue verificar essas tensões em todos os componentes até chegar na ponte retificadora. Seguindo todas as orientações e tendo os cuidados de segurança, é bem tranquilo e relativamente fácil de analisar e aprender. Agora vamos para a ponte retificadora.

**07 - Ponte retificadora.** Finalmente chegamos na ponte retificadora. E qual a função dela? Converter a tensão alternada em tensão contínua. Ela possui quatro terminais. Os dois terminais do meio é AC, ou seja, é onde poderemos medir tensão alternada. Os dois das laterais é onde mediremos a tensão contínua.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

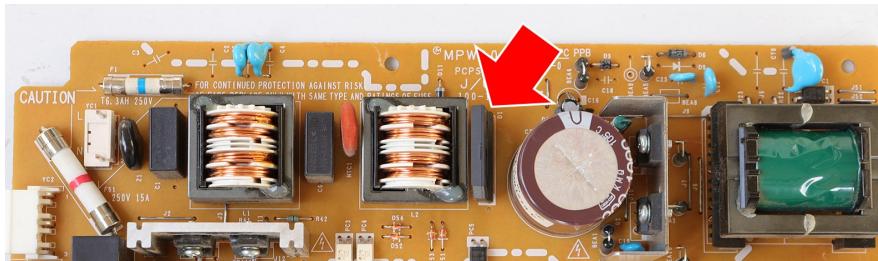


**Figura 05.12:** observe, os dois terminais do meio são identificados por AC (ou pelo símbolo “~”), ou seja, nesses dois terminais você consegue aferir a tensão alternada. Os dois das laterais são identificados por “+” e “-” e são as duas saídas de tensões contínua.

**08 - Como aferir a tensão alternada na ponte retificadora:** no multímetro selecionamos a escala 200 AC (corrente alternada). Se por acaso a fonte fosse 220V (e a tomada também fosse 220V) a escala no multímetro deveria ser 600 AC.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

**09 - Vamos virar a placa** para acessar os pontos de solda. Obviamente você tem que localizar a ponte retificadora e localizar os pontos de solda na face de trás da placa.



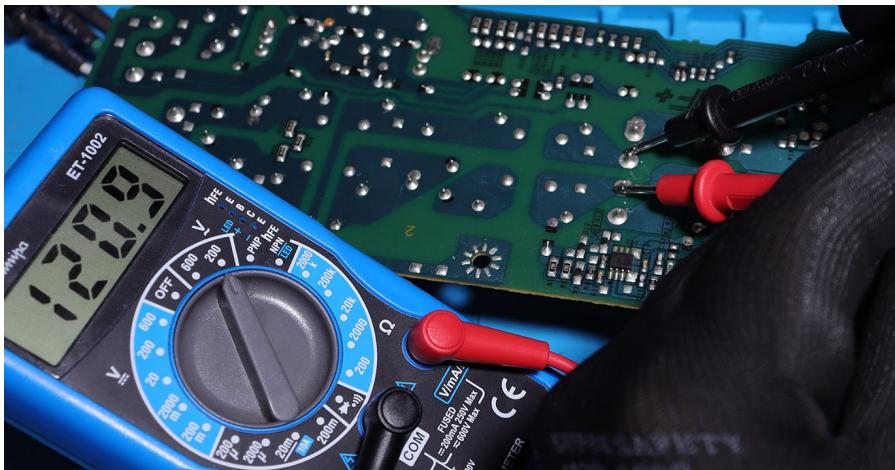
**Figura 05.13:** ponte retificadora.



**Figura 05.14:** veja os pinos da ponte retificadora no “outro lado da placa”.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

**10 – Pinos AC:** e vamos encostar as pontas de prova do multímetro nesses dois pinos centrais.

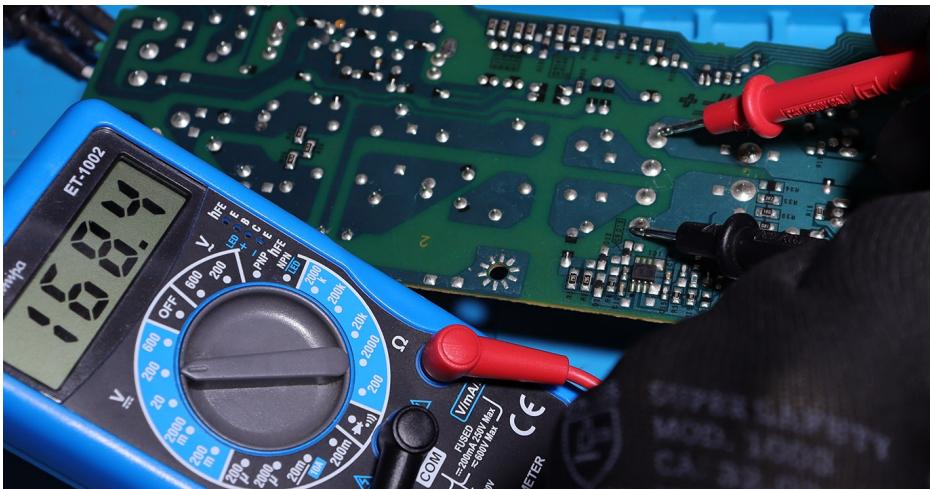


**Figura 05.15:** ponte retificadora – pinos centrais – tensão alternada.

**11 - Como aferir a tensão contínua na ponte retificadora:** no multímetro selecionamos a escala 200 DC (corrente contínua). Se por acaso a fonte fosse 220V (e a tomada também fosse 220V) a escala no multímetro deveria ser 600 DC.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

**12 – Pinos + e -: E vamos encostar as pontas de prova do multímetro nesses dois pinos laterais.**



**Figura 05.16:** ponte retificadora – pinos laterais – tensão contínua.

**Importante notar o seguinte:** observe que a tensão contínua sofre uma elevação graças ao processo de retificação como um todo. E isso é normal. A tensão alternada estava em torno de 120V, enquanto a contínua sofreu uma elevação para 168V. Fique atento a isso. Na dúvida, ao fazer a aferição pela primeira vez, escolha uma

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

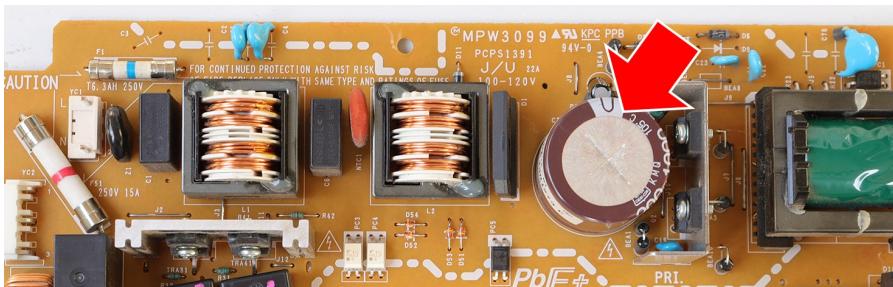
escala maior no multímetro. Por exemplo: na dúvida poderia ter escolhido a escala 600 DC. Depois você pode reduzir a escala de acordo com o que for mais apropriado.

**A partir deste ponto, ou seja, a partir da ponte retificadora, vamos ter/encontrar tensões contínua.** Fique atento ao projeto da placa, pode ter, e vai ter, mais componentes eletrônicos por todo esse processo que já passamos. Da mesma forma que vai ter placas que conterá bem menos componentes eletrônicos. Ou seja, tudo que estou ensinando aqui não é uma regra. Você tem que analisar e estudar a placa que está na sua bancada.

**13 - Capacitor de filtro – Tensão contínua:** conforme já ensinei, a energia vai ser filtrada e convertida de AC DC nos componentes anteriores e vai passar por esse capacitor para estabilizar a tensão contínua. Portanto, podemos medir essa tensão contínua nesse capacitor. No geral, ele é o maior capacitor eletrolítico da placa. E você tem que observar se a placa possui um ou mais. Ele possui tensão elevada. Por exemplo: a placa que estou usando como exemplo possui energia de entrada de 110V AC, que é convertida para

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

uma tensão DC de um pouco mais de 110V. Já esse capacitor é de 200V DC. **Você precisa ter, inclusive, cuidado para não ganhar um choque nesse capacitor.**



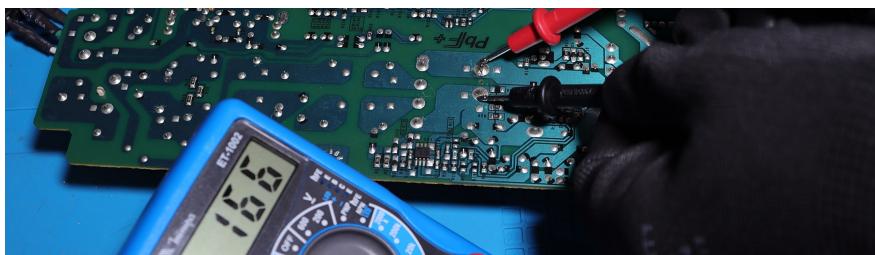
**Figura 05.17:** capacitor de filtro – Tensão contínua.



**Figura 05.18:** capacitor de filtro da nossa placa exemplo.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

**14 - Faça assim:** Portanto, para medir a tensão desse capacitor indico fazer o seguinte: por questões de segurança, escolha uma escala acima da tensão máxima dele, que é 200V. Depois você pode reduzir a escala de acordo com o que for mais apropriado. No meu caso, com o meu multímetro, a escala disponível logo acima é 600V DC. Basta encostar a ponta de prova preta no terminal negativo e a ponta de prova vermelha no terminal positivo. Se você inverter as pontas de prova não vai queimar nada, mas na tela do multímetro você verá o sinal de “-” na frente do valor da tensão. Isso significa que as pontas de provas estão invertidas (ponta negativa no pólo positivo e ponta positiva no pólo negativo). Basta inverter as pontas e aferir novamente.



**Figura 05.19:** capacitor de filtro – tensão em seus terminais.

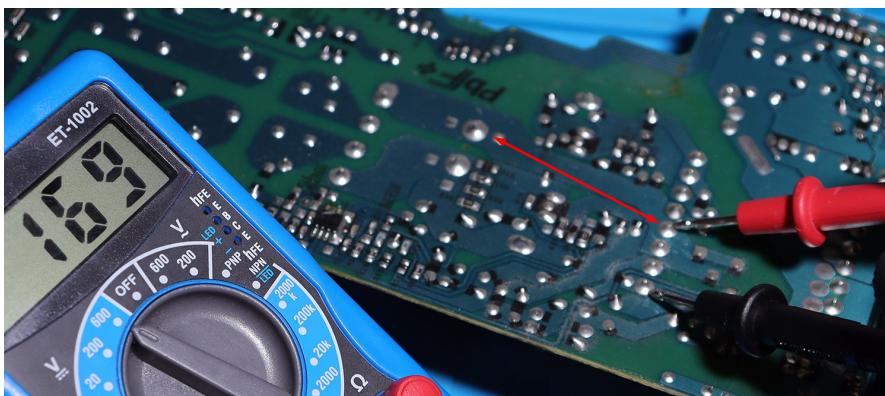
## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

**Cuidado para não ganhar um choque nesses capacitores. SEMPRE descarregue esses capacitores na seguintes situações:**

- Ao desligar a placa da alimentação elétrica. É comum o técnico desligar a placa da alimentação elétrica e logo imediatamente manipular a placa para fazer seja lá o que for. Caso o técnico não tenha o hábito de descarregar esses capacitores de tensão elevada, o risco de choque elétrico aumenta;
- Antes de dessoldar (ou soldar) componentes eletrônicos da placa. Você pode fechar um curto “sem querer”, pode encostar nos terminais do capacitor, etc.
- Antes de fazer medições com o multímetro com a placa desligada. Você vai usar escalas, como por exemplo a escala de continuidade, e fatalmente poderá queimar/danificar o seu multímetro.
- Enter outras situações que demandam cuidados.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

**15 - Transformador chopper - entrada da tensão:** vamos aproveitar que acabamos de medir as tensões do Capacitor de filtro e verificar tensões na entrada do transformador chopper. Faça o seguinte: observe atentamente e veja que os terminais do Capacitor de filtro estão conectado através das trilhas nos terminais de entrada do transformador chopper. Através dessa análise cuidadosa você consegue fazer as medições das tensões nas entradas. Vamos encontrar a mesma tensão do Capacitor de filtro.



**Figura 05.20:** observe: a trilha do pino do capacitor é a mesma do pino lá no transformador. Nesse exemplo estamos medindo a tensão em dois pinos da entrada.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

**16 - Transformador chopper – sem tensão nas saídas?** Você vai ver os pinos de saída do transformador chopper. Logo você pensa: Já sei como fazer! Vou medir as tensões contínuas nesses pinos. Você vai lá com o multímetro e não dá nada! Transformador queimado? Não meu amigo. Isso é normal, você não vai conseguir medir tensões na saída dessa forma.

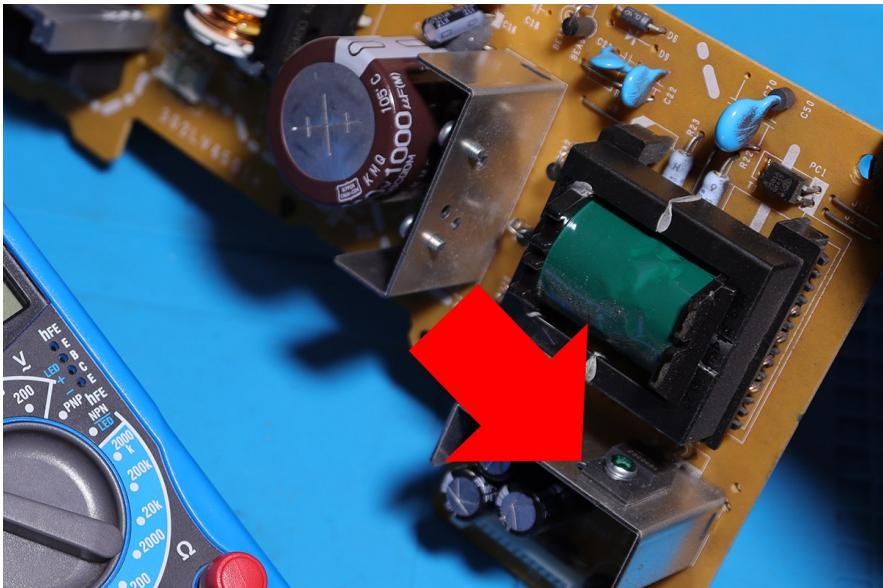


**Figura 05.21:** dessa forma é normal que você não consiga medir nenhuma tensão.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

### 17 - Transformador chopper - saídas -

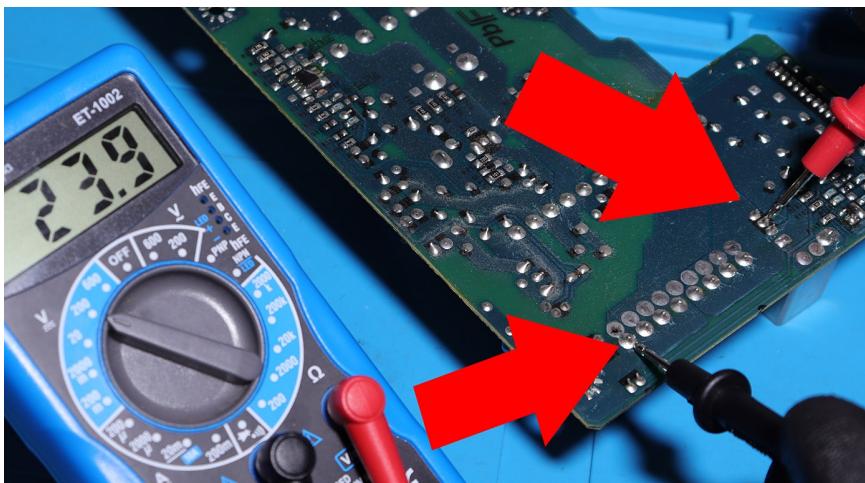
**Diodo Schottky:** procure o diodo de potência (Schottky). Ele estará logo à frente do transformador. Já estudamos sobre ele. Ele atua diretamente na retificação das tensões negativas e positivas.



**Figura 05.22:** veja o diodo (Schottky) da nossa placa.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

**18 - Transformador chopper – aferição das saídas:** coloque a ponta de prova positiva no catodo do diodo e a ponta de prova negativa no terminal (que vai aferir a tensão) de saída do transformador.



**Figura 05.23:** veja a tensão de saída em um dos pinos.

## Capítulo 05 - Como Medir Tensões

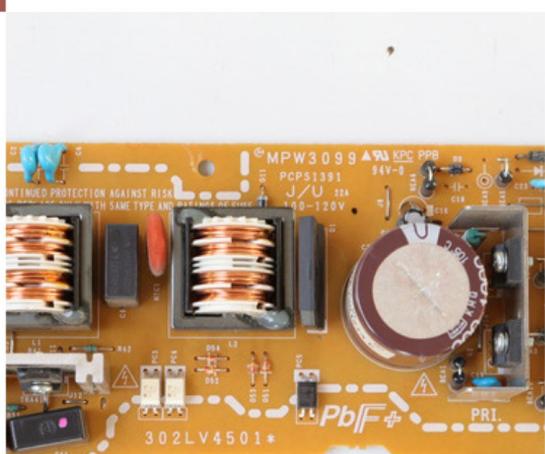
### 19 - Conector de alimentação da placa

**lógica:** por fim, podemos verificar as tensões nos pinos do conector de alimentação da placa lógica. Lembrando que neste ponto estamos trabalhando com baixas tensões, que podem variar a depender da placa: 5V, 25V, 31V, etc. Na dúvida, configure no multímetro uma escala acima (por exemplo: 200V DC). E depois você pode baixar o valor da escala conforme necessário para obter resultados mais apurados. E para medir, basta colocar a ponta de prova preta (terra) em qualquer ponto aterrado da placa (no setor secundário) e a vermelha no pino desejado. Quanto ao ponto aterrado, escolha um sempre o mais próximo o possível desse conector.

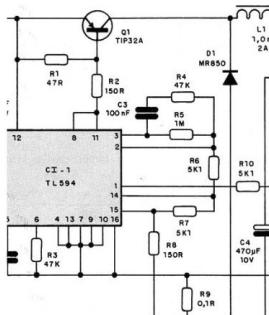


**Figura 05.24:** veja a tensão de saída em um dos pinos no conector de alimentação da placa lógica.

# CAPÍTULO 06



Ligou equipamento em  
Tensão Errada / Surto de  
Tensão / Problemas no  
Fusível e Varistor



## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

### Como Resolver

Esse é um cenário muito comum de ocorrer: ligar a impressora em uma tomada com tensão errada, ou seja, em uma tensão muito superior. E vou explicar outras situações também, como surtos na rede elétrica. Acompanha aí.

Na verdade o normal de acontecer é o seguinte: a impressora era 110V e foi ligada em uma tomada 220V.

Vai danificar a placa fonte e a impressora não vai ligar a partir deste evento.

É óbvio que componentes diversos podem queimar em uma situação como essa. Não tem como prever exatamente o que você vai encontrar ao trabalhar em um equipamento onde ocorreu essa situação.

Mas há sim alguns padrões. Há determinados componentes que você pode olhar assim que retirar a fonte da impressora.

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

Em alguns casos você já consegue notar componentes com problemas só de olhar.

O primeiro setor que você vai olhar é justamente a entrada de alimentação e todo o setor de filtragem que vem em seguida: indutores, capacitores supressores, etc. **Ou seja, toda a parte inicial da fonte primária.**

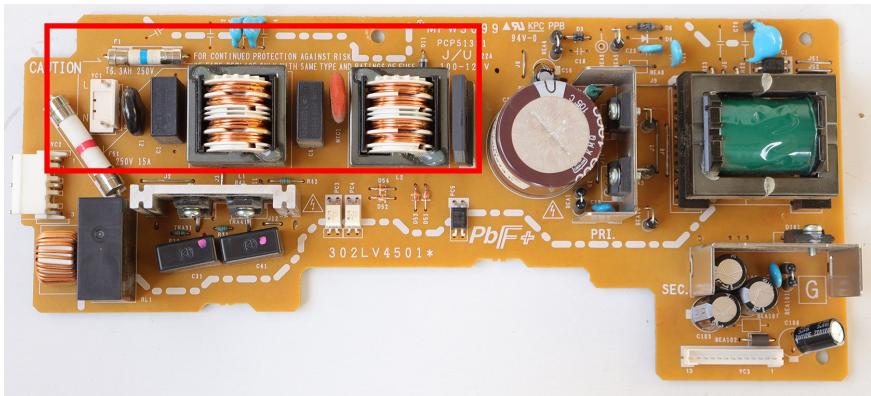
### **Em resumo, a fonte primária:**

- Recebe a alimentação que pode ser 110V ou 220V por exemplo.
- Essa energia de entrada vai passar por uma série de filtros.
- A energia elétrica vai passar por indutores, capacitores supressores, etc.
- A energia alternada é transformada em contínua através da fonte retificadora.

Coloquei aqui a ponte retificadora, mas ela não costuma sofrer avarias nessas situações. Não que seja impossível. Não tem como prever nada

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

aqui. Ponte retificadora também dá problema, inclusive há neste livro um capítulo só sobre ela.



**Figura 06.1:** eis o principal setor que pode ser afetado nessas situações.

Mais uma vez vou reforçar: estou dizendo que isso é regra? Em hipótese alguma. Cada placa é uma situação a ser analisada.

Pode queimar componentes que ficam depois da ponte retificadora? Sim. Inclusive um componente que pode danificar são os capacitores de filtro, que são os capacitores eletrolíticos principais da placa (os maiores). A

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

placa pode ter um, pode ter dois, depende do projeto da placa. E como vou explicar algumas linhas à frente, eles podem apresentar problemas devido a algum problema na ponte retificadora.

Esse(s) capacitor(es) de filtro pode simplesmente vazar/explodir. Você pode perceber o capacitor somente estufado ou visivelmente danificado com óleo sujando a placa.



**Figura 06.2:** capacitor estufou.

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

E nesse caso, teste a ponte retificadora. Os diodos podem estar em curto.

Pode ser que uma alta corrente (maior que os diodos podiam conduzir) passou pela ponte retificadora causando esse curto.

Pode ser que a ponte retificadora nem consiga mais fazer o seu trabalho de converter tensão alternada para contínua e o efeito disso é que:

- **Essa energia vai ser enviada direto para o capacitor de filtro e ele vai explodir.**

Portanto, você vai ter que fazer uma análise nesse setor/malha, testar os componentes, etc. Pode ter algum componente aí com mau funcionamento, em curto e gerando alta corrente.

Como eu disse, na análise visual pode ser possível detectar alguns problemas.

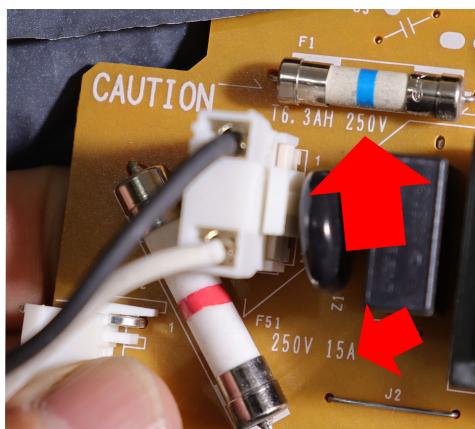
## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

Além de capacitor estufado, há dois componentes que costumam ser bem afetados nesse tipo de ocorrência:

- Fusível.
- Varistor.

### Fusível: Vilão ou Mocinho?

Meu amigo, o fusível é um dos componentes eletrônicos que mais geram dúvidas em iniciantes.



**Figura 06.3:** fusíveis.

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

Eu digo isso porque já ouvi “centenas” de situações onde algum equipamento estava queimando o fusível.

### **Tem duas situações muito distintas:**

1ª - Quando o problema é somente no fusível. Somente ele queimou. Isso é uma maravilha.

2ª - Quando o fusível queima repetidamente, um atrás do outro.

No segundo caso, o “técnico” pega esse equipamento, troca o fusível e o que acontecia ao religá-lo? Queima o fusível novamente.

Mas a história não acaba aí. Muitos desses “técnicos” focam todo o seu esforço no fusível. O fusível está queimando? Então o “técnico” resolve trocar por um de maior amperagem. Era um de 5A, troca por um de 10A. Era de 10A, troca por um de 20A.

Você acha que essa história não tem como ficar pior? Pois já vi situações onde o “técnico” realmente não estava em um dia bom, e

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

resolveu soldar um fio de cobre no lugar do fusível. O que vai acabar queimando muito mais a placa do equipamento.

**Quero deixar claro que NÃO indico fazer nada disso que foi relatado. Isso não pode ser feito. Não pode simplesmente ficar aumentando a amperagem do fusível sem saber o que está fazendo e muito menos soldar um fio no lugar do fusível.**

Um fusível desempenha o papel fundamental de interromper o fluxo de corrente elétrica em um circuito quando a corrente excede o limite estabelecido, prevenindo assim a ocorrência de um curto-circuito.

O fusível em si é uma estrutura tubular, geralmente de vidro ou plástico em miniatura, que abriga um elo condutor metálico fabricado com materiais como chumbo ou estanho. Este elo condutor mantém conexão entre duas partes metálicas localizadas nas extremidades do fusível.

Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada /  
Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

Preste atenção nisso que falei: prevenindo assim a ocorrência de um curto-círcuito.

O que podemos entender?

O fusível é um dispositivo de proteção.

Proteção contra o que exatamente? Curto-círcuito.

Se o fusível está queimando, o que podemos entender? Podemos entender que há um curto-círcuito na placa? Que há um componente em curto na placa? Sim meu amigo!

Quando há um curto-círcuito na placa, a corrente tende a aumentar para níveis mais altos que o normal.

Inclusive isso é ensinado no meu livro **Fonte Assimétrica**. Lá eu ensino que quando a placa está com algum curto, a corrente tende a ser alta. É um livro extremamente útil, se você não tem a sua cópia, me envie um e-mail que te **envio maiores informações:** **[silvio\\_hard@hotmail.com](mailto:silvio_hard@hotmail.com)**

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

Quando a corrente elétrica atinge uma intensidade maior do que o limite do fusível, a liga esquenta e se funde. Dessa forma a passagem da corrente é interrompida.

Se existe um curto-circuito na placa, seja um ou mais componentes em curto, o fusível vai queimar. Não importa quantas vezes você troque-o, ele vai queimar novamente, e mais uma vez, e assim vai seguir até que o problema na placa seja resolvido. O problema não é o fusível, não precisa nem cogitar aumentar a amperagem do fusível. Não vai funcionar.

O fusível tem que ser trocado quando o problema na placa for resolvido. E tem que ser trocado por um de mesma amperagem. Você tem que seguir o que o projeto “manda”, você tem que seguir o padrão do projeto.

E respondendo a pergunta do tópico (Fusível: Vilão ou Mocinho?), é óbvio que o fusível é o mocinho. Ele protege nossas queridas placas eletrônicas contra uma catástrofe muito maior.

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

E o fusível muitas vezes trabalha juntinho com um outro componente, e é o que vamos estudar no próximo tópico: o varistor.

### **Varistor**

Um problema bem típico é o surto de tensão na rede elétrica. Isso pode acontecer, um dos motivos são os raios na rede elétrica.

Esse surto de tensão pode chegar até o seu equipamento. E vai atingir componentes eletrônicos.

Um desses componentes eletrônicos é o varistor. No varistor, quanto maior a tensão aplicada nos seus terminais, menor será a sua resistência elétrica.

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor



**Figura 06.4:** Varistor ZNR V14471U.

Conforme já ensinei, a função primordial do varistor é suprimir os picos de tensão, ou seja, os transientes, que podem ser encontrados na rede elétrica.

**Tudo se encaixa cada vez mais, concorda?  
Estudar paciente cada capítulo é uma dádiva.**

Se um varistor recebe um pico de tensão, uma sobrecarga, um surto, sua resistência vai ser o mais próxima dos 0 (zero) Ohms.

O varistor possui uma tensão nominal de trabalho e se ela for ultrapassada a sua resistência vai ser o mais próxima dos 0 (zero)

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

Ohms. Quando isso ocorre, o varistor entra em curto.

E o varistor é instalado justamente logo após o fusível, em paralelo. A corrente vai ser muito alta e o fusível vai queimar.

E o varistor? Vai ficar tudo “bem com ele”? Na maioria das vezes ele estará queimado.

Você pode, literalmente, perceber o varistor estourado, trincado, quebrado, com marca visível de que ocorreu um curto ali, tipo uma mancha preta, etc.

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor



**Figura 06.4:** varistor trincado.

Deixa eu aproveitar a oportunidade e explicar algo importante: em teoria, a resistência elétrica de um condutor não pode ser exatamente zero ohms ( $0 \Omega$ ), a menos que você esteja lidando com uma abstração teórica. Todo material condutor, por mais eficiente que seja, ainda apresenta alguma resistência ao fluxo de corrente elétrica.

A resistência elétrica é uma medida da oposição ao movimento de elétrons em um material. Mesmo os supercondutores, que exibem

## Capítulo 06 - Ligou equipamento em Tensão Errada / Surto de Tensão / Problemas no Fusível e Varistor

resistência muito próxima de zero, não têm resistência elétrica absolutamente zero. No entanto, essa resistência é tão baixa que, na prática, pode ser considerada negligenciável em muitas aplicações.

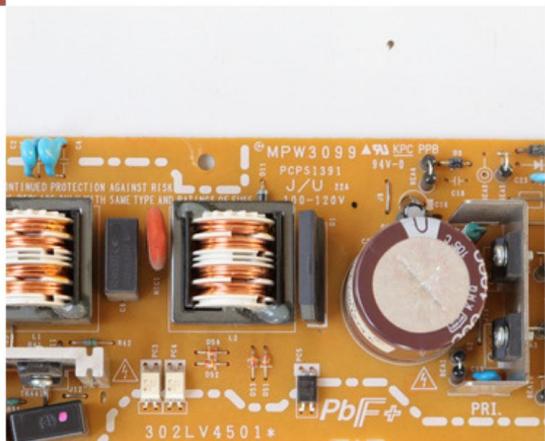
Portanto, em contextos reais, a resistência elétrica de um condutor é sempre maior que zero, mas em casos muito especiais e teóricos, a resistência pode ser tratada como zero por simplicidade.

**Voltando ao “nosso amigo” varistor.** Ele vai sempre estourar, trincar, explodir? Não.

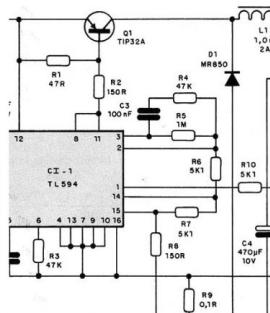
Ele pode estar em curto e visivelmente você não percebe nada. Nesse caso, tire-o da placa e meça sua resistência. Se estiver bem baixa, próxima dos 0 (zero) Ohms, ele está em curto. Tem que ser trocado.

A resistência normal de um capacitor (em bom estado) é altíssima. Não vou dar exemplos porque isso vai depender do varistor em questão.

# CAPÍTULO 07



Como testar  
capacitores de  
supressão



## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

### Aprenda pra valer!

Nós já estudamos sobre capacitores eletrolíticos e capacitores de supressão presentes na fonte, além de vários outros componentes eletrônicos.

Mas agora vamos de fato trabalhar com capacitores de supressão: vamos conhecer com maiores detalhes suas características, fazer medições, etc.

Os capacitores no geral são considerados um dos três grandes **componentes passivos**, acompanhado de resistores e indutores, que formam os circuitos eletrônicos básicos. Componentes passivos são dispositivos eletrônicos que consomem, armazenam e liberam eletricidade.

Esses três componentes passivos quando usados juntos em um circuito forma o que chamamos de **circuito LCR**.

Por definição um circuito LCR é um circuito elétrico no qual os componentes são: indutor (L), capacitor (C) e resistor (R). Esses componentes podem estar conectados em série

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

ou em paralelo. LCR vem inglês (Inductor, Capacitor and Resistor). Em português é comum encontrarmos o uso de RLC - resistor (R), indutor (L) e capacitor (C). Cada letra são as letras de identificação dos componentes eletrônicos, a mesma identificação que podemos encontrar impressa nas placas.

Os **componentes ativos** são capazes de transformar a anergia recebida de uma fonte de alimentação, gerar energia para algum circuito, amplificar a baixa potência para a potência de saída de forma contínua e manipular a direção da corrente dentro dos circuitos.

Exemplos componentes ativos: Diodos, Transistores, SCR (Silicon Controlled Rectifier ou Díodo Controlado de Silício), Triacs, Circuitos integrados (CIs) e Microcontroladores.

Os capacitores são componentes simples que simplesmente recebem e fornecem eletricidade. Embora pareçam menos importantes do que os componentes ativos, esses componentes passivos são fundamentais para garantir a precisão das operações ativas executadas pelos circuitos eletrônicos.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

### **Capacitância, Tensão e Temperatura**

A capacidade que um capacitor tem de armazenar energia (carga elétrica) se chama capacidade, e a unidade de medida é Farad (F) e seus submúltiplos: Millifarad (mF), Microfarad ( $\mu$ F), Nanofarad ( $\eta$ F) e Picofarad ( $\rho$ F). No capacitor eletrolítico, essa informação estará descrita nele mesmo.

Outra informação importante é a tensão de operação máxima, que é a tensão máxima que pode ser aplicada em seus terminais e define a quantidade de carga máxima que ele pode armazenar. Essa tensão é descrita em Volts (V).

Por fim, outra informação importante (isso pode estar descrito nos datasheets por exemplo) é a temperatura máxima suportada, que estará descrita em graus Celsius ( $^{\circ}$ C).

Algumas informações como a capacidade e tensão estarão descritas no próprio corpo do capacitor conforme imagens a seguir.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão



**Figura 07.1:** nesse exemplo as informações ficam bem no topo, observe. Uma lupa ajuda bastante.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão



**Figura 07.2:** nesse exemplo as informações ficam bem na lateral, observe. Uma lupa ajuda bastante.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

### Polarização

Especificamente esses capacitores supressores, tal como os da imagem anterior, não possui polarização.

Mas existe uma regra de ouro praticada por todos os técnicos experientes: sempre observe a posição de instalação original e siga o padrão usado na placa em questão.

### Capacitores de Supressão X/Y

Um capacitor supressor, também conhecido como capacitor de supressão de interferência é um componente eletrônico projetado para minimizar interferências eletromagnéticas e interferências de radiofrequência em circuitos elétricos e eletrônicos.

São tipicamente feitos de poliéster e polipropileno. Eles são estrategicamente posicionados nos dispositivos de entrada e saída para desviar interferências externas que podem afetar o funcionamento do dispositivo e para proteger o seu interior contra interferências geradas internamente. Essa medida é essencial

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

para prevenir interferências indesejadas de outros dispositivos.

**Esses capacitores de supressão são categorizados em duas classes:**

- **Classe X:** Os capacitores da Classe X são conectados entre fases ou entre fase e condutores neutros. Eles são projetados para reduzir os requisitos de resistência de pulso, tornando o dispositivo mais resistente a variações abruptas de tensão.
- **Classe Y:** Por outro lado, os capacitores da Classe Y desempenham um papel crucial na melhoria da isolação básica do dispositivo. Eles são empregados em situações em que há riscos na área circundante, como em casos de curto-circuito, oferecendo a máxima segurança elétrica, especialmente quando a capacidade de resistência é limitada.
- **Classificação X1, X2, Y1 e Y2:** as classes X e Y também recebem um número que representa sua taxa de estímulo. Os mais comuns são o X1 (testado a 4000 volts), o

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

X2 (2500 volts), o Y1 (8000 volts) e o Y2 (5000 volts).

### **Agências certificadoras**

Vou aproveitar o “gancho”, já que estou falando de informações descritas no corpo do capacitor. Vou responder a essa pergunta enviada por um de meus leitores:

“No corpo do capacitor supressor pude ver várias marcas. O que elas representam? - Lucas M.J.”

No corpo dos capacitores das Classes X e Y, é comum identificar múltiplos logotipos que representam as agências de certificação responsáveis por avaliar e testar o capacitor.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

	Standard No.	Logo
UL	UL 1414	
CSA	C2221-01/C22.2NO1-98	
VDE	EN12400/IEC60384-14 2ND	
SEMKO	EN12400/IEC60384-14 2ND	
FIMKO	EN12400/IEC60384-14 2ND	
NEMKO	EN12400/IEC60384-14 2ND	
DEMKO	EN12400/IEC60384-14 2ND	
SEV	EN12400/IEC60384-14 2ND	
CQC	GB/T14472-1998	
CE	EN132400	

**Figura 07.3:** marcações e definições de segurança.

## Capacitor em curto e capacitor em fuga

- **Capacitor em curto:** o valor da resistência elétrica (em ohms -  $\Omega$ ) medido fica bem próximo de zero. Ele se comporta como se fosse um fio. O capacitor em bom

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

desempenho apresenta uma resistência alta. Se você medir a tensão, a mesma tensão que for aferida em um polo vai dar no outro polo (porque a corrente está passando por ele). E pode acontecer do capacitor em um circuito não apresentar a tensão que deveria. Suponhamos que temos uma tensão de 110V entrando no circuito, mas, no capacitor ele pode apresentar 0V nos dois polos. Curto é o estágio final do capacitor.

- **Capacitor em fuga:** o valor da resistência elétrica (em ohms -  $\Omega$ ) medido fica bem mais baixo do normal, mas não fica próxima a zero. Ele se comporta como se fosse um pequeno resistor e apresenta uma resistência. O capacitor não está em curto porque quando medimos o polo positivo e o polo negativo não temos o mesmo valor, e sim um valor diferente, um valor menor indicando claramente uma queda de tensão. Isso é um forte indício de que o capacitor está com fuga de corrente. Internamente ele está se comportando como um resistor.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

- **Capacitor aquecendo:** isso ocorre tipicamente quando o capacitor está em fuga. Como a resistência interna dele está muito baixa, porém existe uma certa resistência, e há essa corrente passando por ele, ele acaba aquecendo. Em uma situação normal não deveria ter esse fluxo de corrente. O capacitor não foi feito para suportar essa corrente constante, portanto, ele fatalmente vai dissipar calor.

Muito bem, já aprendemos até aqui esses três conceitos importantíssimos: curto, fuga e aquecimento.

Vamos a partir de agora fazer alguns testes práticos.

Para todos os testes indico que faça o seguinte:

**1 - Descarregue o capacitor.** Faça o procedimento de descarga elétrica antes de cada teste;

**2 - Retire o capacitor da placa.** Vamos trabalhar com ele fora da placa.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

### Teste de curto

É um teste bem simples:

- 1 - Para isso, no multímetro, vamos usar a escala de continuidade, a escala de diodos e semicondutores, a escala do beep.
- 2 - Encoste uma ponta de prova em um dos polos e a outra ponta de prova no outro polo do capacitor.
- 3 - O multímetro não pode “beepar”. Se isso ocorre ele está em curto.



**Figura 07.4:** teste e continuidade.

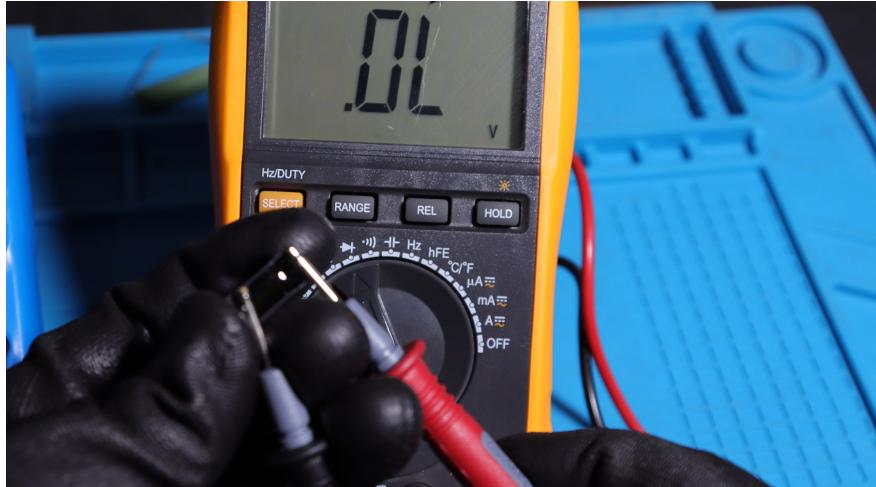
## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

### **Teste de carga 3V – Carregar, Armazenar e Descarregar**

Outro teste que podemos fazer com o multímetro é o teste de carga de 3V. As pontas de provas do multímetro na escala de diodo, possui uma tensão de 2.9 a 3V, às vezes um pouquinho mais. Podemos carregar o capacitor com esses 3V e verificar se o capacitor armazenou essa carga. Então vamos lá:

- 1 - Coloque a ponta de prova preta no borne COM e a vermelha no borne de medições de resistência, frequência e tensões ( $V\Omega mA$  -  $V/mA/\Omega$ );
- 2 - No multímetro, selecione a escala de diodos e semicondutores;
- 3 - Descarregue o capacitor;
- 4 - Encoste a ponta de prova preta em um terminal do capacitor e a vermelha no outro.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão



**Figura 07.5:** carga no capacitor na escala de diodos.

5 - No visor você poderá ver a um 1 ou .OL (infinito). O normal é estabilizar no valor 1 na tela ou em OL;

6 - Após fazer esse procedimento, vamos verificar se o capacitor segurou essa carga de aproximadamente 2,9V ou 3V. Para isso, mude a escala para 20 DCV e faça a aferição. Como eu use um mustímetro automático, apenas coloquei na escala de DC;

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

7 - No visor você vai ver o valor da tensão, que vai ser um valor menor que 3V e que diminuirá gradativamente/rapidamente.



**Figura 07.6:** carga no capacitor normal. Esse valor vai diminuindo gradativamente.

Se nessa etapa final você visualizar um valor que vai diminuindo, isso significa que o teste de carga está teoricamente OK. O capacitor está sendo carregado. A capacidade dele armazenar energia está aparentemente normal.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

Você pode descarregar e verificar com o multímetro. Caso tenha sido feita a descarga, nesse caso é normal, significa que ele foi descarregado corretamente. E portanto, o capacitor carrega, “armazena” e descarrega.

O que pode acontecer aqui? O capacitor pode não segurar carga. Se ele não conseguir armazenar esses 3V ou 2.9V, ele está ruim. A sua capacidade de armazenar carga está comprometida. Ele pode mostrar no visor um valor de tensão muito baixo, quase zero.

Obviamente, o seu multímetro precisa estar perfeito e com bateria OK.

E quando o capacitor está totalmente danificado ele pode não responder a nenhum teste. Ele não vai carregar e nem armazenar. O multímetro não vai mostrar nenhum valor, ele pode simplesmente ficar estagnado com o número 1 na tela indicando valor infinito. Pode ser que o capacitor chegou a fim de sua vida útil ou sofreu fundição por alta temperatura, e perdeu totalmente a sua capacidade. Um teste final com o capacímetro pode mostrar isso. E esse será o próximo teste.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

### **Teste de carga e descarga na escala de resistência: capacitor eletrolítico**

Existe uma prática para testar se o capacitor carrega e descarregue bem comum e é isso que veremos agora.

Usando a escala de resistência do seu multímetro, que faz medições em ohms, aquela que possui o símbolo ômega ( $\Omega$ ), podemos testar se o capacitor carrega e descarregue, se está em curto ou totalmente aberto e/ou seco.

O teste em si é bem simples, porém precisamos aprender a interpretar os resultados da aferição.

Um problema muito comum pessoal é que às vezes a pessoa faz a aferição, consegue interpretar alguns valores, mas, quando o multímetro apresenta valores muito diferentes ela não consegue interpretar o significado. Temos que aprender a interpretar esses valores.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

Para realizar o teste vamos fazer o seguinte:

1 - Coloque a ponta de prova preta no borne COM e a vermelha no borne de medições de resistência, frequência e tensões (VΩmA - V/mA/Ω);

2 - No multímetro, selecione a escala resistência, que faz medições em ohms, essa que possui o símbolo ômega ( $\Omega$ ), É a escala de resistência ohmica;

1 - A unidade de medida da resistência elétrica é o OHM, onde temos:

- Microhm ( $\mu\Omega$ ) = 0,000.001 $\Omega$
- Miliohm ( $m\Omega$ ) = 0,001 $\Omega$  (m minúsculo)
- Ohm ( $\Omega$ ) = 1 $\Omega$
- Quilohm ( $k\Omega$ ) = 1.000  $\Omega$  ou 1k $\Omega$
- Megohm (me·gohm) ( $M\Omega$ ) = 1.000.000  $\Omega$ .

Essa é a unidade de mega (M maiúsculo) e você pode falar me·gohm ou megaohm.

2 - Tem multímetro que terá a escala de Mega, tem multímetro que não terá.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

3 - Tem multímetro, como o Minipa ET-1002, que você terá somente a escala de Ohm, onde você verá o número sozinho sem nenhuma letra (como por exemplo 2000 e 200. Essa é a escala de Ohm) e Quilohm ( $k\Omega$ ), que são os números seguidos da letra "k".

4 - Podemos selecionar a escala de 200k (Quilohm) ou 2000k (Quilohm). No nosso exemplo selecionamos a escala 2000k (Quilohm).



**Figura 07.7:** multímetro Minipa ET-1002.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

3 - Com o multímetro Hikari HM-2090 apenas selecionamos a escala ohmica, essa que possui o símbolo ômega ( $\Omega$ );



**Figura 07.8:** multímetro Hikari HM-2090.

4 - Descarregue o capacitor. Coloque a ponta de prova preta em um terminal do capacitor e a vermelha no outro terminal;

5 - Você vai ver um número que é o valor da resistência. Esse número vai aumentar gradativamente. E depois vai estabilizar em 1 ou

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

O.L. Esse é comportamento normal e pode ocorrer bem rapidamente. Se ficar sempre parado no 1, experimente inverter as pontas de prova. Caso você tenha escolhido a escala de 200k (Quilohm), o número vai aumentar gradativamente até se aproximar de 200k (Quilohm), e depois vai estabilizar em 1;



**Figura 07.9:** teste com o multímetro Hikari HM-2090.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

O que fizemos aqui? O capacitor carregou e descarregou. Caso você tenha observado essas aferições, o capacitor está teoricamente em bom estado.

Observe bem que o multímetro trabalhou com as escalas que escolhemos: 2000k (Quilohm) ou 200k (Quilohm). Se você usar um multímetro de escala automático, como o Hikari HM-2090 ele vai trabalhar com resistências maiores, portanto, você verá um número de resistência maior. E no final ele vai estabilizar em O.L.

Usando esse teste você consegue observar os seguintes problemas:

**1 - Capacitor em curto:** o valor da resistência elétrica (em ohms -  $\Omega$ ) medido fica bem próximo de zero. O multímetro vai apresentar um valor baixo. Exemplo: 000.2. Caso mostre simplesmente o valor 0 (zero) significa que não há resistência, isso pode acontecer em algumas situações. Se você encostar uma ponta de prova do multímetro na outra, o valor exibido será 0 (zero), não há resistência.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

2 - Capacitor seco, totalmente danificado, aberto: não vai mostrar nenhum valor. Ele fica sempre em 1 ou O.L.

Além disso você pode desconfiar de capacitores que você observa que o número aumenta muito vagarosamente, mesmo se você diminuir a escala de resistência. Você percebe que o multímetro demora a estabilizar em 1 (infinito) mais do que em outros capacitores de mesmo valor. Pode ocorrer até de ficar inviável aguardar, o multímetro parece que vai demorar uma eternidade para finalmente estabilizar em 1.

## Medições de capacidade

Já fizemos o teste de carga e descarga. Com esse teste conseguimos verificar se o capacitor carrega, armazena e descarrega.

Agora vamos fazer medições de capacidade. Esse teste é extremamente importante e pode ser considerado o teste final. Nós já sabemos que a capacidade que um capacitor tem de armazenar energia (carga elétrica) se chama capacidade, e a unidade de medida é Farad (F) e seus submúltiplos: Millifarad (mF), Microfarad

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

( $\mu$ F), Nanofarad ( $\eta$ F) e Picofarad ( $\rho$ F). No capacitor eletrolítico, essa informação estará descrita nele mesmo.

Um capacitor pode perder capacidade, e portanto vai perder capacidade de armazenar energia.

Para medir capacidade, você pode usar um multímetro que possui essa escala, ou, usar um capacímetro.

O multímetro Hikari HM-2090 possui a escala de capacidade. Basta selecionar a escala com o símbolo do capacitor. E coloque a ponta de prova preta no borne COM e a vermelha no borne de medições de resistência, frequência e tensões ( $V\Omega mA$  –  $V/mA/\Omega$ ).

Conecte/encoste a ponta de prova preta no terminal negativo e vermelha no positivo do capacitor. O valor de capacidade será mostrado na tela.

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

No meu teste, o capacitor é de 0.33uF (0.33 microfarad). Ou seja, 330 nanofarads.

Ao medir a capacidade tem que dar um valor o mais próximo o possível.



**Figura 07.10:** teste OK. Deu uma diferença mínima: mediu 328 nanofarads.

Para fazer as medições de capacidade com o capacitímetro (como exemplo o Minipa MC-154A), você vai fazer o seguinte:

## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

- 1 - Colocar a ponta de prova preta no borne do meio (ele é o negativo), e a ponta de prova vermelha no borne da esquerda ou da direita (positivo);
- 2 - Escolha a faixa/escala de capacitância mais próxima e acima da capacitância do capacitor em questão;



**Figura 07.11:** chave giratória de seleção de capacitância e demais detalhes.

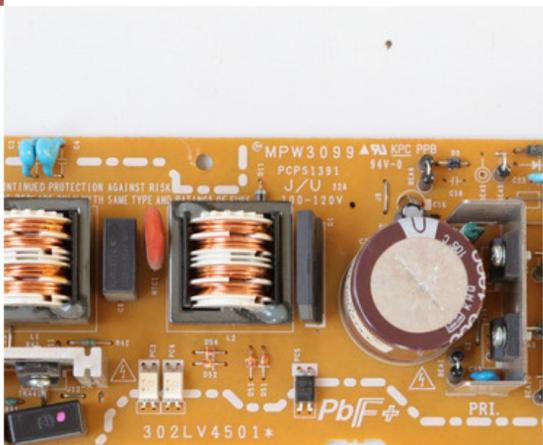
## Capítulo 07 - Como testar capacitores de supressão

3 - Descarregue o capacitor;

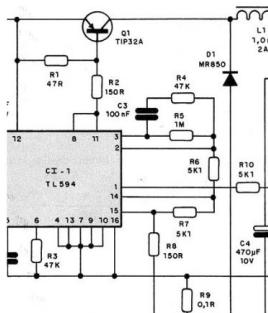
4 - Conecte/encoste a ponta de prova preta em um terminal e vermelha no outro terminal do capacitor. O valor de capacidade será mostrado na tela.

A capacidade medida nem sempre será exata. Existe uma tolerância que gira em torno de 5% para mais ou para menos. Se der um valor muito inferior, o capacitor está ruim, pois, ele perdeu capacidade e não é mais confiável.

# CAPÍTULO 08



Como Testar bobinas e Indutores



## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

### Decifre esses elementos

Esse é um componente básico em qualquer projeto eletrônico. Existem três componentes básicos em qualquer projeto de circuito eletrônico: resistor, capacitor e indutor.

A bobina, que pode ser chamada também por indutor, são componentes que armazenam energia em forma de campo magnético. Em alguns casos são fáceis de identificar, em outros nem tanto (para quem está começando). Indutores costuma ter o importante papel de atuar no grupo de componentes de filtragem da corrente. Como a **Bobina para filtragem** da corrente AC. Podemos chamar de bobina corta transiente.

Primeiro, vou apresentar a simbologia desse componente, que você pode ver na imagem (a seguir).

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

Indutor, Enrolamento, Bobina			
Indutor com derivações			

**Figura 08.1:** alguns exemplos de simbologia.

Na placa, a bobina é identificada pela letra L e às vezes pela palavra CHOKE.

Uma dica bem interessante: bobinas e indutores são identificados pela letra L, é o padrão. Já um transformador costuma ser identificado pela letra T.

De forma geral, existem vários tipos de indutores. Mas, encontraremos com mais facilidade alguns tipos.

E tenha isso em mente: um indutor nem sempre será somente aquele tradicional enrolado de fios em torno de um núcleo em forma de rosquinha. Eu sei que essa frase ficou engraçada, mas, esse indutor (que é o Indutor de núcleo toroidal) é o mais simples de detectar.

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores



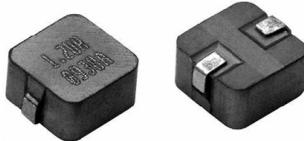
**Figura 08:2:** Indutor de núcleo toroidal.

Você irá se deparar com outros tipos de indutores, como por exemplo: Indutor blindado de montagem em superfície, indutor acoplado e Indutores de chip multicamadas (ou Indutor de chip de ferrite multicamada). Muita atenção, cuidado e observação: esse último que citei, indutor de chip multicamadas, se parece muito com um resistor SMD. Só que a bobina é identificada pela letra L, e o resistor pela letra R.

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores



Indutor de  
núcleo toroidal



Indutor blindado de  
montagem em  
superfície

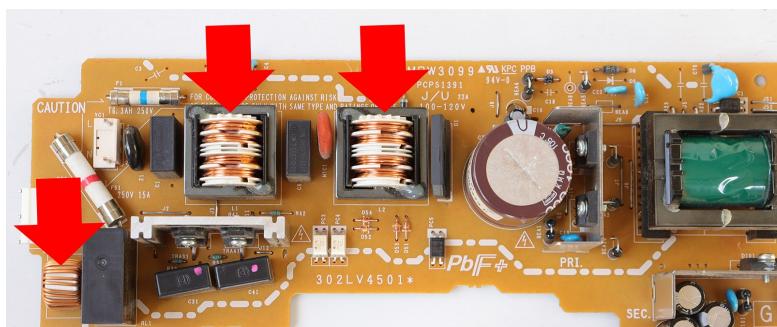


Indutor  
acoplado



indutor de chip  
multicamadas

**Figura 08:3:** alguns tipos de indutores.



**Figura 08:4:** alguns tipos de indutores.

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

### O que é Indutância?

A indutância é uma propriedade elétrica que descreve a capacidade de um componente elétrico, geralmente uma bobina ou enrolamento de fio condutor, de armazenar energia na forma de campo magnético quando uma corrente elétrica passa por ele. É uma das propriedades fundamentais dos circuitos elétricos e é medida em henries (H).

A indutância surge devido à relação entre a corrente elétrica que flui através de uma bobina e o campo magnético que é gerado em torno dela. Quando a corrente aumenta ou diminui em uma bobina, o campo magnético também muda. Esse campo magnético, por sua vez, induz uma força eletromotriz (f.e.m) ou tensão na bobina de acordo com a lei de Faraday da indução eletromagnética. A magnitude dessa tensão induzida é diretamente proporcional à taxa de variação da corrente.

A indutância é importante em eletrônica e engenharia elétrica porque afeta o comportamento dos circuitos. Ela se opõe às mudanças na corrente elétrica (de acordo com a

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

lei de Lenz), o que significa que as bobinas tendem a resistir a variações bruscas na corrente, agindo como "amortecedores" naturais em circuitos. Isso é utilizado em componentes como indutores ou bobinas, que são usados em várias aplicações, incluindo filtragem de sinal, armazenamento de energia, conversão de energia e muito mais.

### **Interessante saber:**

- **Auto-indutância (ou Indutância Própria):**
  - A auto-indutância ocorre em um único circuito elétrico, geralmente em uma bobina.
  - Ela se manifesta quando há uma mudança na corrente elétrica no circuito. Quando a corrente aumenta ou diminui, um campo magnético é gerado em torno da bobina.
  - Esse campo magnético interage com o próprio circuito, criando uma tensão (ou força eletromotriz, f.e.m.) que se

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

opõe às mudanças na corrente de acordo com a lei de Lenz. Essa tensão é conhecida como "tensão de auto-indução".

- A auto-indutância é frequentemente representada pelo símbolo "L" e é medida em henries (H).
- **Indutância Mútua:**
  - A indutância mútua ocorre entre dois circuitos distintos que estão magneticamente acoplados, geralmente através de bobinas próximas uma da outra.
  - Quando há uma mudança na corrente em um dos circuitos, ela gera um campo magnético que também afeta o segundo circuito, induzindo uma tensão nele.
  - A tensão induzida no segundo circuito devido à mudança na corrente no primeiro circuito é chamada de "tensão de indutância mútua".

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

- A indutância mútua é amplamente utilizada em transformadores, onde duas bobinas estão enroladas em torno de um núcleo magnético, permitindo a transferência eficiente de energia de um circuito para o outro com diferentes tensões.
- A indutância mútua também pode ser representada pelo símbolo "M" e é medida em henries por ampère (H/A).

Em resumo, a indutância desempenha um papel fundamental em circuitos elétricos e eletrônicos, seja na resistência a mudanças na corrente em um único circuito (auto-indutância) ou na transferência de energia entre circuitos acoplados magneticamente (indutância mútua). Ela é essencial em muitas aplicações, desde a filtragem de sinal até a transmissão eficiente de energia em sistemas de energia

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

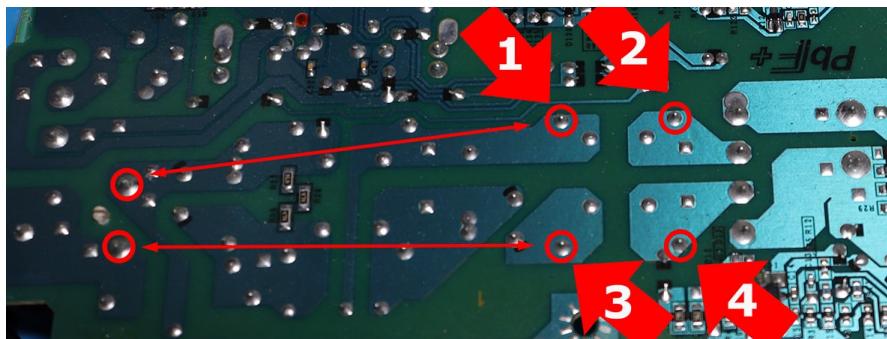
### **Teste na prática 1 - Fio Rompido?**

Esse é o teste mais básico e com ele podemos apenas constatar se o fio está rompido ou não. Se o indutor passou por um grande estresse térmico (super aquecimento) ou curto-circuito por exemplo, pode acontecer de ocorrer o rompimento do fio. Para realizar o teste vamos fazer o seguinte:

- 1 - Coloque a ponta de prova preta no borne COM e a vermelha no borne de medições de resistência, frequência e tensões ( $V\Omega mA$  -  $V/mA/\Omega$ );
- 2 - No multímetro, selecione a escala de diodos e semicondutores/Beep (aviso sonoro). Tem multímetro que essas escalas ficam juntas e tem multímetro que a escala do beep ficar separada. No caso, precisamos (vamos usar) da escala do beep, ou seja, do aviso sonoro;
- 3 - Com indutor de apenas dois terminais é bem simplificado. Um terminal tem que “beepar” com o outro terminal (tem que conduzir);

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

4 - Vamos usar como exemplo uma bobina de quatro terminais. O processo é bem simples: Basta observar os contato nas trilhas. Na placa do nosso exemplo, percebe-se facilmente a bobina e os pinos da alimentação principal. Dois terminais ficam na linha positiva e dois terminais ficam na linha negativa ou terra.



**Figura 08:5:** veja esse esquema. Ficou fácil de entender! Bem à esquerda temos os dois pinos da alimentação principal. E à direita temos os pinos 1, 2, 3 e 4 da bobina. Veja que 1 e 2 está conectado a um pino da alimentação e 3 e 4 a outro pino. Pois bem: na bobina, os pinos 1 e 2 tem que “beepar” (é o mesmo fio). 2 e 3 tem que “beepar” (é o mesmo fio). Já os pinos de cima (1 e 2) não podem conduzir com os de baixo (3 e 4) (fios diferentes), no caso desse esquema.

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

5 - Dá para fazer esse teste de continuidade com a bobina na placa ou fora da placa. Porém, nesse exemplo apresentado e explicado em detalhas, já sabemos que os pinos de cima (1 e 2) não podem conduzir com os de baixo (3 e 4), pois, são fios diferentes. Se isso acontecer, retire a bobina da placa a teste novamente.

### **Teste na prática 2 – Medir Indutância**

Vamos agora ver como medir a indutância. Iniciantes em eletrônica possuem muito essa dúvida.

Tem como medir com um multímetro básico? Tenho que comprar algum equipamento? Como funciona?

Meu objetivo é acabar com essas dúvidas em definitivo.

Vamos direto ao ponto.

Se você possui apenas um multímetro simples em sua bancada, não tem como medir a indutância.

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

E sim, o que eu indico é comprar um equipamento chamado de **Medidor LCR Digital**.

Meu amigo: tem vários tutoriais na internet ensinando a usar dois multímetros, ensinando a fabricar o seu próprio leitor medidor de indutância e por aí vai.

Se você possui disposição e conhecimento em eletrônica, sempre haverá opções. Você pode até fabricar o seu próprio equipamento! Mas esse não é o objetivo aqui.

Aqui eu preciso ser prático e apresentar soluções profissionais. Se você pretender ter uma oficina cada vez mais completa, compre o seu equipamento. Isso não precisar ser feito de imediato, pode ser “aos poucos”. Se você ainda não tem, por exemplo, uma boa estação de solda e retrabalho, compre-a antes de comprar um Medidor LCR Digital.

E no momento certo, invista em um Medidor LCR Digital.

Mas, o que é um Medidor LCR Digital? Vamos ver isso agora.

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

### O que é “Medidor LCR Digital”?

Um Medidor LCR Digital é um dispositivo utilizado para medir as características elétricas de componentes passivos, como resistores, capacitores e indutores.

As siglas **LCR** representam as três propriedades elétricas que esses medidores são projetados para medir:

- **L - Indutância (em henries, H):** Mede a capacidade de um componente, como uma bobina, de armazenar energia na forma de campo magnético quando uma corrente elétrica flui através dele.
- **C - Capacitância (em farads, F):** Mede a capacidade de um componente, como um capacitor, de armazenar energia na forma de carga elétrica quando uma tensão é aplicada a ele.
- **R - Resistência (em ohms, Ω):** Mede a oposição de um componente ao fluxo de corrente elétrica.

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

O medidor LCR digital é usado para determinar essas características em componentes eletrônicos, permitindo que você avalie a qualidade, precisão e integridade desses componentes. Essas medições são úteis em uma variedade de aplicações, incluindo design de circuitos, solução de problemas, seleção de componentes adequados e garantia de qualidade na fabricação de dispositivos eletrônicos.

Como exemplo, vou citar o Minipa MC-155. A imagem a seguir podemos ver ele em ação.

Vamos para o próximo tópico onde exemplifico o seu uso.

### **Na prática**

Como acabei de mencionar, vou usar como exemplo o Minipa MC-155. As faixas de indutância são: 2mH, 20mH, 200mH, 2H e 20H.

1 - Coloque a chave rotativa no modo de medição Lx.

2 - Verifique se a tecla L-C está solta.

## Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores

3 - Se o valor de indutância a ser medido é desconhecido, use a posição máxima de medição e reduza a faixa passo a passo até obter uma leitura satisfatória.

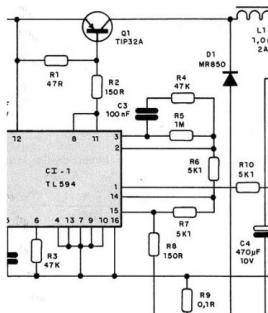
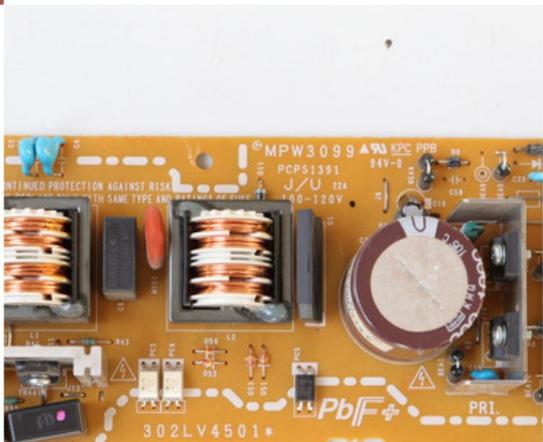
4. Insira as pontas de prova nos terminais de entrada Lx. A ponta vermelha no terminal Lx+ e a ponta preta no terminal Lx- o.

5. Use as pontas de prova para realizar a medição. O valor medido será mostrado no display.



**Figura 08:6:** medição de indutância.

# CAPÍTULO 09



Como Testar Ponte  
Retificadora



## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

## Pontes Retificadoras: Transformando Tensão Alternada em Contínua

As Pontes Retificadoras são componentes eletrônicos essenciais que desempenham um papel crucial na conversão de tensão alternada (CA) em tensão contínua (CC). Compostas por quatro diodos retificadores encapsulados em uma única unidade, essas pontes são amplamente empregadas em circuitos de fontes, desempenhando um papel fundamental na alimentação de eletrônicos e dispositivos que requerem tensão contínua para operar.



**Figura 09.1:** ponte retificadora – aqui temos um CI.

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

### O que é um Diodo?

Para entender completamente o funcionamento das Pontes Retificadoras, é importante compreender o papel dos diodos. Um diodo é um componente semicondutor que possui polarização, com terminais conhecidos como ânodo (positivo) e cátodo (negativo).

Um diodo é formado por dois terminais, um P e outro N, denominados Anodo (lado positivo) e Catodo (lado negativo), respectivamente. Esse componente eletrônico é construído, geralmente, de cristais dopados de silício e germânio. Possui a propriedade de permitir a passagem de energia elétrica somente em um sentido (do anodo para o catodo).

Além disso, a corrente elétrica só circula se a tensão do anodo for maior que a do catodo. É como se ele fosse uma micro chave: se a tensão do anodo for maior que a do catodo (polarização direta), a corrente circula (chave ligada). Se a tensão do anodo for menor que a do catodo (polarização indireta), a corrente não circula (chave desligada).

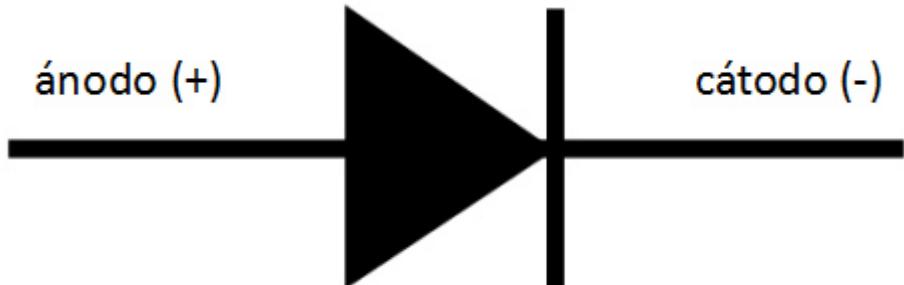
## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

Existem vários tipos de diodos, onde citamos: diodo de silício de uso geral, diodos retificadores, diodo SMD, diodos emissores de luz (LEDs), fotodiodos, varicap, diodo zener e diodo schottky (“xótiqui”), só para citar como exemplo.



**Figura 09.2:** alguns tipos de diodos.

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora



**Figura 09.3:** simbologia básica de diodos.

Quando polarizado (com tensão positiva aplicada ao terminal ânodo), o diodo permite a passagem de corrente elétrica em apenas um sentido, criando assim um caminho condutivo. Porém, preste atenção nisso: quando o diodo é inversamente polarizado, toda a tensão da fonte é aplicada sobre ele, impedindo a passagem de corrente elétrica.

Os diodos, em essência, são dispositivos unidirecionais, permitindo que a corrente flua apenas em uma direção. Esse comportamento é fundamental para o funcionamento das Pontes Retificadoras e de muitos outros circuitos eletrônicos.

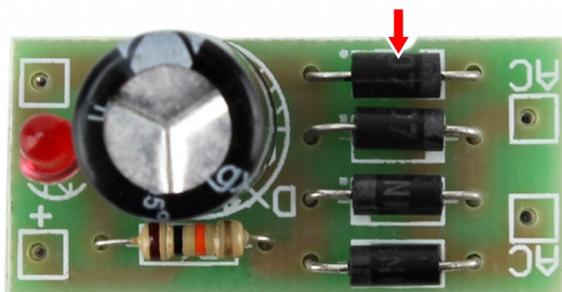
## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

### Construção e Funcionamento das Pontes Retificadoras

As Pontes Retificadoras podem ser encontradas como componentes prontos para uso ou montadas manualmente utilizando quatro diodos individuais.

Anteriormente já exibi (na figura 09.1) uma ponte retificadora montada em um CI.

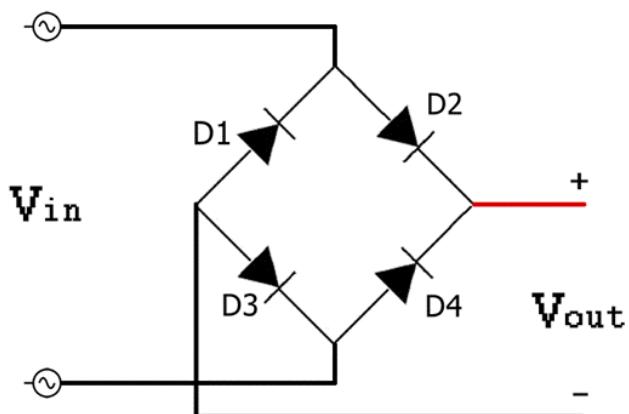
Na imagem a seguir temos uma foto de uma placa onde há os 4 diodos que forma a ponte retificadora. .



**Figura 09.4:** ponte retificadora com Diodo 1N4007.

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

Então meu amigo, o que torna essas pontes tão eficazes? Simples (ou não), é a maneira inteligente pela qual os diodos estão interconectados. Cada diodo é posicionado estratégicamente para garantir que a corrente elétrica flua na direção desejada, da mesma forma que as setas nos desenhos dos diodos indicam. A corrente viaja do ânodo para o cátodo de cada diodo, permitindo uma retificação eficaz da tensão alternada em tensão contínua.



**Figura 09.5:** esquema básico da ponte retificadora.

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

Em resumo, as Pontes Retificadoras são componentes fundamentais em eletrônica, desempenhando um papel vital na conversão de tensão alternada em tensão contínua. Elas consistem em quatro diodos conectados de maneira estratégica para garantir a retificação eficaz. O entendimento da polarização dos diodos e da forma como eles estão interconectados é crucial para o funcionamento adequado das Pontes Retificadoras e para o fornecimento de energia estável a vários dispositivos eletrônicos.

### **Teste prático**

Vamos direto para a prática? Então vamos lá! Vou usar aqui o Multímetro Hikari HM-2090.

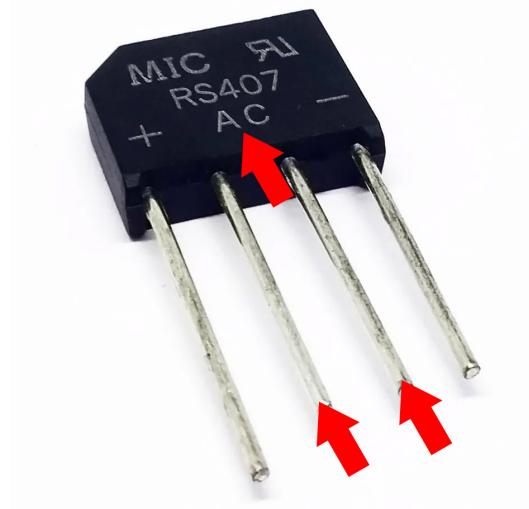
1 - Coloque a ponta de prova preta no borne COM e a vermelha no borne de medições de resistência, frequência e tensões ( $V\Omega mA$  -  $V/mA/\Omega$ );

2 - No multímetro, selecione a escala de diodos e semicondutores. Tem multímetro, como Minipa ET-1002, o “Beep” (aviso sonoro) para teste de continuidade fica junto, ou seja, na mesma escala dos diodos. Tem multímetro que essas

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

escalas ficam juntas e tem multímetro que a escala do beep fica separada. O Multímetro Hikari HM-2090 por exemplo tem a escala do “beep” e a escala de diodos. No caso, precisamos (vamos usar) da escala de diodos e semicondutores;

3 - Observe a ponte retificadora da imagem a seguir. Ela é do tipo CI. Pois bem, os dois pinos do meio são da tensão AC. A corrente alternada entra nesses pinos;



**Figura 09.6:** pinos AC.

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

4 - Eles podem ser identificados por AC ou pelo símbolo “~”;

5 - A regra é bem simples: Nesses dois pinos AC não pode aparecer nenhum valor de “voltagem” na tela do multímetro. Você vai ver na tela somente .OL (no caso do Hikari HM-2090 por exemplo) ou 1 (no caso do Minipa ET-1002);

6 - E você pode inverter as pontas de prova, coloque a vermelha em um pino e a preta no outro AC e depois inverta. Não pode mostrar “voltagem” na tela;

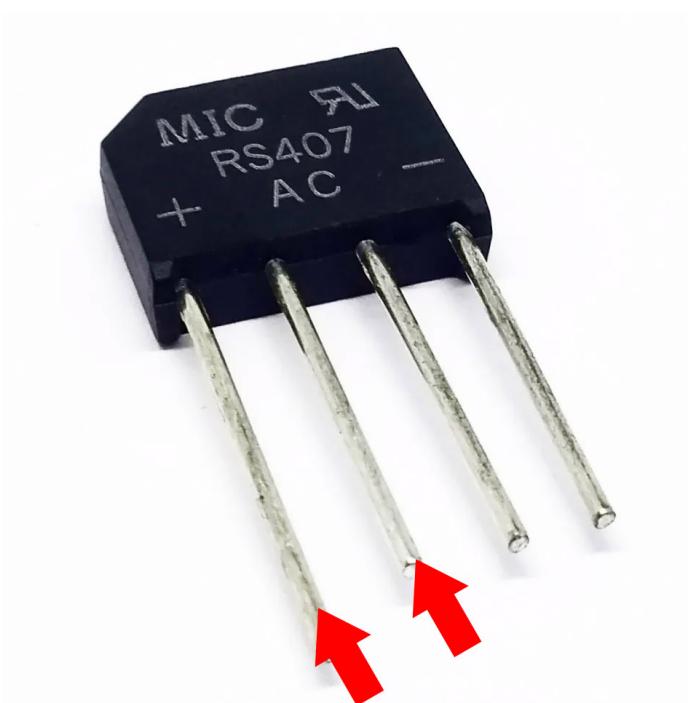


**Figura 09.7:** teste OK.

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

7 - Pronto. Esse é o primeiro teste. Se mostrar valor de “voltagem”, a ponte retificadora está ruim, pode descartar;

8 - Vamos para o próximo teste. Vamos testar do pino AC para o positivo;



**Figura 09.8:** o nosso teste agora vai ser entre esses dois pinos. Localize eles na sua ponte retificadora.

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

**9 - Preste atenção:** No pino positivo (sinal de +) da ponte retificadora vamos colocar a ponta de prova negativa (COM). E no Pino AC que está bem ao seu lado, vamos colocar a ponta de prova positiva;

10 - O pino positivo (+) da ponte retificadora é saída de tensão contínua;

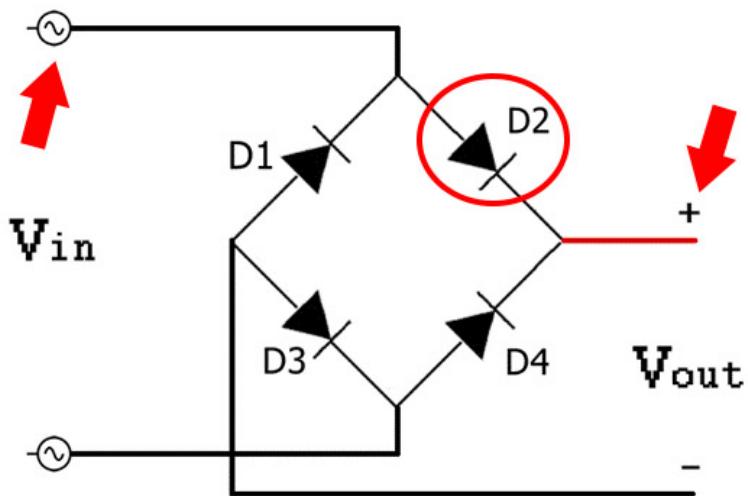
11 - Na tela do multímetro tem que aparecer um valor de "voltagem". Veja a imagem a seguir, temos 0.551V, ou seja, 551 milivolts (mV).



**Figura 09.9:** teste OK.

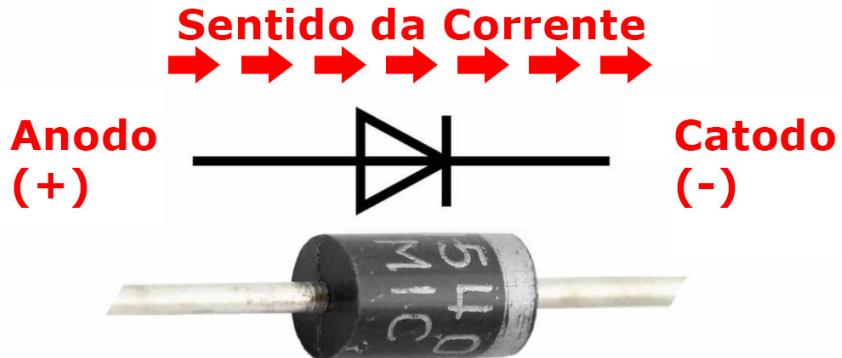
## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

12 - Observe a imagem a seguir a fica fácil entender o teste. Veja que temos exatamente o pino AC e o pino positivo e o diodo envolvido no teste. No pino AC colocamos a ponta de prova vermelha do multímetro exatamente para injetar a corrente.



**Figura 09.10:** nesse esquema vemos o pino AC e o pino +.

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora



**Figura 09.11:** e aqui vemos a explicação do sentido da corrente.

13 - Portanto, o que acontece se invertermos as pontas de prova do multímetro? O normal é não haver corrente. Não pode haver corrente do catodo para o anodo. Portanto, o multímetro não pode mostrar nenhum valor de “voltagem”. Você vai ver na tela somente .OL (no caso do Hikari HM-2090 por exemplo) ou 1 (no caso do Minipa ET-1002);

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora



**Figura 09.12:** teste OK.

14 - E podemos fazer o mesmo teste com os pinos AC e negativo. É a mesma técnica. Nesse caso você vai fazer assim:

14.1 - A ponta de prova positiva do multímetro vai no pino negativo (-) da ponte retificadora;

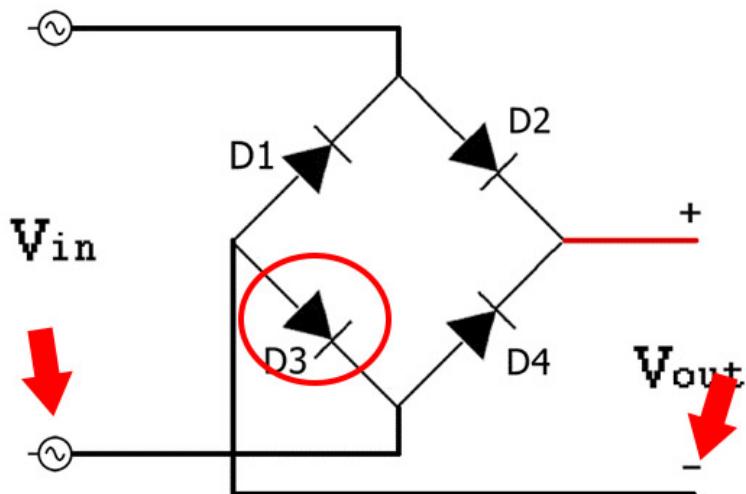
14.2- A ponta de prova negativa (COM) do multímetro vai no pino AC logo ao lado;

14.3 - Tem que dar um valor de “voltagem”;

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

14.4 - E ao inverter as pontas de prova não pode dar nenhum valor.

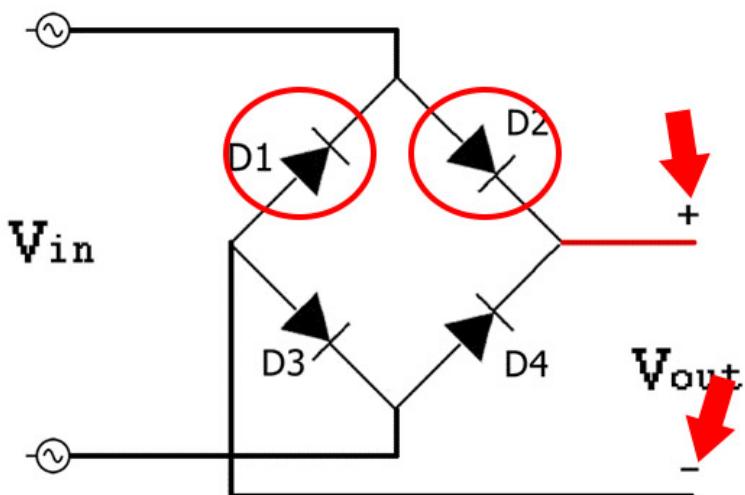
15 - Para ficar fácil entender o que acabei de explicar, analise a imagem a seguir.



**Figura 09.13:** depois de tudo que expliquei, essa interpretação aqui é por sua conta. Está fácil!

## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

16 - E uma questão: dá para testar do negativo para o positivo? Eu não iria responder, pois a essa altura você tem que saber essa resposta. Já expliquei toda a “mecânica da coisa” em detalhes. Mas, a resposta é sim. Agora, analise a imagem a seguir e tente explicar o teste.



**Figura 09.14:** essa imagem é inteiramente para a sua análise.

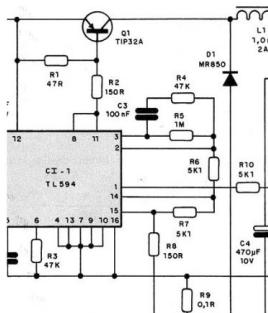
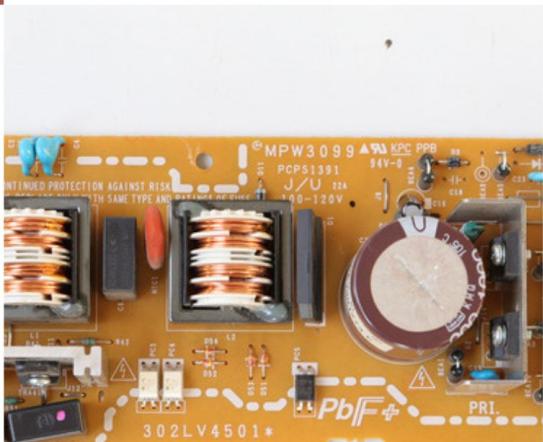
## Capítulo 09 - Como Testar Ponte Retificadora

Então é isso meu amigo! Ensinei para você passo a passo. Agora você já sabe como testar.

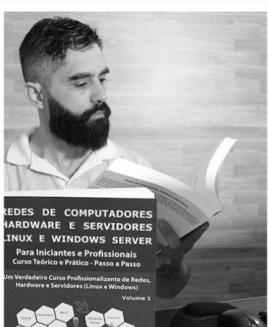
Em pontes retificadoras é muito comum encontrarmos curtos por exemplo. Não sei se existe uma estatística para isso, mas aqui na minha oficina é muito comum pontes retificadoras com curto nos pinos AC, porque a tensão alternada chega ali. Se ocorrer um surto de tensão, um pico de tensão, um raio, e etc, sempre chega primeiro ali nesses pinos.

Mas, não tem como prever isso e nem estou dizendo que isso é uma regra. Cada placa é uma placa. Cada análise é uma análise. Cada reparo é um reparo.

# CAPÍTULO 10



## Problemas em Capacitor Eletrolítico



## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

### Entenda Definitivamente

Os capacitores são considerados um dos três grandes componentes **passivos**, acompanhado de resistores e indutores, que formam os circuitos eletrônicos básicos.

Componentes passivos são dispositivos eletrônicos que consomem, armazenam e liberam eletricidade.

Esses três componentes passivos quando usados juntos em um circuito forma o que chamamos de circuito LCR.

Por definição um circuito LCR é um circuito elétrico no qual os componentes são: indutor (L), capacitor (C) e resistor (R).

Esses componentes podem estar conectados em série ou em paralelo. LCR vem inglês (Inductor, Capacitor and Resistor). Em português é comum encontrarmos o uso de RLC - resistor (R), indutor (L) e capacitor (C).

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

Cada letra são as letras de identificação dos componentes eletrônicos, a mesma identificação que podemos encontrar impressa nas placas.

Os componentes **ativos** são capazes de transformar a anergia recebida de uma fonte de alimentação, gerar energia para algum circuito, amplificar a baixa potência para a potência de saída de forma contínua e manipular a direção da corrente dentro dos circuitos.

Exemplos componentes **ativos**: Diodos, Transistores, SCR (Silicon Controlled Rectifier ou Díodo Controlado de Silício), Triacs, Circuitos integrados (CIs) e Microcontroladores.

Os capacitores são componentes simples que simplesmente recebem e fornecem eletricidade.

Embora pareçam menos importantes do que os componentes ativos, esses componentes passivos são fundamentais para garantir a precisão das operações ativas executadas pelos circuitos eletrônicos.

Vamos começar relembrando o básico. Isso é importante, serve como revisão, fixação e é uma

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

excelente forma de iniciar um raciocínio completo.

### **Vamos nos aprofundar ainda mais**

Já sabemos que o capacitor tem a função de armazenar energia. Só que além disso, ele também possui a função de **filtrar energia**.

Pode acontecer, e isso é muito comum, de ocorrer uma interrupção de energia, que chamamos de interrupção momentânea, que pode durar apenas algumas frações de segundos. E o dispositivo (computador, impressora, etc), neste caso vamos usar como exemplo um PC ligado direto na tomada, não desliga. E porque o computador não desliga? Nesse exemplo, o computador não desliga porque a energia armazenada nos capacitores alimentaram todos os circuitos da placa-mãe durante essa fração de segundos.

Então perceba que os capacitores possuem também a função de filtrar a energia. Mesmo que esteja ocorrendo essas interrupções de frações de segundos, a placa-mãe (já que dei como exemplo um computador, mas o mesmo vale

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

para impressoras e etc) continua ligada e com tensão estável.

Vale ressaltar que esses capacitores perdem essa energia muito rápido. Se ocorrer uma interrupção na energia, eles não segurarão carga por vários segundos ou minutos. Os circuitos da placa serão alimentados por essa carga, que rapidamente vai baixar até zerar caso não ocorra a realimentação. Por isso, essa carga que os capacitores possuem conseguem alimentar os circuitos da placa-mãe apenas em caso de interrupções que ocorrem em frações de segundos.

O tempo que um capacitor pode manter a sua carga após uma queda na alimentação de energia depende de vários fatores, como a capacidade do capacitor, a resistência da carga e a tensão de alimentação original. Em tese, um capacitor maior, considerando eventuais fugas, pode ficar mais tempo carregado.

Falando em eletrônica geral, interessante ressaltar que os capacitores de poliéster ou cerâmica com valores elevados são os que têm maior capacidade de manter as cargas por mais

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

tempo. Além disso, os capacitores eletrolíticos com valores muito altos também podem manter as cargas por mais tempo, desde que sejam de boa qualidade e não tenham fugas excessivas. É exatamente por isso que já é de conhecimento de técnicos que se deve ter cuidado ao lidar com circuitos recém-energizados que possuem capacitores de valores elevados. Existe sim o risco de choque e queimaduras. É preciso fazer a descarga desses capacitores com cuidado e de forma correta.

Em placas de baixo custo é usado muito comumente capacitores eletrolíticos. São capacitores de qualidade bem mais inferior e podem apresentar um problema bem comum que é o vazamento e estufamento.

### **Capacitância, Tensão e Temperatura**

A capacidade que um capacitor tem de armazenar energia (carga elétrica) se chama *capacitância*, e a unidade de medida é Farad (F) e seus submúltiplos: Millifarad (mF), Microfarad ( $\mu$ F), Nanofarad ( $\eta$ F) e Picofarad ( $\rho$ F). No

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

capacitor eletrolítico, essa informação estará descrita nele mesmo.

Outra informação importante é a tensão de operação máxima, que é a tensão máxima que pode ser aplicada em seus terminais e define a quantidade de carga máxima que ele pode armazenar. Essa tensão é descrita em Volts (V).

Por fim, outra informação que pode estar descrita é a temperatura máxima suportada, que estará descrita em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ).



**Figura 10.1:** informações de capacitância e tensão em capacitores eletrolítico

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico



**Figura 10.2:** informações de temperatura máxima suportada em capacitores eletrolítico.

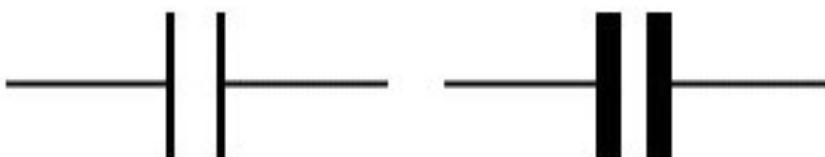
## Funcionamento elementar

Vamos começar pelo funcionamento elementar dos capacitores. Um lembrete, como já sabemos a simbologia básica dos capacitores é essa que

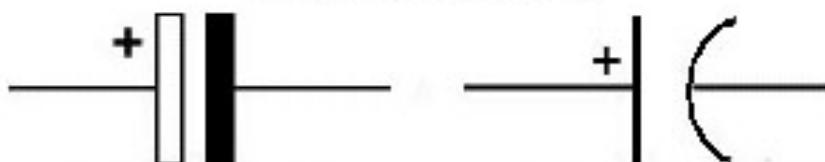
## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

vemos aqui na imagem. Já sabemos que capacitores não polarizados são os SMDs cerâmico e os polarizados mais comuns são os eletrolíticos, só para citar como exemplo:

**Capacitor não polarizado**



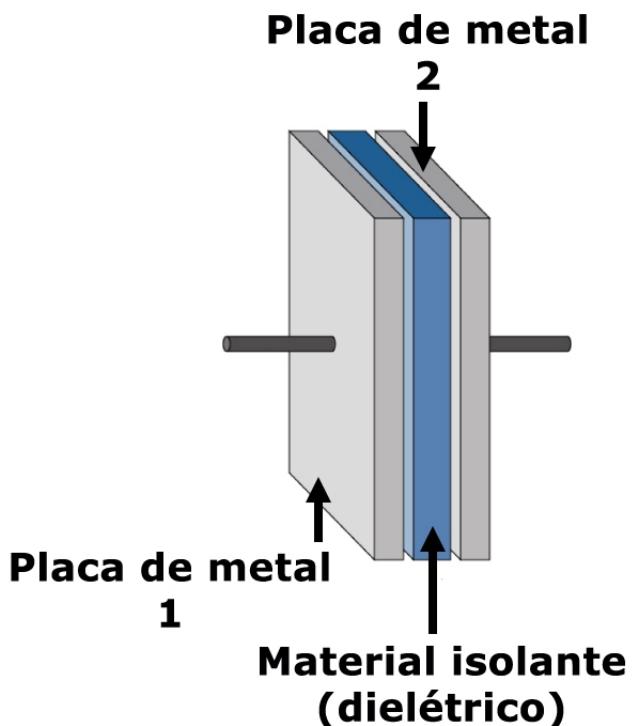
**Capacitor polarizado**



**Figura 10.3:** simbologia.

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

O funcionamento elementar consiste no seguinte: um capacitor normalmente consiste de duas placas de metal separadas por um material isolante. O isolante usado em capacitores é chamado de dielétrico.



**Figura 10.4:** esquema elementar.

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

As cargas fluem através do capacitor quando ele é alimentado com eletricidade. Quando o capacitor está descarregado a resistência é muito baixa, e ele vai se comportar como um curto. Conforme ele ganha carga a resistência aumenta gradativamente.

Quando a carga estiver completa, fluxo é bloqueado pelo isolador entre as placas de metal. E o capacitor passa a se comportar como uma chave aberta e não haverá mais a circulação de corrente pelo capacitor. Ou seja, no terminal que recebe a tensão (terminal positivo) você vai ter a tensão em questão, e no outro terminal (terra ou negativo) você vai ter tensão zero. Ou seja, as cargas são acumuladas em uma das duas placas de metal, enquanto a outra placa é induzida com uma carga oposta.

Enquanto o capacitor estiver com sua carga elétrica completa, o fluxo de corrente que entra se mantém bloqueado. Se a carga começar a baixar, automaticamente o fluxo elétrico de entrada começa gradativamente a recarregar, para que sua carga seja mantida sempre completa. Por exemplo: suponhamos que ocorreu uma interrupção de energia, que

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

chamamos de interrupção momentânea, que pode durar apenas algumas frações de segundos. O capacitor imediatamente forneceu energia para o circuito, e como ocorreu uma diminuição na sua carga elétrica, ele passou a ser alimentado com eletricidade novamente.

### **Capacitor em curto e capacitor em fuga**

- **Capacitor em curto:** o valor da resistência elétrica (em ohms -  $\Omega$ ) medido fica bem próximo de zero. Ele se comporta como se fosse um fio. O capacitor em bom desempenho apresenta uma resistência alta. Se você medir a tensão, a mesma tensão que for aferida em um polo vai dar no outro polo (porque a corrente está passando por ele). E pode acontecer do capacitor em um circuito não apresentar a tensão que deveria. Suponhamos que temos uma tensão de 12V entrando no circuito, mas, no capacitor ele pode apresentar 0V nos dois polos. Curto é o estágio final do capacitor.

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

- **Capacitor em fuga:** o valor da resistência elétrica (em ohms -  $\Omega$ ) medido fica bem mais baixo do normal, mas não fica próxima a zero. Ele se comporta como se fosse um pequeno resistor e apresenta uma resistência. Se for medir tensão, pode apresentar uma queda de tensão. Suponhamos que temos uma tensão de 12V entrando no circuito. O circuito está sendo alimentado por uma fonte geradora de energia. No polo positivo do capacitor medimos 12V, e no polo negativo medimos 3V. Isso significa que está ocorrendo passagem de corrente. Existe corrente circulando. O capacitor não está em curto porque quando medimos o polo positivo e o polo negativo não temos o mesmo valor, e sim um valor diferente, um valor menor indicando claramente uma queda de tensão. Isso é um forte indício de que o capacitor está com fuga de corrente. Internamente ele está se comportando como um resistor.
- **Capacitor aquecendo:** isso ocorre tipicamente quando o capacitor está em fuga. Como a resistência interna dele está

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

muito baixa, porém existe uma certa resistência, e há essa corrente passando por ele, ele acaba aquecendo. Em uma situação normal não deveria ter esse fluxo de corrente. O capacitor não foi feito para suportar essa corrente constante, portanto, ele fatalmente vai dissipar calor.

### **Testar capacitor eletrolítico fora da placa**

Vamos finalmente fazer nossos primeiros testes práticos em capacitores eletrolíticos. Vamos começar compreendendo os testes que podemos fazer com eles fora da placa. Para isso vamos precisar do multímetro e do capacímetro.

#### **Primeira observação:**

**Polaridade do capacitor eletrolítico:** Sabemos que existe capacitor eletrolítico polarizado e não polarizado.

- Os capacitores eletrolítico não polarizados serão identificados por BP, de bipolar.

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

- Os polarizados terão uma faixa geralmente branca no terminal negativo. Pode ser outra cor. O terminal oposto será o positivo.

### **Segunda observação:**

Descarregue o capacitor. Como os capacitores de placas-mãe possuem valores baixos em relação a capacitores de alto valores existentes, você pode encostar um metal nos dois polos. Pode ser uma das pontas de provas do multímetro por exemplo;

1. Atenção: cuidado ao lidar com circuitos recém-energizados que possuem capacitores de valores elevados. Existe sim o risco de choque e queimaduras. É preciso fazer a descarga desses capacitores com cuidado e de forma correta. Mas isso é em eletrônica geral, em aplicações tais como fornos de micro-ondas, ar-condicionado, máquinas de lavar e por aí vai.
2. Voltando aqui para as placas-mãe, que é o que nos interessa: pode ficar tranquilo. Você não vai ganhar choque e nem se

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

queimar com capacitores de placas-mãe.  
Pode fazer a descarga conforme ensinei;

### **Teste de carga 3V – Carregar, Armazenar e Descarregar**

O primeiro teste que podemos fazer com o multímetro é o teste de carga de 3V. As pontas de provas do multímetro na escala de diodo, possui uma tensão de 2.9 a 3V, às vezes um pouquinho mais. Podemos carregar o capacitor com esses 3V e verificar se o capacitor armazenou essa carga. Então vamos lá:

1 - Coloque a ponta de prova preta no borne COM e a vermelha bem aqui no borne de medições de resistência, frequência e tensões ( $V\Omega mA$  -  $V/mA/\Omega$ );

2 - No multímetro, selecione a escala de continuidade, a escala de diodos e semicondutores, a escala do beep;

3 - Descarregue o capacitor;

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

4 - Se o capacitor possuir polaridade, coloque a ponta de prova preta no terminal negativo do capacitor e a vermelha no positivo. Se o capacitor não possuir polaridade, as pontas de provas podem ser conectadas em qualquer posição;

5 - No visor você poderá ver a tensão sendo aplicada e na sequência vai para 1 ou .OL (infinito). O normal é estabilizar no valor 1 na tela ou em OL. Se ficar um valor alto o tempo todo é sinal de que o capacitor não está segurando carga;

6 - Após fazer esse procedimento, vamos verificar se o capacitor segurou essa carga de aproximadamente 2,9V ou 3V. Para isso, mude a escala para 20 DCV e faça a aferição;

7 - No visor você vai ver o valor da tensão, que pode ser algo em torno de 3V ou um valor menor que 3V e que vai estar diminuindo gradativamente.

Se nessa etapa final você visualizar um valor em torno 3V ou um valor menor que 3V mais ou menos, e esse valor vai diminuindo, isso significa

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

que o teste de carga está OK. O capacitor está sendo carregado. A capacidade dele armazenar energia está aparentemente normal.

Você pode descarregar e verificar se o valor fica bem pequeno. Nesse caso é normal, significa que ele foi descarregado corretamente. E portanto, o capacitor carrega, armazena e descarrega.

O que pode acontecer aqui? O capacitor pode não segurar carga. Se ele não conseguir armazenar esses 3V ou 2.9V, ele está ruim. A sua capacidade de armazenar carga está comprometida. Ele pode mostrar no visor um valor de tensão muito baixo, quase zero.

E quando o capacitor está totalmente danificado ele pode não responder a nenhum teste. Ele não vai carregar e nem armazenar. O multímetro não vai mostrar nenhum valor, ele pode simplesmente ficar estagnado com o numero 1 na tela indicando valor infinito. Pode ser que o capacitor chegou a fim de sua vida útil ou sofreu fundição por alta temperatura, e perdeu totalmente a sua capacitância. Um teste final com o capacímetro pode mostrar isso. E esse será o próximo teste.

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

### Medições de capacidade

Já fizemos o teste de carga e descarga. Com esse teste conseguimos verificar se o capacitor carrega, armazena e descarrega.

Agora vamos fazer medições de capacidade. Esse teste é extremamente importante e pode ser considerado o teste final. Nós já sabemos que a capacidade que um capacitor tem de armazenar energia (carga elétrica) se chama *capacidade*, e a unidade de medida é Farad (F) e seus submúltiplos: Millifarad (mF), Microfarad ( $\mu$ F), Nanofarad ( $\eta$ F) e Picofarad ( $\rho$ F). No capacitor eletrolítico, essa informação estará descrita nele mesmo.

Um capacitor pode perder capacidade, e portanto vai perder capacidade de armazenar energia.

Para medir capacidade, você pode usar um multímetro que possui essa escala, ou, usar um capacímetro.

O multímetro Hikari HM-2090 possui a escala de capacidade. Basta selecionar a escala com o

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

símbolo do capacitor. E coloque a ponta de prova preta no borne COM e a vermelha no borne de medições de resistência, frequência e tensões ( $V\Omega mA$  –  $V/mA/\Omega$ ).

Conekte/encoste a ponta de prova preta no terminal negativo e vermelha no positivo do capacitor. O valor de capacitância será mostrado na tela.

Para fazer as medições de capacitância com o capacímetro Minipa MC-154A, você vai fazer o seguinte:

- 1 - Colocar a ponta de prova preta no borne do meio (ele é o negativo), e a ponta de prova vermelha no borne da esquerda ou da direita (positivo);
- 2 - Escolha a faixa/escala de capacitância mais próxima e acima da capacitância do capacitor em questão;
- 3 - Caso o capacitor tenha polaridade, observe essa polaridade antes de medir;
- 4 - Descarregue o capacitor;

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

5 - Conecte/encoste a ponta de prova preta no terminal negativo e vermelha no positivo do capacitor. O valor de capacidade será mostrado na tela.

A capacidade medida nem sempre será exata. Existe uma tolerância que gira em torno de 5% para mais ou para menos. Se der um valor muito inferior, o capacitor está ruim, pois, ele perdeu capacidade e não é mais confiável.

Então é isso meu amigo. Lembrando que já tivemos aulas sobre o uso do capacitômetro Minipa MC-154A, onde tivemos a oportunidade de aprender sobre Como detectar capacitor em curto ou fuga, Capacidades parasitas e interferências, Como medir capacitores com capacidade não conhecida, Medidas básicas, a Unidade de medida Farad entre outros assuntos. Por isso é importante não pular aula. Quem tiver assistindo aula por aula, fazendo todas as avaliações para testar os conhecimentos, estudando novamente caso seja necessário, vai aprender muito. Muito mesmo. Olha a quantidade de conteúdo que já abordamos até aqui.

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

### **Como encontrar lado negativo e positivo dos capacitores na placa**

Vamos começar com esse procedimento que é um conhecimento elementar e crucial. Com esse teste podemos usar o multímetro para localizar o polo/terminal negativo, que é o terra, do capacitor e consequentemente o seu polo/terminal positivo.

Dá para identificar, inclusive, o terra de capacitor eletrolítico, SMD, entre outros capacitores e outros componentes eletrônicos. Para isso, no multímetro, vamos usar a escala de continuidade, a escala de diodos e semicondutores, a escala do beep.

E já conseguiremos detectar curto no capacitor ou no circuito. Ao detectar um curto, pode ser no capacitor em questão ou em algum outro ponto do circuito. Lembre-se de tudo que já estudamos sobre as interferências dos componentes eletrônicos em uma linha.

Quando um componente entra em curto, por exemplo, a linha toda poderá acusar problema. Tranquilo?

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

Conhecimento importantíssimo, o “pulo do gato”: o terminal terra de qualquer componente eletrônico na placa vai beepar com qualquer ponto de terra na placa, que pode ser parafusos aterrados (que são parafusos que estão em furos revestidos de cobre ou estanho), partes metálicas que envelopam as portas USB, áudio, microfone, RJ-45 ou outros pontos aterrados.

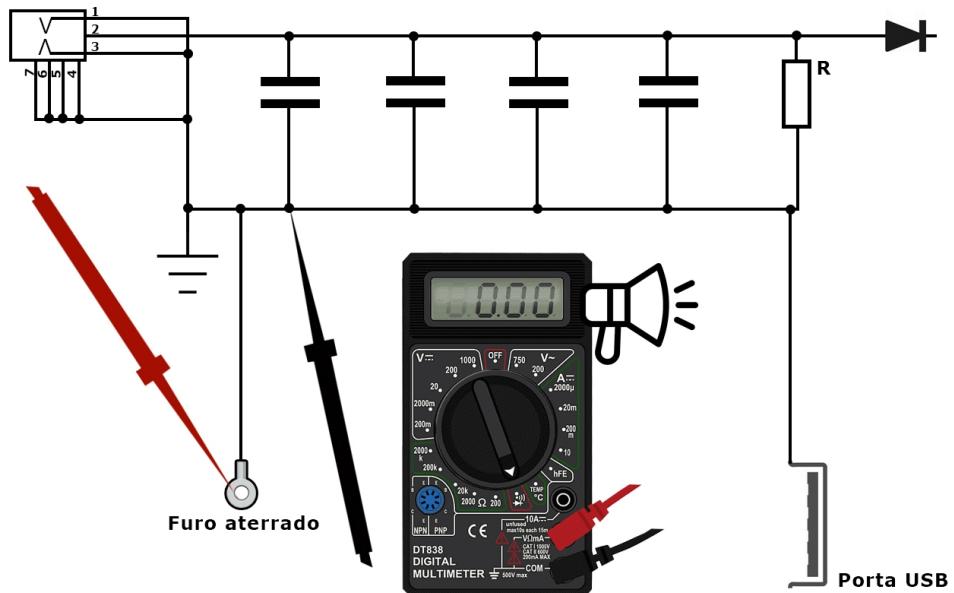
Se você verificar uma entrada de microfone, USB, saída de áudio, um furo na placa, só para citar como exemplo, você vai observar que existe uma parte metálica encobrindo elas.

Essa parte metálica é aterrada. No caso dos furos, existem furos metalizados (e portanto aterrados) e furos não metalizados (e portanto não aterrados).

Se você colocar o multímetro na escala de continuidade (a escala do beep), encostar um ponta de prova nesse aterramento e a outra no terminal terra de um capacitor por exemplo, o que vai acontecer? Vai conduzir e o multímetro vai beepar. E no visor ele vai exibir 0 (zero) resistência, porque não há resistência, é como se

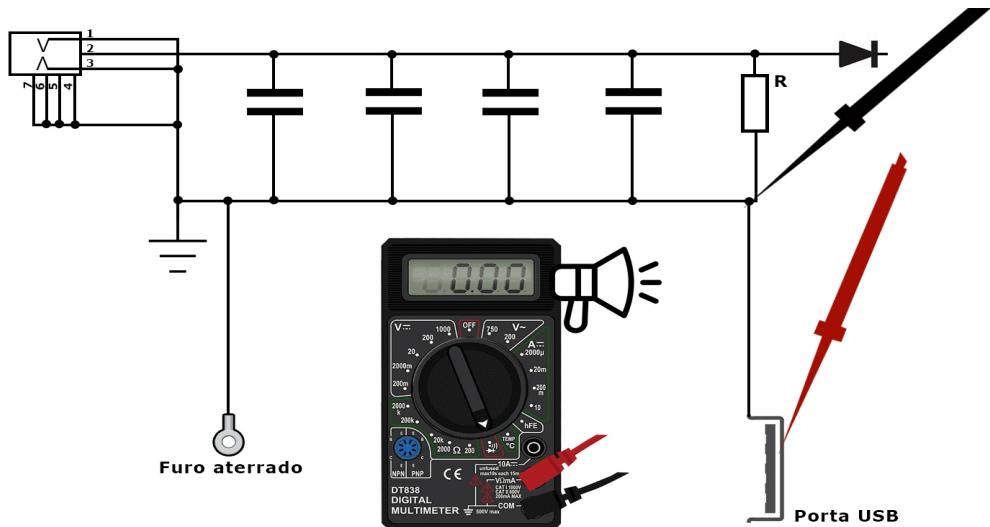
## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

fosse um fio ligado direto, está ocorrendo uma condução de tensão direta.



**Figura 10.5:** veja essas duas demonstrações (essa e a próxima). Aqui o multímetro vai beepar.

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico



**Figura 10.6:** veja essas duas demonstrações (essa e a anterior). Aqui o multímetro vai beepar.

Inclusive, vou deixar uma curiosidade: se você pegar dois componentes eletrônicos na placa, um capacitor e um diodo por exemplo, e colocar as pontas de prova do multímetro em seus terminais terra, ou seja, um ponta de prova do multímetro no terminal terra do capacitor e a outra ponta no terminal terra do diodo, o multímetro vai beepar porque há condução nessa

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

linha terra. Mas isso aqui é apenas uma curiosidade, não é um teste prático fazer dessa forma.

### **E como identificar o polo/terminal negativo, que é o terra e consequentemente o polo/terminal positivo de um capacitor ou de outros componentes eletrônicos?**

Muito simples, e tenho certeza que você já entendeu. Vamos pensar um pouco: se você aterrrou a ponta de prova vermelha do multímetro em uma parte metálica aterrada da placa-mãe, que pode ser um furo metalizado por exemplo, a ponta de prova preta vai fazer com que ocorra uma condução ao ser encostada no polo/terminal terra do capacitor ou do componente eletrônico que você estiver verificando. Conduziu, "beepou"? Então você encontrou o polo/terminal terra. Se for um componente que possui apenas dois polos/terminais, o outro polo/terminal é o positivo.

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

Lembrando que, no multímetro, estamos usando a escala de continuidade, a escala de diodos e semicondutores, a escala do beep.

**E como podemos verificar se há curto usando o multímetro, na escala de continuidade, a escala de diodos e semicondutores, a escala do beep?**

Lembrando que, no multímetro, estamos usando agora a escala de continuidade, a escala de diodos e semicondutores, a escala do beep.

Há **duas formas** de se fazer isso. As duas funcionam e nós dá pistas importantíssimas se há curto no componente em questão ou em algum ponto do circuito. Vamos continuar os testes especificamente com capacitores, seja eletrolítico, SMD cerâmico ou outro.

A **primeira forma**, o primeiro método de se fazer o teste é exatamente essa técnica que aprendemos até aqui:

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

1 - No multímetro, selecione a escala de continuidade, a escala de diodos e semicondutores, a escala do beep;

2 - Encostamos a ponta de prova vermelha em algum ponto aterrado da placa-mãe, que pode ser um furo metalizado ou uma parte metálica de uma porta USB, porta de áudio ou de microfone por exemplo;

3 - A ponta de prova preta do multímetro encostamos em um dos terminais do capacitor por exemplo. Se não “beepar”, já concluímos que esse terminal é o positivo. Certamente o outro terminal vai beepar e ele será o terra. Esse comportamento indica que não há curto no capacitor;

4 - Agora pode acontecer de beepar nos dois terminais. Nesse caso há um curto, pois, há condução nos dois polos e isso indica que há curto no capacitor ou em algum outro componente na linha. Mas preste muita atenção: há um “porém” que vou explicar em instantes. Muita atenção nisso!

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

A **segunda forma**, método de se fazer o teste é encostando as duas pontas de prova do multímetro direto no componente:

1 - No multímetro, selecionamos a escala de continuidade, a escala de diodos e semicondutores, a escala do beep;

2 - Encostamos uma ponta de prova em um terminal do capacitor e a outra ponta de prova no outro terminal.

3 - Inicialmente não pode “beepar”. Se não “beepar” o capacitor está, pelo menos pela indicação desse teste especificamente, em bom estado. Podemos inverter as pontas de prova e repetir o teste. O capacitor em bom desempenho apresenta uma resistência alta, você verá um valor de resistência alta no visor. Lembrando que a unidade de medida da resistência elétrica é ohm, cujo símbolo é  $\Omega$  (ômega). Portanto esses valores se referem a medidas em ohms.

4 - Se “beepar” há curto nesse capacitor ou em algum outro componente na linha. Ele pode apresentar um valor 0 (zero) ou um valor de resistência muito pequena no visor

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

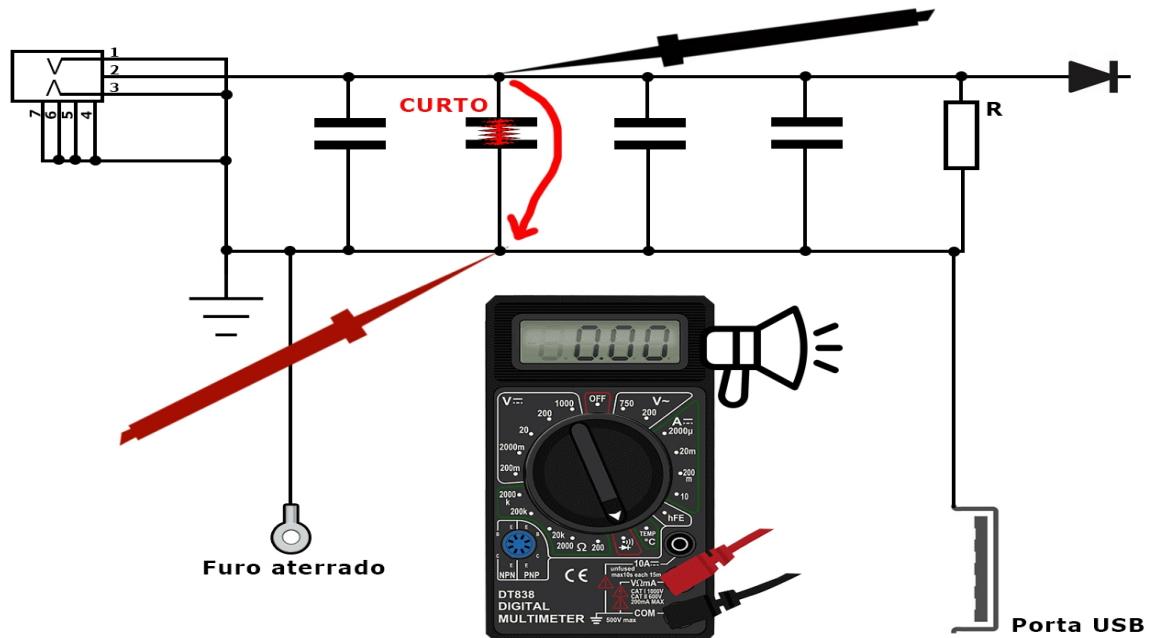
### **Entenda isso**

Entenda isso, ambos os testes podem acusar curto no componente que você está testando ou em outro componente na linha.

Se o componente que você está testando estiver em curto, vai conduzir através dele e o multímetro vai beepar acusando o curto.

Veja essa imagem onde podemos observar um curto no componente que estamos testando.

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico



**Figura 10.7:** veja esses dois curto no componente que está sendo aferido. Vai beepar e o multímetro vai exibir 0 (zero) resistência no visor.

Eu já ensinei isso no meu curso através da explicação de diversas situação. E você tem que entender perfeitamente essa questão da interferência de outros componentes na linha. O

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

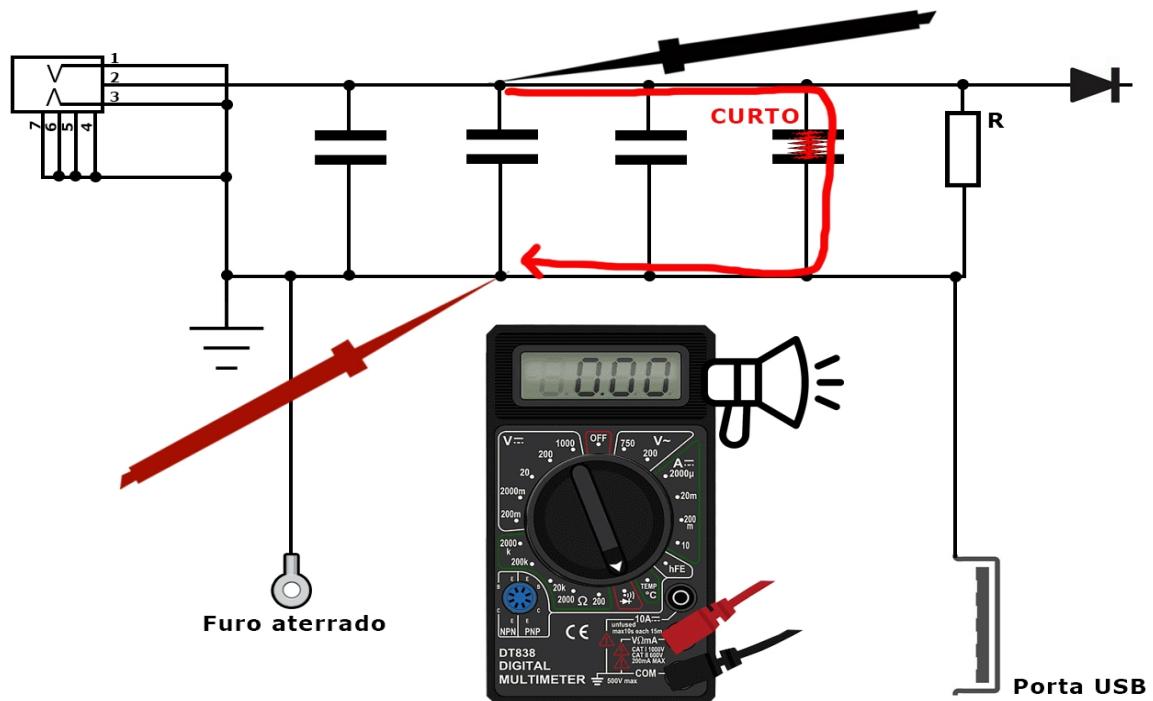
multímetro está acusando curto, ele está beepando e mostra zero (ou um valor extremamente baixo, algo tipo 005) de resistência no visor. Só para citar como exemplo. Isso não é regra. Mas o curto está em outro componente no circuito. Olha que interessante isso, veja como é bom realmente aprender de fato como a “coisa” funciona.

Eu não canso de repetir isso. Vocês tem que aprender como que tudo funciona a ponto de vocês se tornarem **FLUENTES** no assunto. De nada adianta aprender que pode ocorrer um curto aqui, mas, vocês não sabem exatamente como que o negócio acontece, o porquê de acontecer. Conhecimento é tudo, é o que vai fazer você se diferenciar e ganhar destaque.

Já cansei de ver vídeos de pessoas falando que determinados problemas é o horror de sua oficina, deixa todo mundo de cabelo em pé. Meu amigo, espere um momento. É o horror da sua oficina porque vocês não dominam o assunto? É isso? Vocês não conhecem todos os parâmetros do problema? Se for isso, é deficiência técnica. É hora de voltar a estudar. Pegue aquilo que te

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

deixa de cabelo em pé, estude até ficar fluente no assunto.



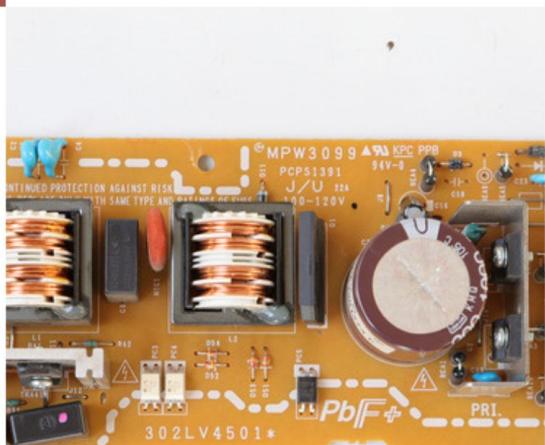
**Figura 10.8:** aqui na imagem vemos claramente, o curto está em outro componente que não está sendo diretamente aferido, mas, o multímetro vai acusar curto. Estamos aferindo o segundo capacitor (da esquerda para direita), o curto está no quarto capacitor. Mas o multímetro

## Capítulo 10 - Problemas em Capacitor Eletrolítico

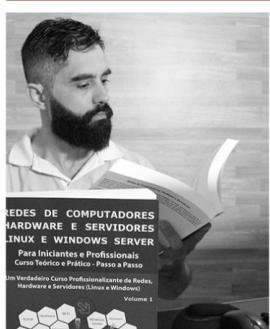
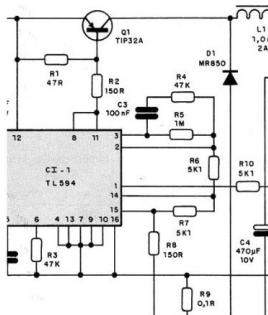
acusa o curto. A tensão aplicada na ponta do multímetro conseguiu um caminho através do curto que está no quarto capacitor, acusando dessa forma que há continuidade na linha. Há um curto na linha. Cabe a você usar tudo que estou ensinando e descobrir qual componente eletrônico realmente está em curto.

*Então é isso, vamos seguir em frente, fiquem todos com Deus.*

# CAPÍTULO 11



Problemas em Diodos:  
Comuns e Schottky



## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky

# Entenda Diodos Definitivamente

Meu amigo, nos já estudamos isso aqui. Se eu explicar tudo novamente vai ficar extremamente repetitivo. Mas isso tudo é um excelente sinal. É sinal que você está assimilando tudo!

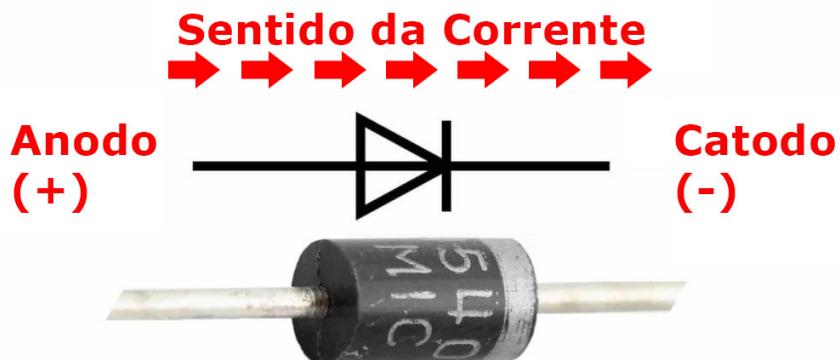
Revisão rápida: um diodo é um componente semicondutor que possui polarização, com terminais conhecidos como ânodo (positivo) e cátodo (negativo).

Um diodo é formado por dois terminais, um P e outro N, denominados Anodo (lado positivo) e Catodo (lado negativo), respectivamente. Esse componente eletrônico é construído, geralmente, de cristais dopados de silício e germânio. Possui a propriedade de permitir a passagem de energia elétrica somente em um sentido (do anodo para o catodo).

Além disso, a corrente elétrica só circula se a tensão do anodo for maior que a do catodo. É como se ele fosse uma micro chave: se a tensão do anodo for maior que a do catodo (polarização direta), a corrente circula (chave ligada). Se a

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky

tensão do anodo for menor que a do catodo (polarização indireta), a corrente não circula (chave desligada).



**Figura 11.1:** e aqui vemos a explicação do sentido da corrente.

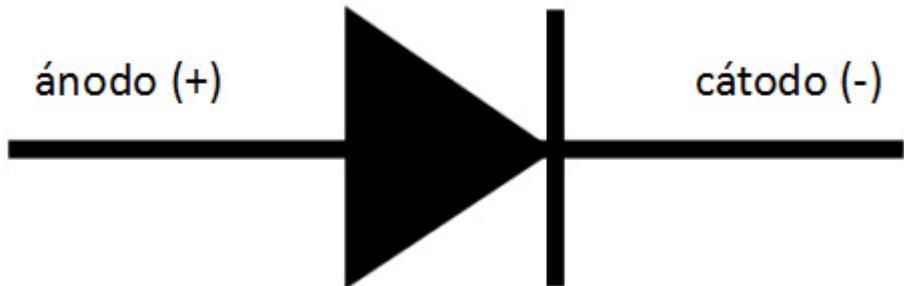
Existem vários tipos de diodos, onde citamos: diodo de silício de uso geral, diodos retificadores, diodo SMD, diodos emissores de luz (LEDs), fotodiodos, varicap, diodo zener e diodo schottky ("xótiqui"), só para citar como exemplo.

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky



**Figura 11.2:** alguns tipos de diodos.

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky



**Figura 11.3:** simbologia básica de diodos.

### Teste prático

Vamos direto para a prática? Então vamos lá!  
Vou usar aqui o Multímetro Hikari HM-2090.

1 - Coloque a ponta de prova preta no borne COM e a vermelha no borne de medições de resistência, frequência e tensões (VΩmA - V/mA/Ω);

2 - No multímetro, selecione a escala de diodos e semicondutores. Tem multímetro, como Minipa

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky

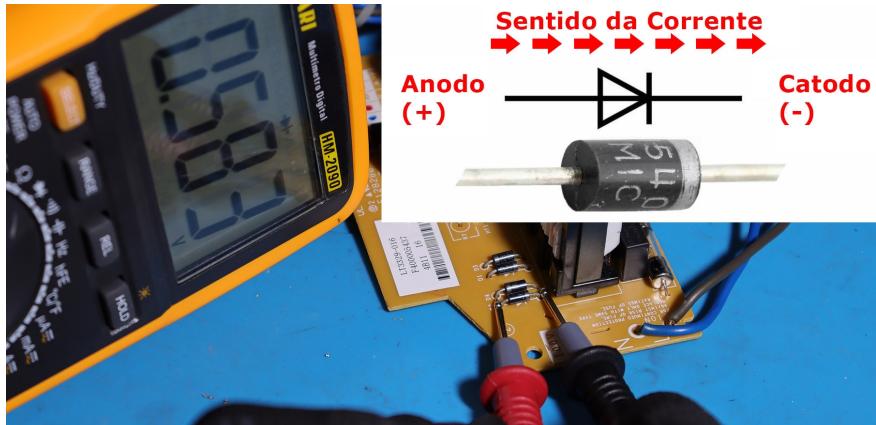
ET-1002, o “Beep” (aviso sonoro) para teste de continuidade fica junto, ou seja, na mesma escala dos diodos. Tem multímetro que essas escalas ficam juntas e tem multímetro que a escala do beep fica separada. O Multímetro Hikari HM-2090 por exemplo tem a escala do “beep” e a escala de diodos. No caso, precisamos (vamos usar) da escala de diodos e semicondutores;

3 - Coloque a ponta de prova positiva do multímetro no anodo e a ponta de prova negativa (COM) no catodo;

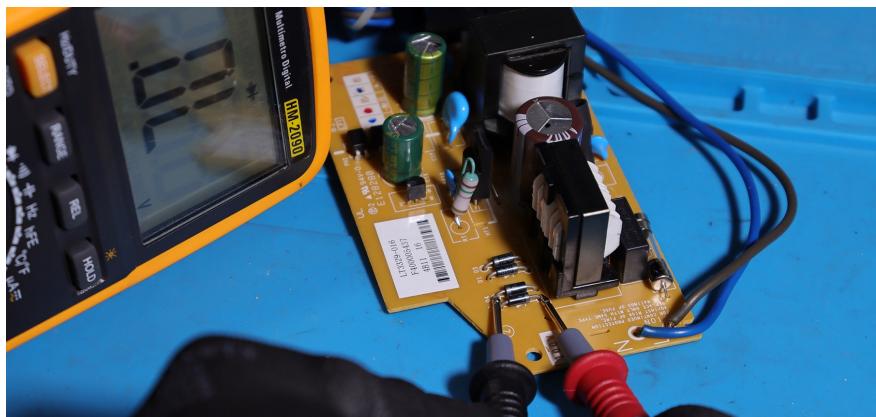
4 - Na tela do multímetro tem que aparecer um valor de “voltagem”. Veja a imagem a seguir, temos 0.583V, ou seja, 583 milivolts (mV).

5 - E você pode inverter as pontas de prova do multímetro, não pode mostrar/fixar “voltagem” na tela. Você vai ver fixo na tela somente .OL (no caso do Hikari HM-2090 por exemplo) ou 1 (no caso do Minipa ET-1002);

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky



**Figura 11.4:** teste de diodos. Teste OK.



**Figura 11.5:** teste de diodos. Teste OK.

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky

### Díodo Schottky / Dual Schottky

Então meu amigo, já tivemos todo esse estudo sobre diodos. Até aqui estudamos basicamente sobre os diodos comuns.

Pois bem, sobre os diodos Schottky, podemos encontrar bastante:

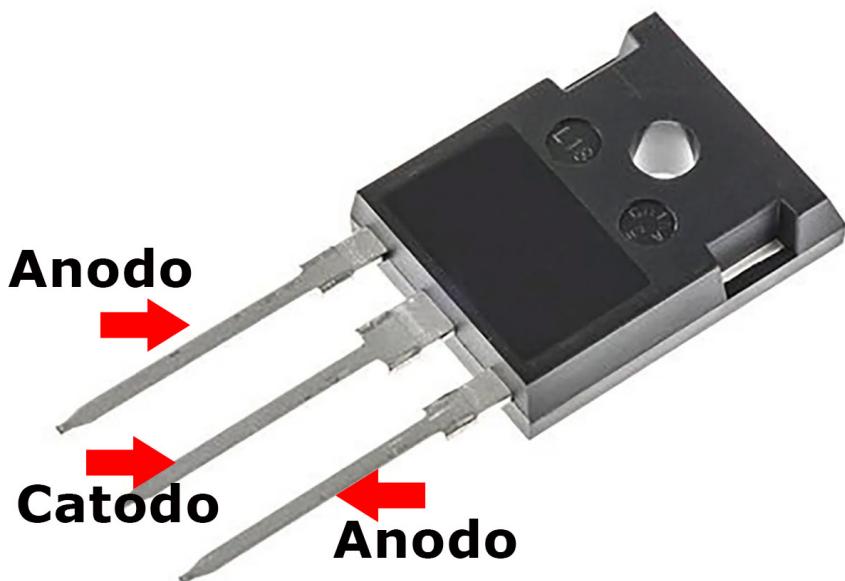
- **Díodos Schottky:** semelhante ao diodo comum;



**Figura 11.6:** diodo Schottky.

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky

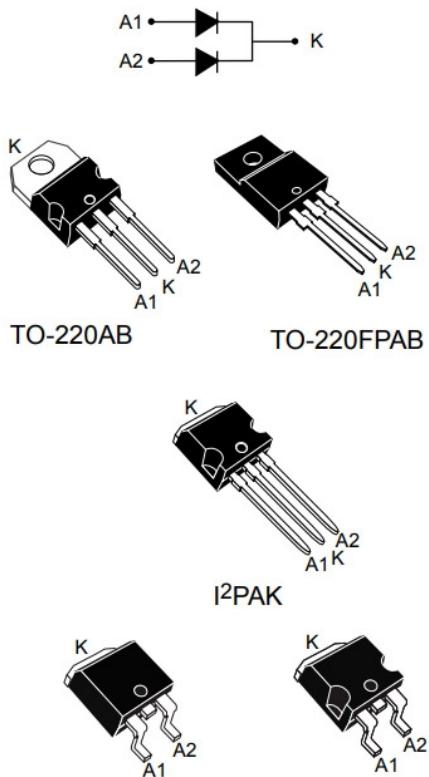
- **Schottky duplo (dual Schottky):** veremos três terminais. Mas é bem tranquilo de entender/aprender. A imagem a seguir já explica tudo.



**Figura 11.7:** diodo Schottky duplo.

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky

E existe inclusive opções SMD, além do PTH. PTH: Pin Through Hole. Terminal inserido no furo.



**Figura 11.8:** veja aqui alguns exemplos.

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky

### **E como testar diodos Schottky duplo?**

Portanto, perceba que dizer “diodo de três terminais” é apenas uma forma simples de se referenciar o diodo duplo.

O que ensinei anteriormente, a forma de testar, vale para diodos Schottky de dois terminais. É exatamente a mesma coisa. O teste é o mesmo.

E quanto aos diodos Schottky duplo?

Simples meu amigo:

1 - Multímetro na escala de diodos e semicondutores;

2 - Ponta de prova positiva do multímetro vai no Anodo;

3 - Ponta de prova negativa (COM) no catodo.

3 - O que tem que acontecer? Tem que dar uma “voltagem” na tela do multímetro;

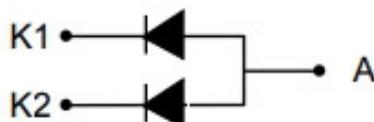
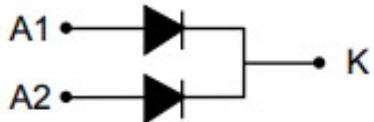
## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky

4 - E você pode inverter as pontas de prova do multímetro, não pode mostrar/fixar “voltagem” na tela. Você vai ver fixo na tela somente .OL (no caso do Hikari HM-2090 por exemplo) ou 1 (no caso do Minipa ET-1002).

Uma dica: o mais comum nesse caso é: anodo, catodo, anodo.

Mas pode existir: catodo, anodo, catodo.

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky



**Figura 11.9:** veja aqui alguns exemplos.

### Como diferenciar o diodo comum para o Schottky?

Vou deixar uma dica final. Existe o diodo comum e diodo Schottky que são fisicamente iguais. Você pode estar trabalhando em uma placa e se atrapalhar nessa hora.

## Capítulo 11 - Problemas em Diodos: comuns e Schottky

Mas existe uma dica bem útil: o diodo Schottky conduz com uma tensão menor que o diodo comum.

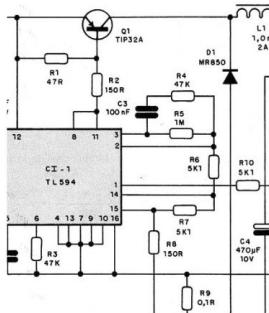
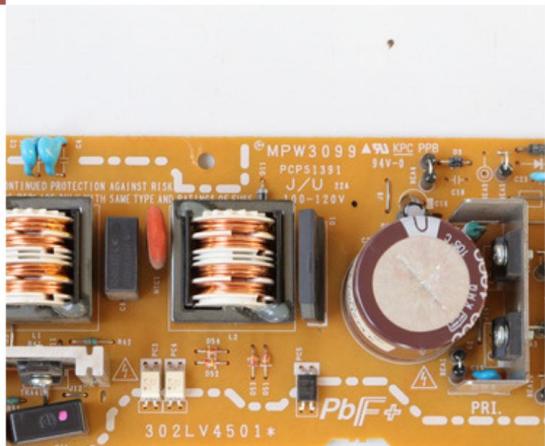
Portanto se você medir um grupo de diodos e está dando mais de 500 ou 600 milivolts (mV), e um ou mais diodos está dando algo em torno de 100 ou 250 milivolts (mV), esses de 100 ou 250 milivolts (mV) tem uma grande chance de ser diodo Schottky.

Lembrando que esses valores são apenas exemplos. Você pode fazer testes na placa. Sugiro que faça isso agora. Faça a aferição de diodos comuns e diodos Schottky (pode ser duplo). Compare as “voltagem”. Já é um excelente exercício.

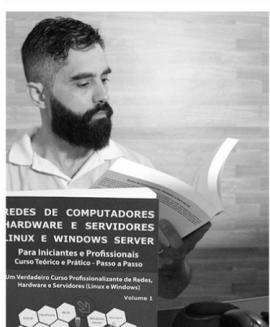
E a “dica de ouro” é a consulta de datasheets. Isso aqui é básico. Vou até deixar um site que é muito bom, nele você pode ter acesso a diversos componentes eletrônicos, e o melhor: tem acesso aos datasheet de cada um.

<https://br.mouser.com/c/semiconductors/discrete-semiconductors/diodes-rectifiers/schottky-diodes-rectifiers/>

# CAPÍTULO 12



Problemas em  
Transistores MOSFET



## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

# Entenda Transistores MOSFET Definitivamente

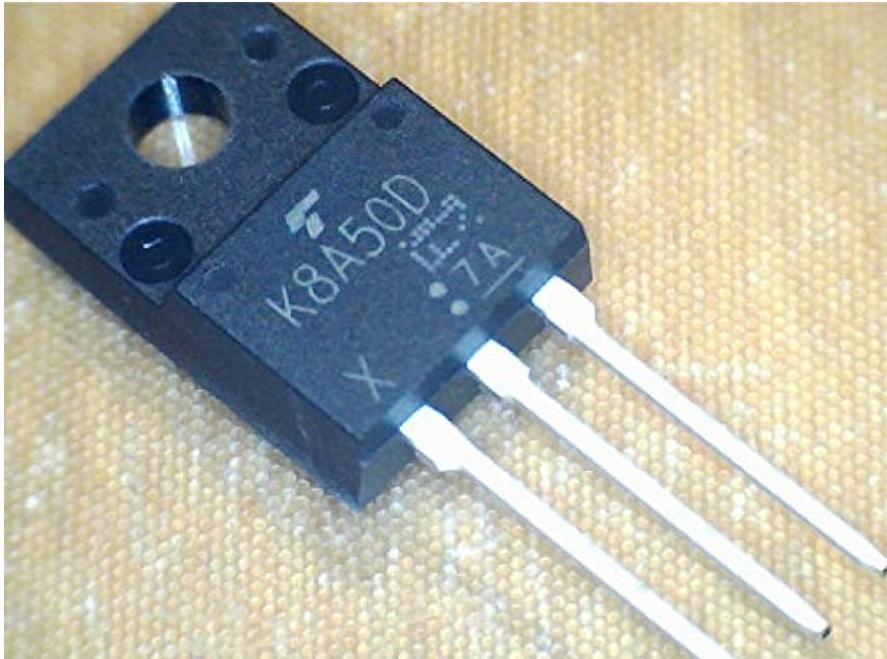
Aproveitando que acabei de falar de diodo, vamos para o transistor e MOSFET.

Neste livro já apresentei para você sobre os transistores MOESFET na placa e sua função. Como livro é bem extenso (já estamos no capítulo 12!) vou fazer uma breve revisão.

Na placa fonte que estamos usando como exemplo, logo após o capacitor de filtro encontramos mais um elemento importante: dois transistores MOSFET (nesse caso).

Na placa do nosso exemplo eles são identificados por Q1 e Q2, e ambos são aparafusados em um dissipador de alumínio. São transistor K8A50D.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET



**Figura 12.1:** transistor K8A50D.

Os transistores MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) no primário da fonte desempenham um papel crucial no seu funcionamento.

Esses MOSFETs são usados para controlar o fluxo de corrente elétrica na parte primária do circuito

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

da fonte de alimentação, especialmente na etapa de chaveamento.

Um transistor Mosfet trabalha tipo uma chave liga/desliga. E isso é feito milhares de vezes por segundo.

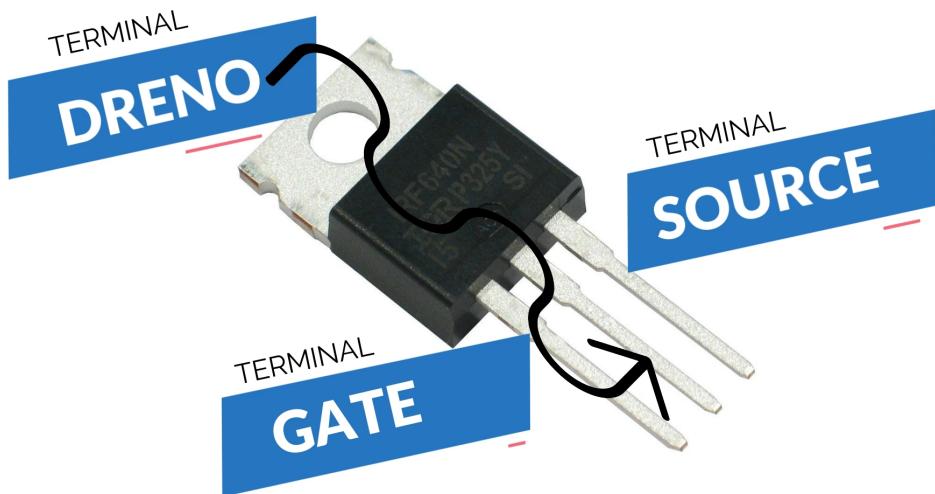
Neste tópico apresento o transistor Mosfet de três terminais.

Cada terminal possui um nome bem específico (conforme imagem a seguir):

- O terminal da esquerda é Gate;
- O da direita é o Source;
- O do meio e o de cima é o Dreno.

Esses MOSFETs são usados como interruptores eletrônicos controlados para alternar rapidamente a corrente elétrica na bobina do transformador principal da fonte de alimentação.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

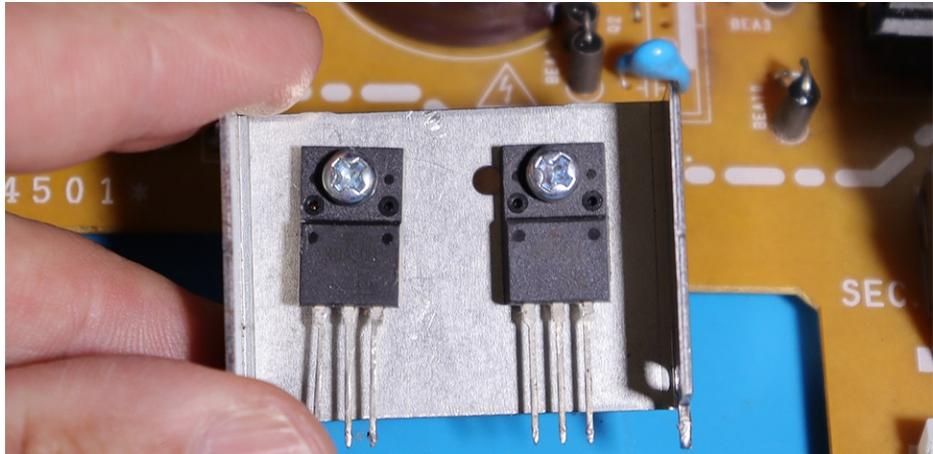


**Figura 12.2:** terminais do transistor Mosfet

O chaveamento rápido controlado pelos MOSFETs permite que a fonte de alimentação regule a tensão de saída.

Através do ciclo de trabalho dos MOSFETs, a fonte de alimentação pode ajustar a quantidade de energia transferida para o transformador. Isso ajuda a manter uma tensão de saída estável, mesmo com flutuações na tensão de entrada ou variações na carga.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET



**Figura 12.3:** transistores K8A50D.

## Transistores e MOSFET

Você sabia? Que o transistor surgiu a partir do diodo? Ele possui três terminais: coletor, base e emissor. Enquanto o diodo forma uma junção PN, os transistores podem formar dois tipos de junções: PNP (tensão maior no emissor, média na base e menor no coletor) ou NPN (tensão maior no coletor, média na base e menor no

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

emissor). A sua principal função em um circuito é amplificar ou chavear uma corrente.

Mas, é preciso mencionar alguns pontos aqui:

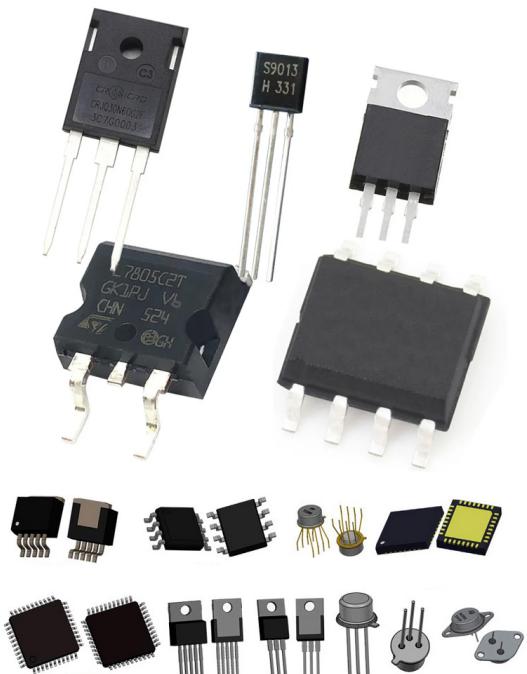
1 - Existe transistor e existe MOSFET. O MOSFET é um tipo de transistor. MOSFET é acrônimo de Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, ou transistor de efeito de campo metal - óxido - semicondutor – TECMOS.

2 - Nem todos os transistores se parecem com um diodo duplo. Eu fiz essa comparação para que você tenha cuidado ao analisar diodos duplos na placa. O diodo duplo se assemelha muito com um tipo de transistor.

A questão da aparência, do formato, ou seja, do encapsulamento, são muitos os existentes. Inclusive vale um adendo aqui: eu não estou apresentando neste módulo todos os tipos, formatos, encapsulamentos de cada componente eletrônico e nem funcionamento. Neste módulo estou apenas apresentando os mais comuns em placas-mãe atuais e como identificá-los. Esse não é um módulo de eletrônica geral, estamos longe disso.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

Veja nessa imagem (a seguir) alguns transistores com encapsulamentos/formatos variados. E quando digo alguns, é alguns literalmente. Isso aí é só uma fração do que podemos encontrar, só que nesse caso estou falando de eletrônica geral, em uma placa-mãe não é usado todos eles.

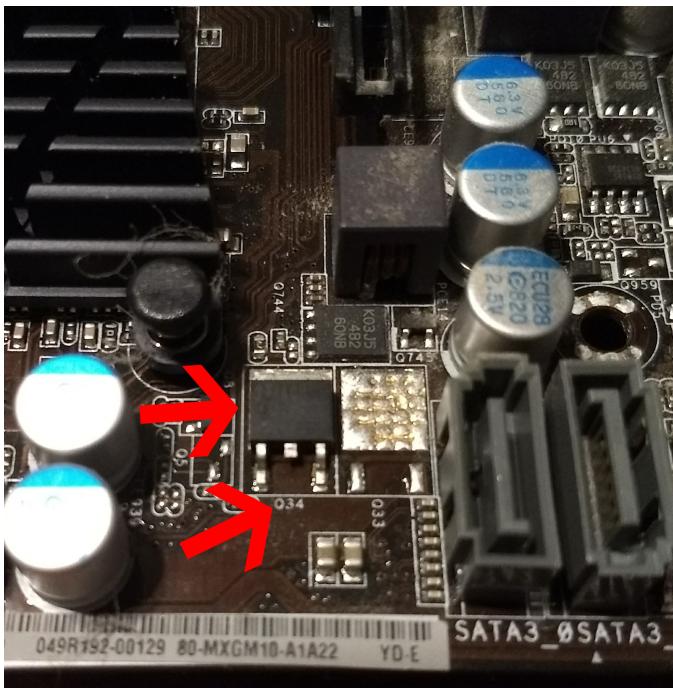


**Figura 12.4:** alguns transistores com encapsulamentos/formatos variados

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

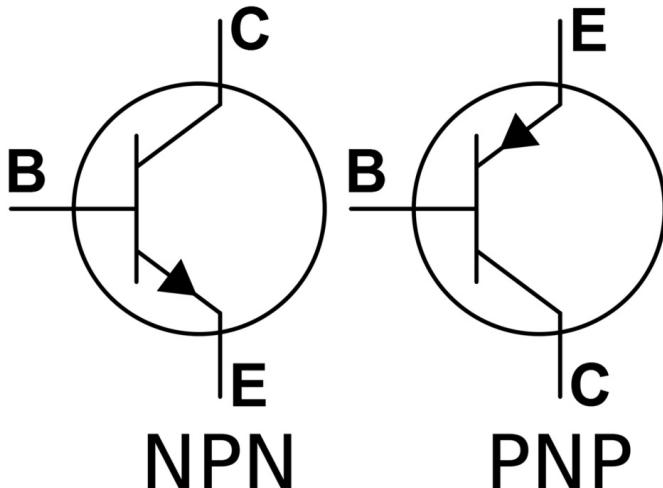
Como acabei de dizer, ao apresentar vários encapsulamentos/formatos estamos falando de eletrônica geral. O mais importante neste módulo é identificar transistores na placa-mãe.

Nas placas podemos verificar a indicação impressa. As letras usadas para identificar um transistor normalmente é a letra Q ou TR.



**Figura 12.5:** um transistor na placa.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET



**Figura 12.6:** simbologia de transistores.

## Vamos Para a prática? Como Testar?

Bom meu amigo, vamos agora para a melhor parte. Vamos para a prática!

Como testar um transistor MOSFET? Nesse caso vai ser um canal N OK?

Para te ajudar da melhor forma possível, resolvi não “tirar fotos” dos meus testes práticos.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

Durante este livro usei muitas fotos que tirei direto da minha bancada. Só que as fotos nem sempre ficam exatamente como eu preciso.

Ao invés disso, fiz uma série de artes no Photoshop para te ajudar a compreender esse assunto definitivamente.

Vamos lá, passo a passo:

1 - No seu multímetro, coloque a ponta de prova preta no borne COM e a vermelha no borne de medições de resistência, frequência e tensões ( $V\Omega mA$  -  $V/mA/\Omega$ );

2 - No multímetro, selecione a escala de diodos e semicondutores. Tem multímetro, como Minipa ET-1002, o “Beep” (aviso sonoro) para teste de continuidade fica junto, ou seja, na mesma escala dos diodos. Tem multímetro que essas escalas ficam juntas e tem multímetro que a escala do beep fica separada. O Multímetro Hikari HM-2090 por exemplo tem a escala do “beep” e a escala de diodos. No caso, precisamos (vamos usar) da escala de diodos e semicondutores;

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

3 - Portanto, que isso fique claro: a ponta de prova vermelha é positiva e a preta é negativa (COM);

4 - Coloque/encoste a ponta de prova vermelha no pino do meio (Dreno);

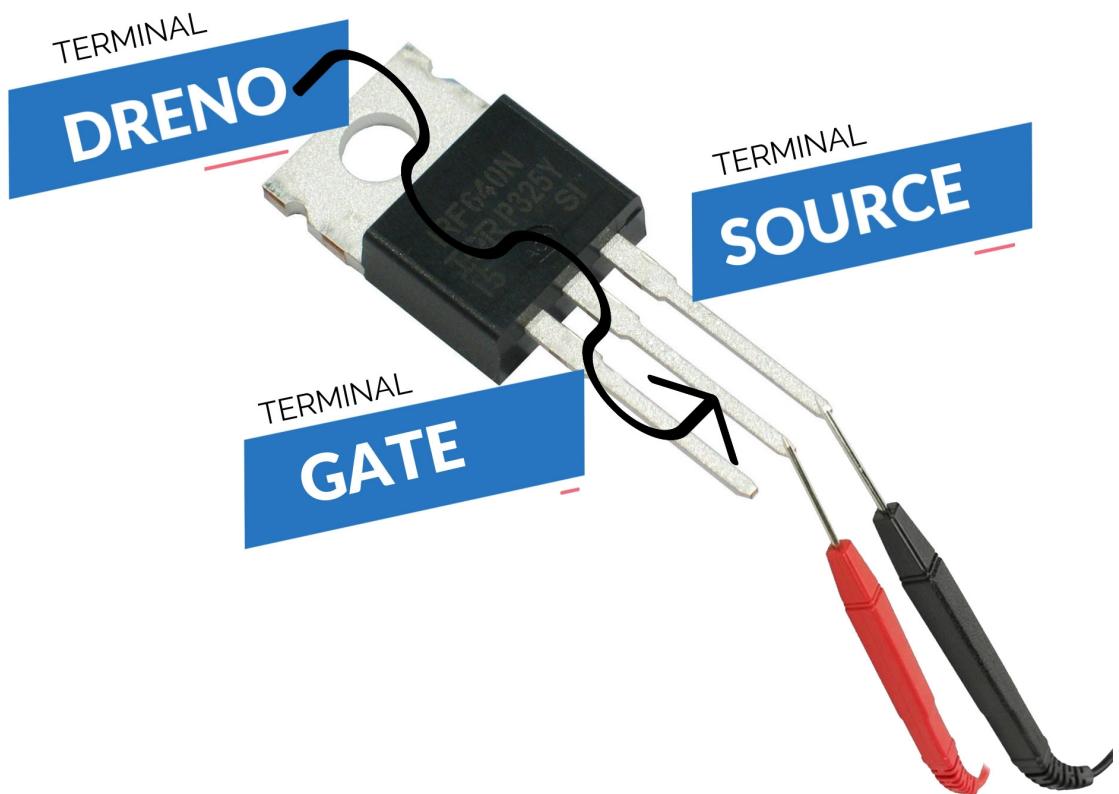
5 - Coloque/encoste a ponta de prova preta no pino da direita (Source);

6 - No multímetro não pode mostrar/fixar "voltagem" na tela. Você vai ver fixo na tela somente .OL (no caso do Hikari HM-2090 por exemplo) ou 1 (no caso do Minipa ET-1002);

7 - Esse é comportamento esperado. Continue segurando as pontas de prova;

**Veja agora na imagem a seguir como é o teste.**

Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

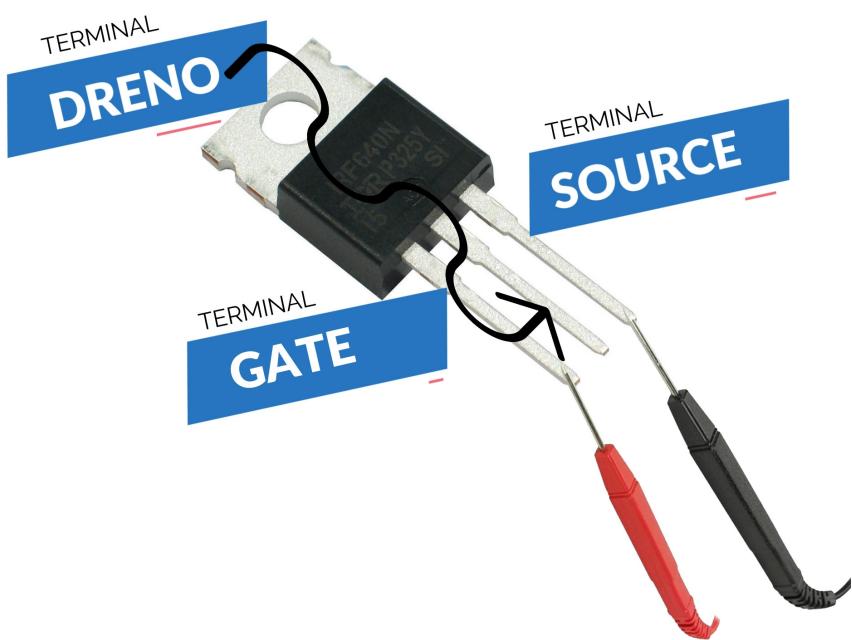


**Figura 12.7:** primeira parte do teste.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

8 - Pronto, essa é a primeira parte do teste. As pontas de prova estão tal como na imagem anterior;

9 - Agora, retire a ponta de prova vermelha do centro (Dreno) e encoste no pino da esquerda (Gate).

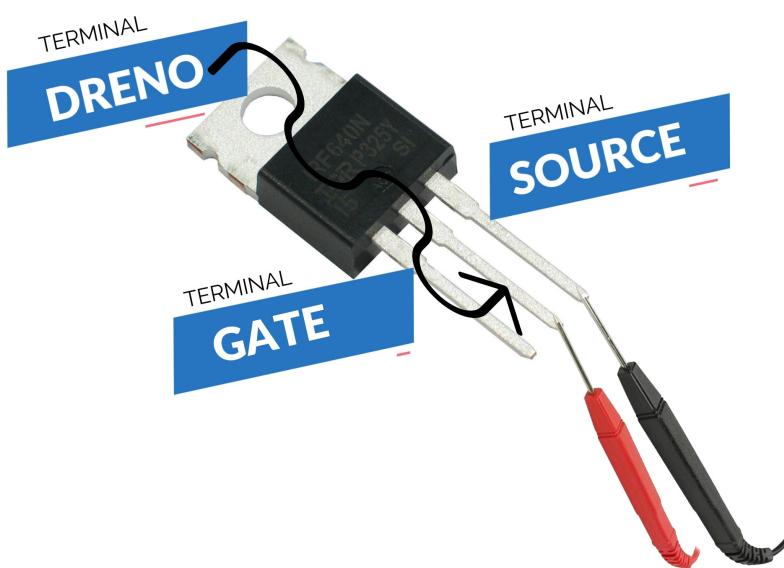


**Figura 12.8:** segunda parte do teste.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

10 - Pronto, as pontas de prova estão tal como na imagem anterior. Preta no source e vermelha no gate. E o multímetro não mostra nada na tela. Execute o próximo passo;

11 - Agora volte a ponta de prova vermelha para o pino do meio (Dreno). A diferença é que agora na tela do multímetro tem que aparecer um valor de "voltagem".

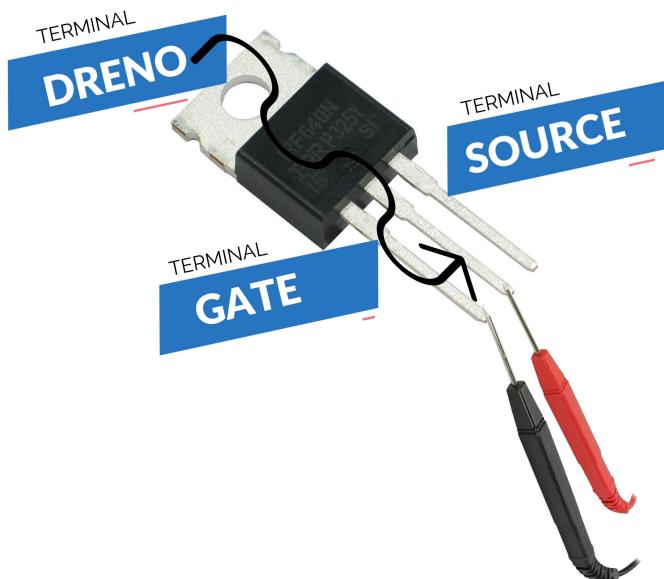


**Figura 12.9:** terceira parte do teste.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

12 - O que acabamos de fazer é muito simples. Um transistor Mosfet trabalha tipo uma chave liga/desliga. E nós ligamos essa chave ao colocar **um sinal positivo no Gate** e aí ele passa a conduzir a tensão entre o Dreno e o Source;

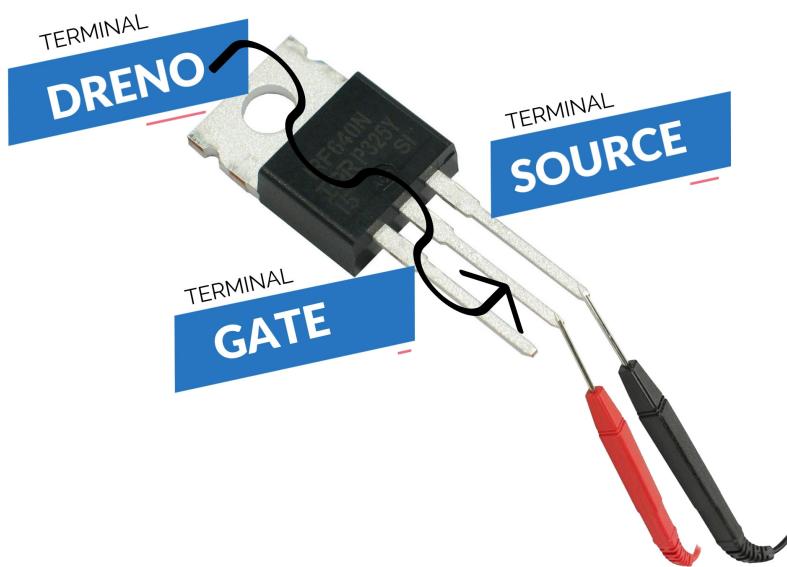
13 - Para parar a condução, encoste a ponta de prova preta no Gate;



**Figura 12.10:** quarta parte do teste – Parar a condução.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

14 - Volte a ponta de prova preta para o terminal da direita (source). Veja que na tela do multímetro não há mais condução de “voltagem”.



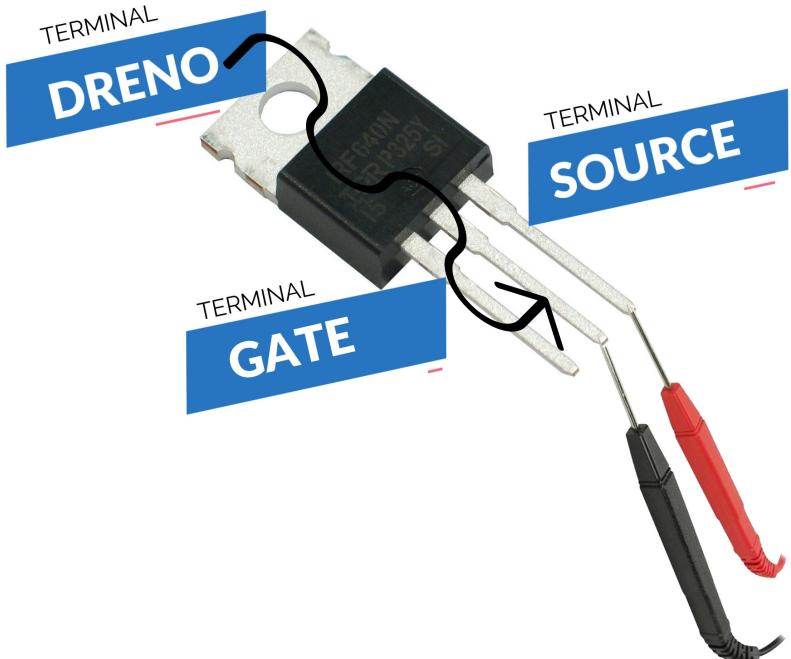
**Figura 12.11:** quinta do teste – não há mais condução de “voltagem”

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

Vou deixar algumas orientações:

- Não pode haver condução de “voltagem” entre Gate e Source. Não importa como você vai conectar as pontas de prova e até pode inverter: mas não pode haver condução. Se haver condução o transistor está com problema (curto).
- Se o transistor não obedecer a esse esquema, ou seja, se ele não liga e desliga, ele está com problema.
- **E um detalhe importante:** independente de você ligar ou desligar (armar e desarmar) o transistor (Canal N), vai haver condução de “voltagem” se você encostar a ponta de prova preta no Dreno e a vermelha no Source. É a medida do diodo que existe dentro do transistor. Portanto, neste caso é normal e esperado o multímetro mostrar esse valor de “voltagem” na tela. Se ele não mostrar nada há um problema.

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET



**Figura 12.12:** nesse exemplo (Canal N) medimos a “voltagem” do diodo que tem no transistor.

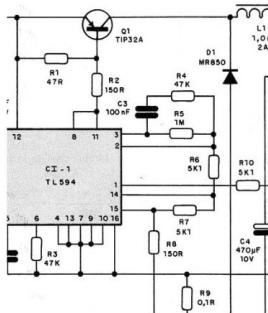
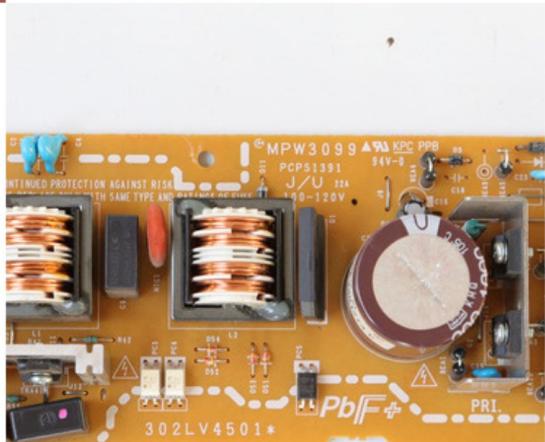
Portanto, como identificar um transistor ruim?  
Conforme expliquei passo a passo, um transistor (Canal N) vai estar ruim se:

## Capítulo 12 - Problemas em Transistores MOSFET

- 1 - Haver condução de tensão entre Gate e Source. Isso indica curto.
- 2 - O próprio diodo que há no transistor pode entrar em curto.
- 3 - Você não consegue armar e/ou desarmar o transistor.
- 4 - Pode haver condução em quaisquer pinos que você medir, indicando curto.

Então é isso meu amigo, Tentei ser o mais prático e explicativo o possível. Agora é prática. Você precisa praticar para absorver tudo que foi ensinado.

# CAPÍTULO 13



Como testar  
transformador chopper



## Capítulo 13 - Como testar transformador chopper

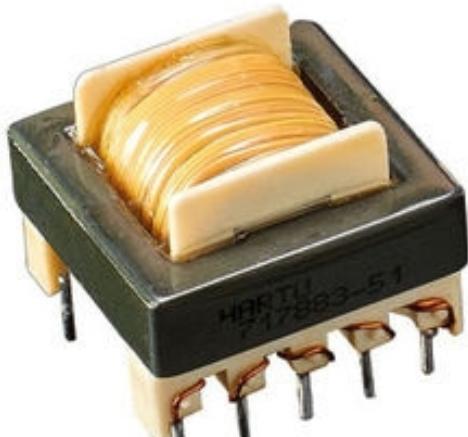
### **Transformadores de tensão**

Os transformadores de tensão, conhecidos simplesmente como transformadores, são dispositivos que têm a capacidade de amplificar ou reduzir um valor específico de tensão.

Esses dispositivos têm como componente essencial um núcleo confeccionado a partir de materiais altamente magnéticos. Além disso, eles incluem bobinas compostas por um número variado de espiras, que são eletricamente isoladas umas das outras. Essas bobinas são designadas como primárias e secundárias. A bobina primária é responsável por receber a tensão proveniente da rede elétrica, enquanto a bobina secundária é aquela pela qual a tensão é entregue, geralmente com um valor modificado.

Nós já sabemos que na fonte, é desse transformador que originará tensões de baixa, tais como 24V, 12V e 5V. Nesse caso são três enrolamentos, um para cada tensão. Perceba que esse transformador interliga a fonte primária com a secundária.

## Capítulo 13 - Como testar transformador chopper



**Figura 13.1:** transformador chopper.

**Sobre o número de Bobinas:** nos transformadores com duas bobinas, é comum denominá-las como primárias e secundárias. Quando uma terceira bobina está presente, ela é chamada de terciária. Além disso, existem transformadores que possuem apenas uma única bobina, conhecidos como autotransformadores.

## Capítulo 13 - Como testar transformador chopper

### Diversidade nos Tipos de Transformadores

Vamos conhecer alguns conceitos gerais que são importantes nesse momento. Mas vou apenas mencionar de forma bem breve para não confundir:

- **Transformador de Corrente:** o transformador de corrente tem a função de detectar ou medir a corrente elétrica que flui através de cabos ou barras de alimentação. Ele vai converter essa corrente em um valor menor, apropriado para ser transmitido a instrumentos de medição ou circuitos eletrônicos.
- **Transformadores de Potência:** eles alteram os valores de tensão que entram na bobina primária. Essa bobina primária recebe a tensão e gera uma corrente primária, que, por ser alternada, cria uma variação no fluxo magnético em seu interior. Esse fluxo é direcionado pelo núcleo ferromagnético e, na bobina secundária, gera uma tensão.

## Capítulo 13 - Como testar transformador chopper

- **Transformador de Distribuição:** os transformadores de distribuição são principalmente utilizados por concessionárias de energia e em usinas geradoras de energia. Atuam na distribuição da energia.
- **Transformadores de Força:** empregados em geração e distribuição de energia elétrica por concessionárias, usinas e grandes indústrias.
- **Transformador Elevador e Abaixador de Tensão:** a tensão à qual um circuito será conectado após a saída do transformador está diretamente relacionada ao número de espiras em cada bobina:
  - **Transformador elevador:** o número de espiras na segunda bobina é maior do que na primeira.
  - **Transformador abaixador:** o número de espiras na segunda bobina é menor em comparação com a primeira.

## Capítulo 13 - Como testar transformador chopper

### Testes na Prática

Até aqui vimos bastante teoria. Inclusive esse capítulo é uma continuação natural do capítulo 08 (Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores). O capítulo 08 foi extremamente importante. O que foi ensinado lá se aplica aqui.

Para testar um transformador chopper há algumas questões a observar.

Com um multímetro básico podemos fazer o teste de continuidade dos fios. Esse é o teste mais básico e com ele podemos apenas constatar se o fio está rompido ou não. Se o indutor passou por um grande estresse térmico (super aquecimento) ou curto-circuito por exemplo, pode acontecer de ocorrer o rompimento do fio. Para realizar o teste vamos fazer o seguinte:

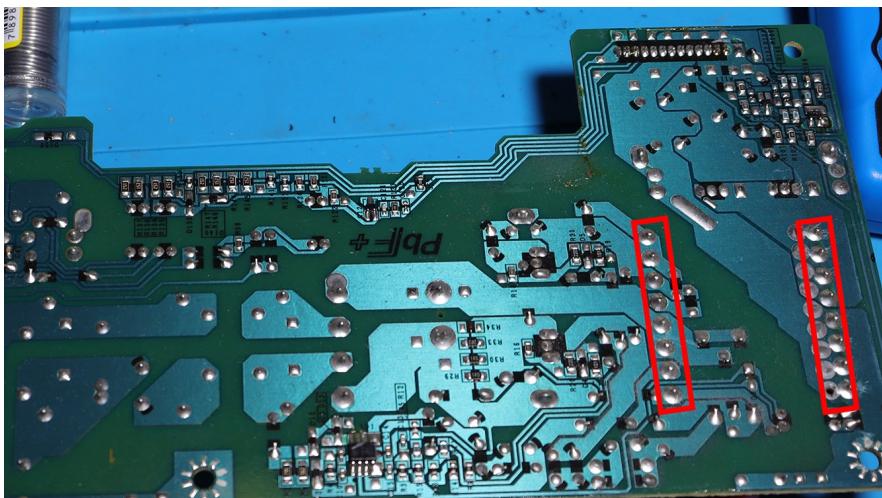
1 - Coloque a ponta de prova preta no borne COM e a vermelha no borne de medições de resistência, frequência e tensões ( $V\Omega mA$  -  $V/mA/\Omega$ );

2 - No multímetro, selecione a escala de diodos e semicondutores/Beep (aviso sonoro). Tem multímetro que essas escalas ficam juntas e tem

## Capítulo 13 - Como testar transformador chopper

multímetro que a escala do beep ficar separada. No caso, precisamos (vamos usar) da escala do beep, ou seja, do aviso sonoro;

3 - O transformador chopper possui terminais de entrada que estão na fonte primária (enrolamento primário) e os terminais de saída que estão na fonte secundária (enrolamento secundário);



**Figura 13.2:** à esquerda são as entradas do primário.

## Capítulo 13 - Como testar transformador chopper

4 - O processo é bem simples: basta testar a continuidades nos pinos da entrada (primário) e depois nos pinos da saída (secundário);

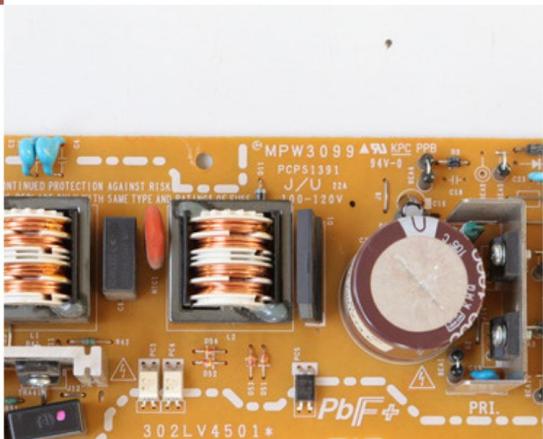
5 - Tem que testar somente entre os pinos no enrolamento primário e somente entre os pinos do enrolamento secundário;

6 - Entre os pinos no enrolamento primário tem que dar continuidade;

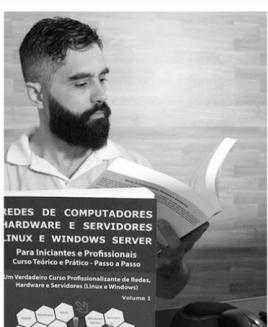
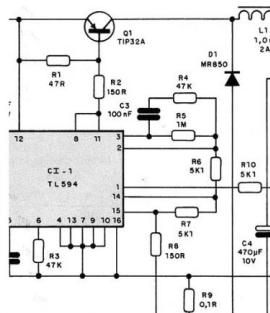
7 - Entre os pinos no enrolamento secundário tem que dar continuidade;

**E você pode usar o que ensinei no capítulo 08 e medir a indutância (Capítulo 08 - Como Testar bobinas e Indutores). É um conhecimento importante, se você ainda não estudou este capítulo sugiro que estude-o.**

# CAPÍTULO 14



Como Testar Foto  
Acoplador



## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

### **Muito Importante saber**

Vamos iniciar mais um capítulo! E agora vamos aprender a testar esse componente, o foto acoplador.

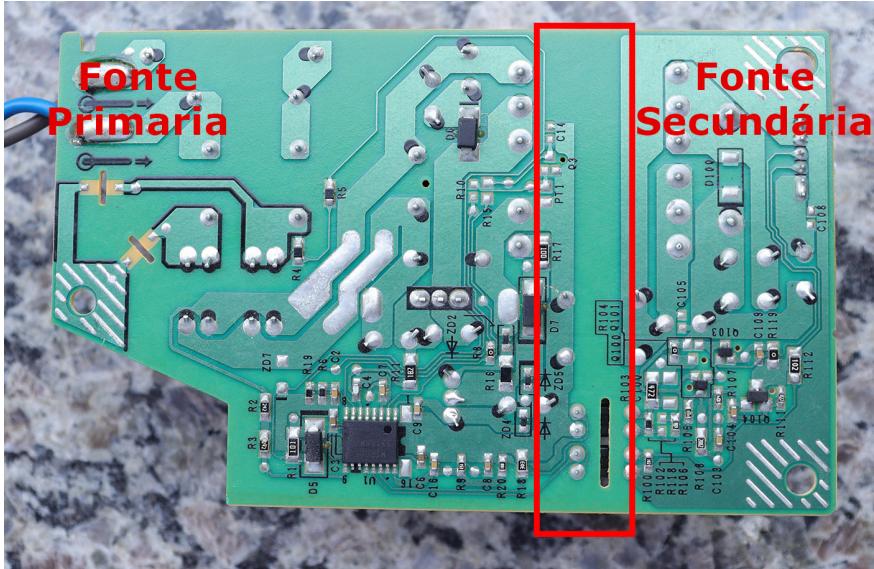
Neste ponto se faz necessário relembrarmos alguns conceitos.

Qual a função deses componente? Ele desempenha um papel importante na proteção e no controle da transferência de energia entre as duas fontes: primária e secundária.

O foto acoplador é usado para controlar a ativação e desativação da fonte primária. Quando um circuito de controle ativa o foto acoplador, ele fecha um caminho para o circuito primário, permitindo que a energia flua da fonte primária para o transformador. Isso permite o fornecimento de energia para a fonte secundária.

Se você observar, a energia não possui nenhum caminho “direto” da fonte secundária para a primária. Não existe um caminho físico direto.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

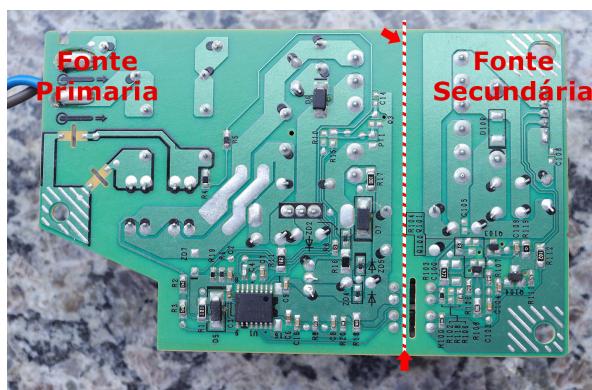


**Figura 14.1:** a energia não possui nenhum caminho “direto” da fonte secundária para a primária.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador



**Figura 14.2:** Olha esse exemplo, a parte superior da placa - Observe a fonte primária e a secundária.



**Figura 14.3:** a mesma fonte. Observe as trilhas.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

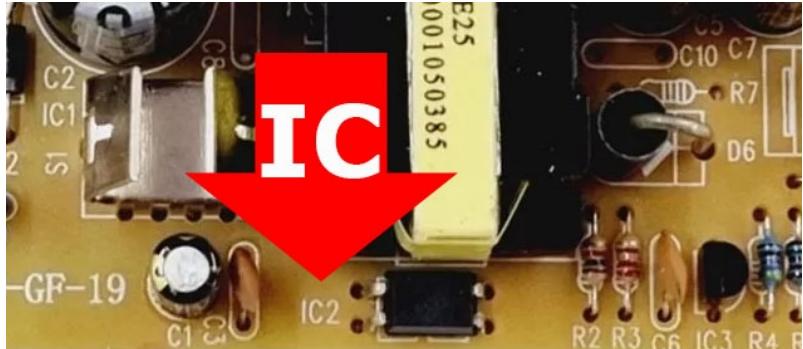
Outro detalhe: o projetista à vezes pode usar letras diferentes para identificar um mesmo componente. Tudo depende da placa e do projeto. O **foto acoplador** pode ser identificado na placa pelas letras: U, IC, PC ou PH.

Eu costumo ver em algumas placas a identificação **PH**, o que é mais fácil de deduzir como Foto (**Photo – PH**).

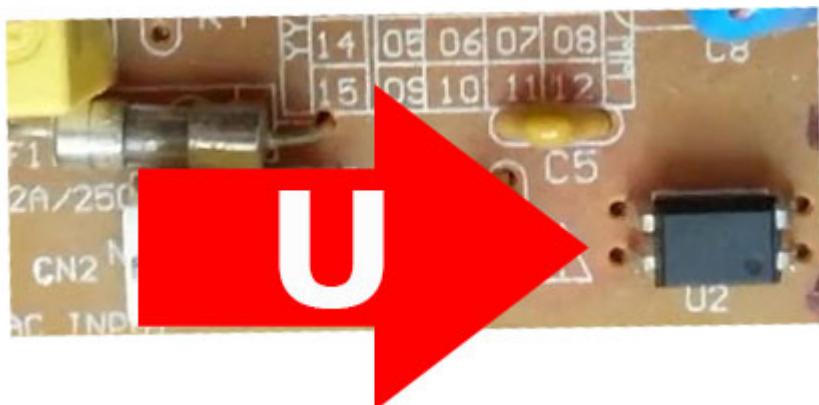
Só que, o Foto acoplador é um circuito integrado. Por isso pode acontecer de em um determinado projeto ele ser identificado pela letra U ou IC (Circuito Integrado). É só questão de atenção na análise.

Olha outra situação: pode acontecer de um ter a indicação **PC** na placa. Você sabe que ali é um foto acoplador, você não tem dúvida em relação ao componente. Mas veja bem: Foto Acoplador em inglês é Photo Coupler.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

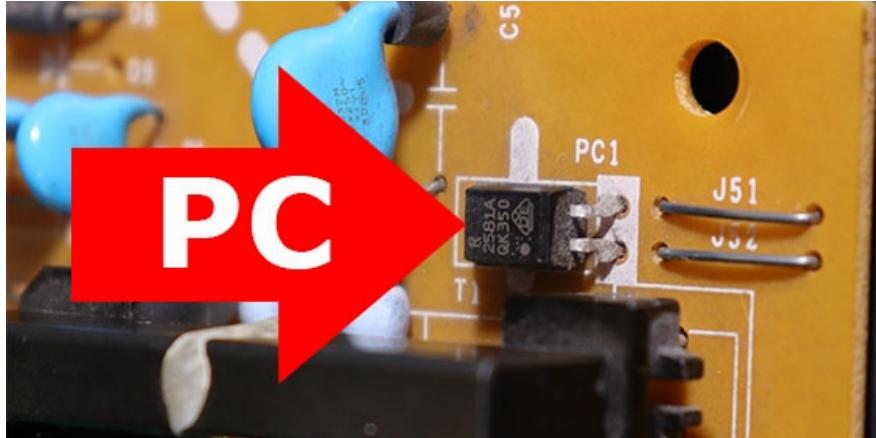


**Figura 14.4:** IC – O componente é um Foto acoplador.

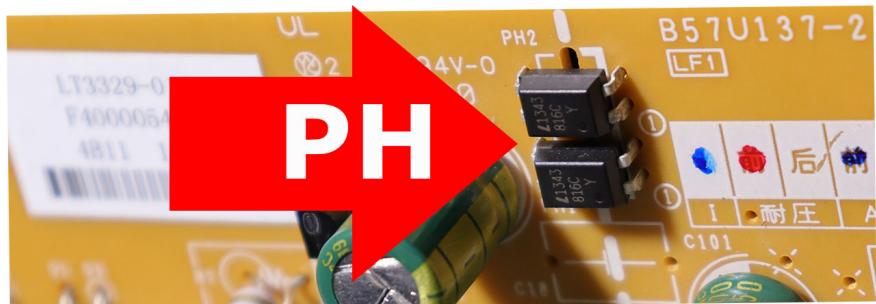


**Figura 14.5:** U – O componente é um Foto acoplador.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador



**Figura 14.6:** PC – O componente é um Foto acoplador.



**Figura 14.7:** PH – O componente é um Foto acoplador.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

**Portanto, já memorize isso:** a principal função de um fotacoplador é isolar eletricamente dois circuitos ou dispositivos, permitindo a transmissão de informações ou sinais entre eles sem a necessidade de uma conexão elétrica direta.

## Entenda Definitivamente

Meu amigo, hobbystas, estudante, técnico e futuros técnicos: o meu objetivo é ajudar a todos e compreender cada vez mais esse fascinante mundo da eletrônica.

E muitos assuntos são sim difíceis de explicar em um livro. Não se trata de uma tarefa simples. É árduo, é cansativo, exige muito estudo e muita transpiração. Eu passo horas na minha oficina e sacrifico e muito a minha própria família com a minha ausência.

O fato é que muitos assuntos eu levo horas para conseguir explicar da melhor forma o possível. Tem muito conteúdo na internet mau explicado,

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

e que às vezes deixa mais dúvida do que compreensão.

O foto acoplador é um deles. Eu fiz questão de assistir horas e mais horas de conteúdo no Youtube, e todos deixam muitas brechas em suas explicações. Brechas que afetam diretamente quem está começando. E eu quero ajudar a todos.

Vamos passo a passo.

O **foto acoplador** (que pode ser chamado de **acoplador óptico, isolador óptico, opto acoplador ou fotacoplador**). Todos os termos são usados no meio técnico. Não cabe a mim dizer se existe algum termo que é mais apropriado ou não, pois, todos são usados comumente.), explicando de forma bem simples, consegue isolar eletricamente uma etapa de uma circuito (fonte primária) de outra etapa (fonte secundária). Ele consegue fazer esse isolamento, abrir e fechar o circuito conforme o sinal que ele receber.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

E foi exatamente isso que expliquei até aqui, porém sem se aprofundar muito para não confundir. Mas eu expliquei que:

*"Ele desempenha um papel importante na proteção e no controle da transferência de energia entre as duas fontes: primária e secundária."*

Agora vamos complicar um pouco: podemos afirmar que um fotacoplador é um componente **eletrônico óptico**, pois envolve o uso de luz (geralmente emitida por um LED) para transmitir informações ou sinais entre circuitos elétricos isolados. Ele aproveita a propriedade da luz para isolar eletricamente os componentes ou circuitos que estão sendo conectados, proporcionando uma barreira eficaz contra a transmissão de corrente elétrica direta.

Aqui começam as dúvidas em muitos iniciantes. Ele é um componente **eletrônico óptico**, usa luz, como assim? Muitas explicações que tem pela internet afora falham miseravelmente.

Vamos desmistificar isso: entenda que ele é um dispositivo eletrônico que combina um emissor

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

de luz, como um LED (Light Emitting Diode), com um detector de luz, geralmente um fototransistor ou um fotodiodo, dentro de um único encapsulamento.

Só que tem um detalhe muito simples. Já presenciei alunos pegarem o foto acoplador para verificar onde que a luz será emitida ou onde estará o LED.

**Ao contrário de outros dispositivos ópticos, a luz não é emitida fora da embalagem.**

Você não verá luz, nem LED, nem ele brilhar, nada.

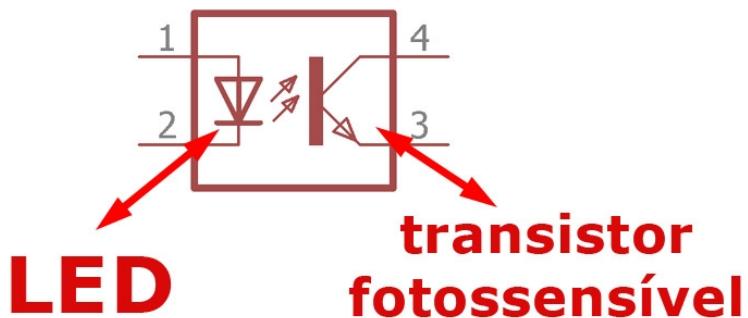
Ele é um circuito integrado. Portanto vai existir um encapsulamento, ou seja, um envólucro de material plástico ou cerâmico e os terminais para permitir a soldagem na placa.

Embora um fotoacoplador seja um dispositivo óptico, ele não lida com luz no sentido de receber luz ou emitir luz para o exterior, mas sim com sinais elétricos. Ele vai receber sinais elétricos e enviar sinais elétricos.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

Pronto, isso aqui ficou bem claro correto? Vamos avançar mais.

Agora vamos analisar a sua estrutura interna. Veja a imagem a seguir.



**Figura 14.8:** esquema interno.

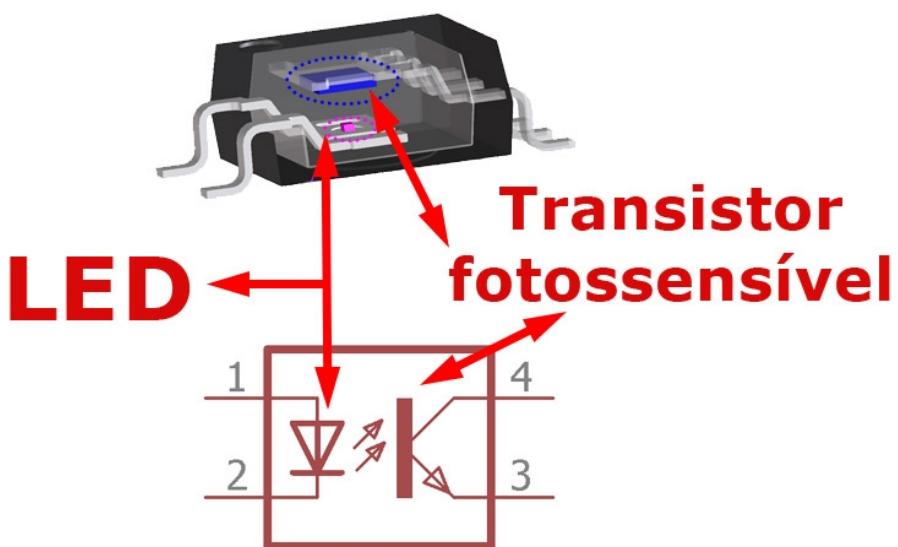
Explicação da imagem: no lado esquerdo estão expostos o pino 1 e o pino 2, é um LED (Light Emitting Diodo). o LED emite luz para o transistor fotossensível do que está no lado direito.

Quando uma corrente é aplicada ao LED dentro do encapsulamento, ele emite luz. Essa luz incide sobre o detector de luz, que responde à intensidade da luz incidente e gera um sinal elétrico correspondente. O sinal elétrico gerado

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

pelo detector de luz é então utilizado no circuito de saída do foto acoplador.

Entre o LED e o fototransistor, o espaço é de material transparente e não condutor (isso internamente, dentro do encapsulamento). Ele está isolando eletricamente dois circuitos diferentes. Esse espaço vazio pode ser feito com vidro, ar ou plástico transparente.



**Figura 14.9:** esquema interno. Tudo que expliquei pode ser observado aqui.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

### **Teste Na Prática**

Depois de todas essas explicações tenho certeza que ficou fácil entender sobre o componente propriamente dito. A teoria é essa explicada, e tem muito mais conteúdo envolvido. Tudo isso aqui é apenas a pontinha do iceberg.

Vamos agora para a melhor parte. Como testar um foto acoplador? Realmente não é um processo muito intuitivo. É algo que não dá para aprender sozinho. Você precisa ter uma tutoria na fase de aprendizado.

#### **E vou te ensinar agora, vamos lá, passo a passo:**

1 - Para executar o teste vamos precisar de dois multímetros. Pode ser dois multímetros digitais ou um digital e um analógico. Vou seguir a partir daqui suponto que os dois multímetros são digitais;

2 - Coloque todos os dois multímetros na escala de diodos e semicondutores. Tem multímetro, como Minipa ET-1002, o “Beep” (aviso sonoro) para teste de continuidade fica junto, ou seja, na

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

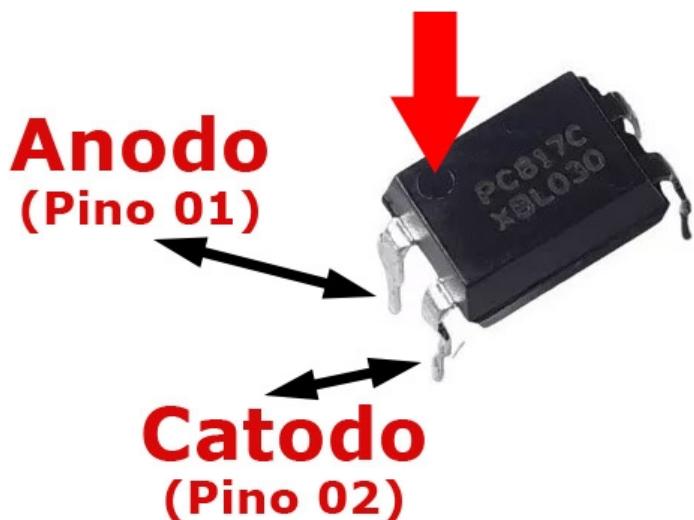
mesma escala dos diodos. Tem multímetro que essas escalas ficam juntas e tem multímetro que a escala do beep fica separada. O Multímetro Hikari HM-2090 por exemplo tem a escala do “beep” e a escala de diodos. No caso, precisamos (vamos usar) da escala de diodos e semicondutores, em ambos os multímetros;

3 - Além disso, preste atenção a esse detalhe: vamos seguir o teste levando em consideração que os multímetros possuem a ponta de prova POSITIVA na cor VERMELHA. E como o fotoacoplador é relativamente pequeno, o ideal é que use pontas de prova com garra jacaré. Na verdade, indico que use;

4 - Retire o foto acoplador da placa;

5 - Identifique o pino 1 do diodo. Você pode fazer isso através da “bolinha” (ou através do passo a seguir). O pino 1 (anodo) é identificado com uma marca de “bolinha” no corpo do foto acoplador. Ele indica o anodo do Diodo emissor de luz (LED).

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

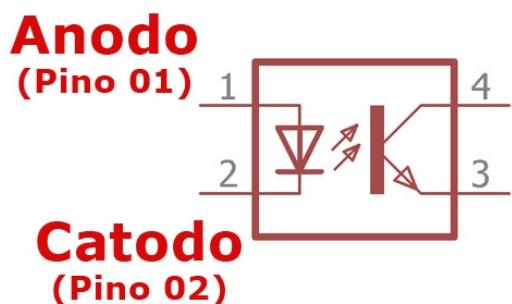


**Figura 14.10:** anodo do diodo.

6 - Outra forma de identificar o anodo do diodo é medindo com o multímetro na escala de diodos. Meça dois pinos (de um mesmo lado), se não mostrar nenhuma “voltagem” na tela, inverta as pontas de prova. Se não mostrar nenhum valor novamente, possivelmente esses dois terminais é do transistor. Meça agora os outros dois pinos.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

Quando mostrar valor de “voltagem na tela”, onde a ponta de prova positiva estiver é o anodo do diodo. Por outro lado, se não mostrar nenhum valor, nada, nos quatro pinos, mesmo invertendo as pontas de prova, esse foto acoplador está danificado. Portanto, você já aprendeu aqui a fazer um teste.



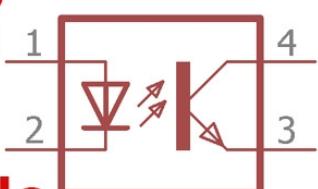
**Figura 14.11:** pinagem de exemplo.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador



**Anodo**

(Pino 01)

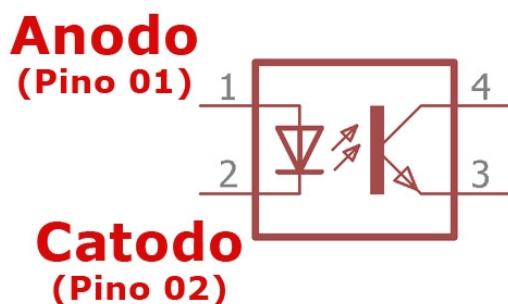
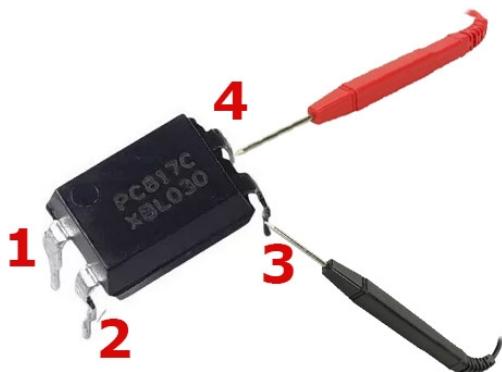


**Catodo**

(Pino 02)

**Figura 14.12:** o primeiro teste é este. E aqui está OK. A ponta de prova vermelha está no anodo do diodo. O multímetro vai indicar um valor de "voltagem" na tela.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador



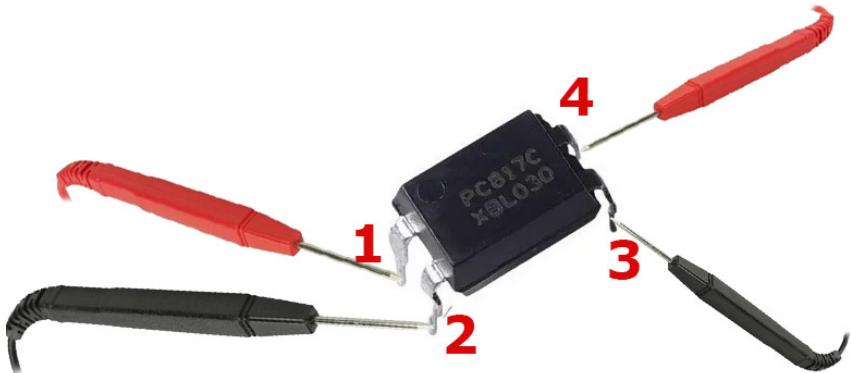
**Figura 14.13:** se fizer somente assim não vai mostrar nada na tela do multímetro. E pode inverter as pontas de prova e nada será mostrado na tela. Você vai ver fixo na tela somente .OL (no caso do Hikari HM-2090 por exemplo) ou 1 (no caso do Minipa ET-1002). E por enquanto está tudo correto com o teste.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

7 - O que você vai fazer é o seguinte. Mantenha um dos multímetros conectado da seguinte forma: ponta de prova positiva (vermelha) no anodo do diodo e ponta de prova preta no catodo. Na tela você verá um valor de "voltagem". Está tudo certo, o esperado é isso mesmo;

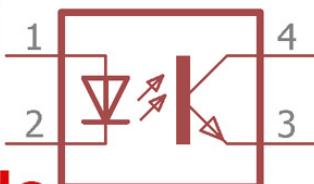
8 - Pegue o outro multímetro e conecte a ponta de prova preta (COM) no pino 3 e a vermelha no pino 4. Se não mostrar nenhum valor de "voltagem", inverta as pontas de prova. Mas tem que mostrar um valor de "voltagem" na tela do multímetro, indicando que o foto acoplador está funcionando (pelo menos em teoria). Isso indica que estamos polarizando o diodo e ele está gerando uma luz. Essa luz está incidindo sobre o detector de luz, que está respondendo à intensidade da luz incidente gerando um sinal elétrico correspondente. Ou seja, o foto acoplador está funcionando;

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador



**Anodo**  
(Pino 01)

**Catodo**  
(Pino 02)



**Figura 14.14:** esse é o teste final que acabei de explicar. Nesse caso, ambos os multímetros deverão estar exibindo um valor na tela. É um valor que representa uma “voltagem”.

## Capítulo 14 - Como Testar Foto Acoplador

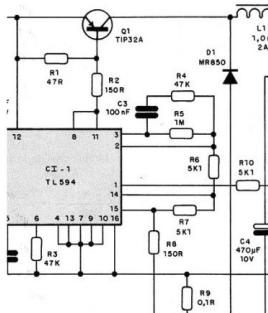
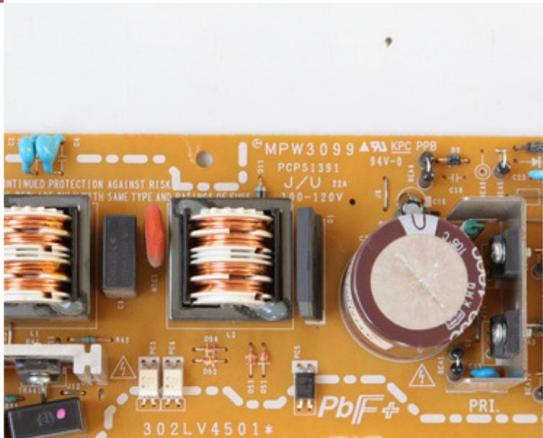
No teste final, na figura 14.14, você não pode ver na tela do multímetro somente o valor .OL (no caso do Hikari HM-2090 por exemplo) ou 1 (no caso do Minipa ET-1002). Se isso ocorrer há algum problema.

Aqui é fácil descobrir foto acoplador com problema:

- 1 - Se o diodo não conduzir;
- 2 - Se, ao polarizar o diodo, você não conseguir nenhum valor nos terminais do transistor. Se tudo que você ver na tela é “1” ou “OL”.

**E lembre-se:** coloque os dois multímetros na escala de diodos e semicondutores. Tem multímetro, como Minipa ET-1002, o “Beep” (aviso sonoro) para teste de continuidade fica junto, ou seja, na mesma escala dos diodos. Tem multímetro que essas escalas ficam juntas e tem multímetro que a escala do beep fica separada. O Multímetro Hikari HM-2090 por exemplo tem a escala do “beep” e a escala de diodos. No caso, precisamos (vamos usar) da escala de diodos e semicondutores, em ambos os multímetros.

# CAPÍTULO 15



## Relés



## Capítulo 15 - Relés

### O que é um relé?

Não poderia deixar de abordar esse importante componente. Em muitas placas fontes de impressoras eles são usados. Tem placa que ele vai ser usado e tem placa que não. Tudo depende do projeto.

O fato é que muitos iniciantes ao se deparar com ele fica em dúvida: qual componente é esse?

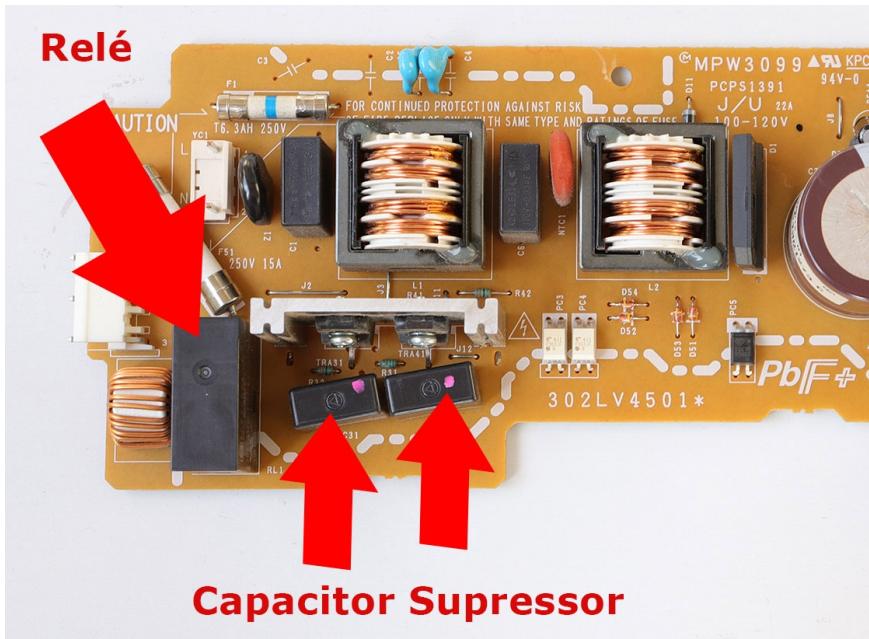
*"É um capacitor supressor? Parece um capacitor supressor, mas é bem maior, o que ele faz?"* - Dúvida real de um estudante iniciante em um de meus cursos.

Pode até parecer um capacitor supressor, no ponto de vista de quem está iniciando seus estudos. **Mas não tem nada à ver.**

Já vou até adiantar: um relé é um dispositivo **eletromecânico** que funciona como uma chave elétrica. Enquanto as chaves convencionais são acionadas manualmente para abrir ou fechar um circuito, um relé é uma chave que controla a conexão ou desconexão de dois circuitos, mas seu acionamento é realizado por meio de um

## Capítulo 15 - Relés

sinal elétrico que controla um eletroímã. Esse eletroímã, por sua vez, ativa ou desativa outro circuito.



**Figura 15.1:** temos aqui um relé e dois capacitores supressores.

O relé pode ser identificado na placa, através da serigrafia, pelas letras RL.

## Capítulo 15 - Relés

# Por que os relés são importantes?

Os relés desempenham um papel crucial em inúmeras aplicações e dispositivos eletrônicos modernos. Eles são componentes aparentemente simples, mas sua importância é inestimável quando se trata de controlar circuitos elétricos em uma variedade de cenários.

Os relés, apesar de muitas vezes passarem despercebidos, desempenham um papel fundamental no mundo da eletrônica e da automação. Sua importância reside em sua capacidade de controlar o fluxo de corrente elétrica em circuitos, permitindo que dispositivos e máquinas funcionem de forma eficiente e segura.

**E por que os relés são importantes?** Os relés são peças fundamentais porque funcionam como interruptores controlados eletricamente. Isso significa que eles permitem que um pequeno sinal elétrico controle o funcionamento de um circuito elétrico maior. Vou destacar dois pontos que, ao meu ver, são indiscutíveis:

## Capítulo 15 - Relés

1. **Isolamento elétrico:** Relés proporcionam uma barreira elétrica entre os circuitos de controle e de potência, evitando danos aos dispositivos de controle em caso de sobrecargas ou curtos-circuitos nos dispositivos de potência.
2. **Segurança:** São usados para garantir o funcionamento seguro de equipamentos, interrompendo automaticamente o fornecimento de energia em situações de emergência.

## Como Funcionam?

Os relés podem assumir diferentes formas, incluindo tipos eletromecânicos e de estado sólido.

Os relés eletromecânicos são amplamente empregados devido à sua operação fundamental, que envolve o fechamento dos contatos por meio do campo magnético gerado por um eletroímã interno. Eles estão disponíveis em várias dimensões (podem variar nas cores do corpo

## Capítulo 15 - Relés

plástico), bem como podem variar na quantidade de pinos.



**Figura 15.2:** temos aqui alguns exemplos de relés.

Cada relé eletromecânico incorpora internamente um eletroímã construído a partir da enrolação de uma bobina de cobre em torno de um núcleo de metal. As duas extremidades da bobina estão conectadas a dois terminais do relé, que funcionam como pinos de alimentação de corrente contínua (CC).

## Capítulo 15 - Relés

A tensão de alimentação adequada para um relé é normalmente indicada no corpo do próprio componente. E essa tensão pode variar, ou seja, existem relés de 5V, 12V, 24V, e assim em diante.

### **Vejamos como funciona um relé eletromecânico:**

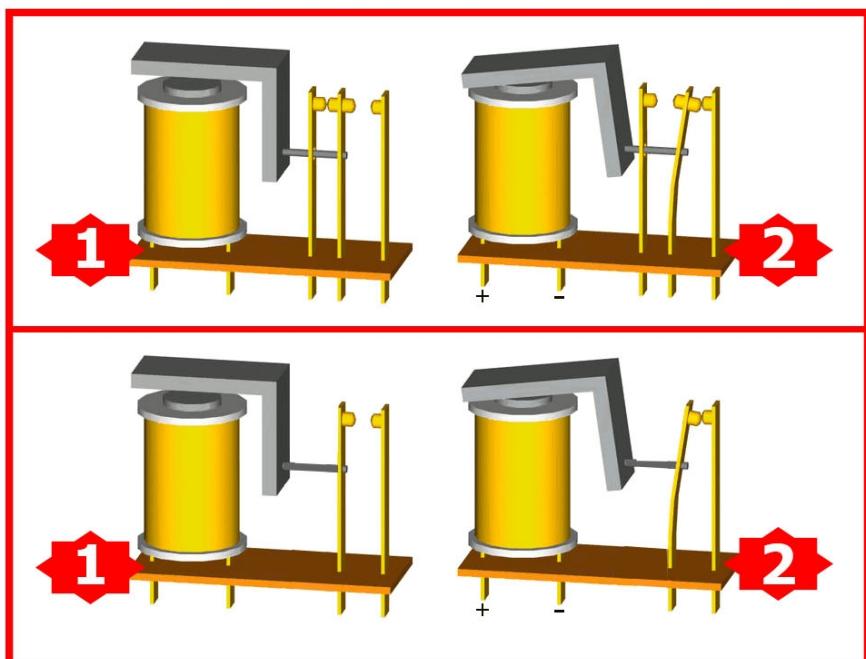
**1- Indução Eletromagnética Inicial:** Quando uma corrente contínua (DC) é aplicada à bobina do relé, ela se transforma em um eletroímã. O núcleo de ferro no interior da bobina aumenta a intensidade do campo magnético gerado.

**2 - Atração do Contato:** O campo magnético gerado pelo eletroímã atrai o contato móvel do relé. Esse contato móvel é geralmente conectado a um circuito elétrico externo.

**3 - Energização do Relé:** Quando o contato é atraído, ele fecha o circuito elétrico ao qual está conectado. Isso é chamado de "energização" do relé. O relé agora permite a passagem de corrente elétrica pelo circuito externo.

## Capítulo 15 - Relés

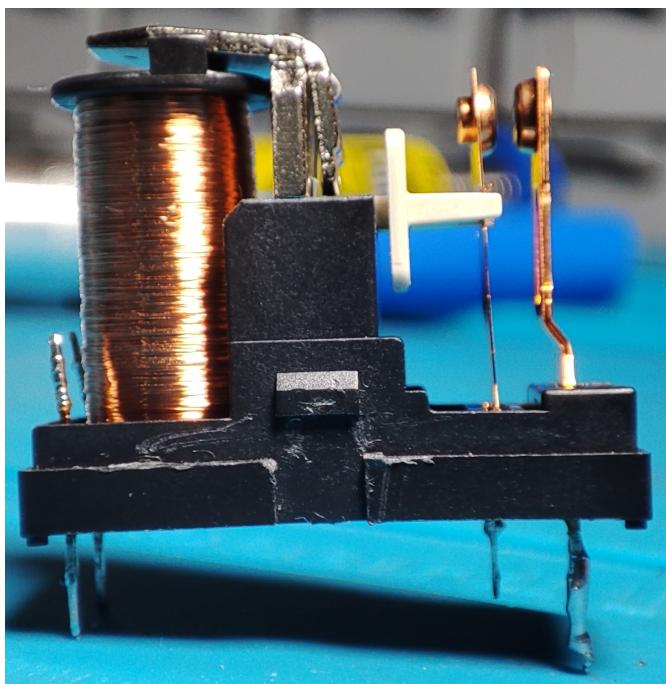
**4 - Desenergização do Relé:** Quando a corrente é interrompida na bobina do relé, o campo magnético diminui e o contato móvel retorna à sua posição original. Isso é chamado de "desenergização" do relé e resulta na abertura do circuito externo.



**Figura 15.3:** exemplos de funcionamento. São relés com quantidade de pinos diferentes, e aplicações específicas.

## Capítulo 15 - Relés

Na imagem 15.3 podemos observar o funcionamento. As imagens 01 mostram a bobina do relé desenergizada. E as imagens 02 mostram a bobina do relé energizadas.



**Figura 15.4:** um relé por dentro. Compare com a figura anterior.

## Capítulo 15 - Relés

**5 -** Observe a imagem anterior (15.4). Na parte debaixo temos os pinos que são soldados na placa. Os pinos da bobina (bem na esquerda) são os dois mais alinhados (juntos), eles energizam a bobina. Os outros dois pinos são das lâminas que se movem, encostando ou afastando uma da outra. **Nesse exemplo!** Não estou dizendo que vai ser sempre assim. Mais à frente vou ensinar como identificar os pinos.

**6 - Portanto, o relé age como um interruptor controlado eletricamente.** Ele pode ser usado para controlar circuitos de alta potência com sinais de baixa potência, tornando-o uma peça essencial em muitas aplicações, como automação industrial, sistemas de segurança e eletrônica em geral.

## Estados de contato

Para explicar os **estados de contato** de forma eficiente, preciso explicar sobre **ponto de comutação**.

## Capítulo 15 - Relés

O ponto de comutação, no contexto de relés, é o local onde ocorre a transição entre dois estados diferentes dos contatos elétricos.

Em um relé eletromecânico típico, quando o eletroímã é energizado (ativado), ele cria um campo magnético que move um contato mecânico de uma posição (aberta) para outra (fechada), ou vice-versa.

Esse ponto no qual a mudança ocorre é conhecido como ponto de comutação. É o local onde o relé muda o estado dos contatos elétricos, conectando ou desconectando um circuito elétrico. Portanto, o ponto de comutação é fundamental para entender como o relé opera na abertura e no fechamento de circuitos elétricos.

Geralmente, dois contatos estarão presentes nesse ponto de comutação. Mas isso não é regra.

E tem o contato denominado contato comum para conectar os pontos de comutação.

Esses contatos são nomeados como contatos normalmente abertos (NA), normalmente

## Capítulo 15 - Relés

fechados (NF) e contato comum (COM). Em inglês é: normally open (NO), normally closed(NC), common(COM).

Um é normalmente fechado (NF, é fechado (em estado condutor) quando a bobina do relé está em estado desenergizado. Isso significa que, mesmo com a bobina desenergizada, o relé vai conduzir energia elétrica. Nesse caso aqui você pode fazer o teste de continuidade com o multímetro e ele vai conduzir (vai “beepar”).

Um é normalmente aberto (NA), o par de contatos está aberto (em um estado não condutor) quando a bobina do relé está em estado desenergizado. Isso significa que, com a bobina desenergizada, o relé vai NÃO conduzir energia elétrica. Nesse caso aqui você pode fazer o teste de continuidade com o multímetro e ele NÃO vai conduzir (NÃO vai “beepar”).

## Capítulo 15 - Relés

Símbolo	Descrição
	<b>Contato NA</b>
	<b>Contato NF</b>
	<b>Bobina</b>

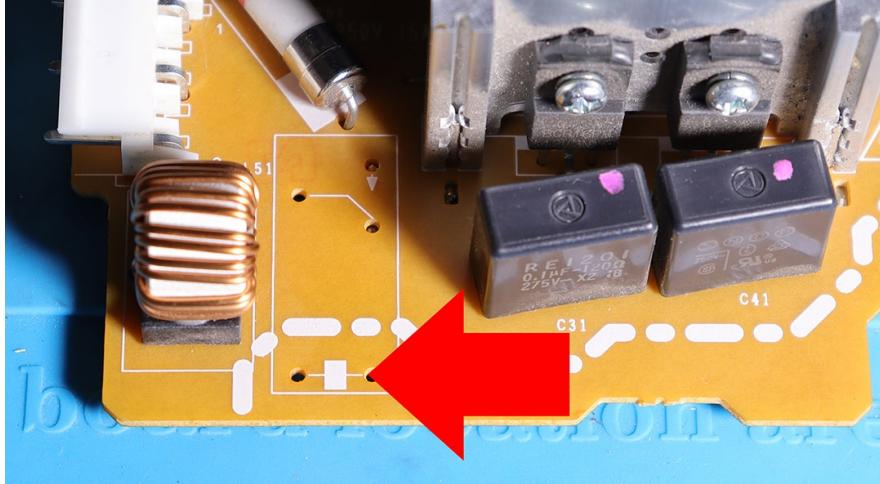
**Figura 15.5:** exemplo de simbologia que pode ser usada.

## Como identificar a pinagem

Vou explicar de forma geral, ou seja, eletrônica no geral. Há algumas formas de fazer isso:

- **Através da serigrafia na placa.** É comum na própria placa haver a descrição. Veja a imagem a seguir para você entender.

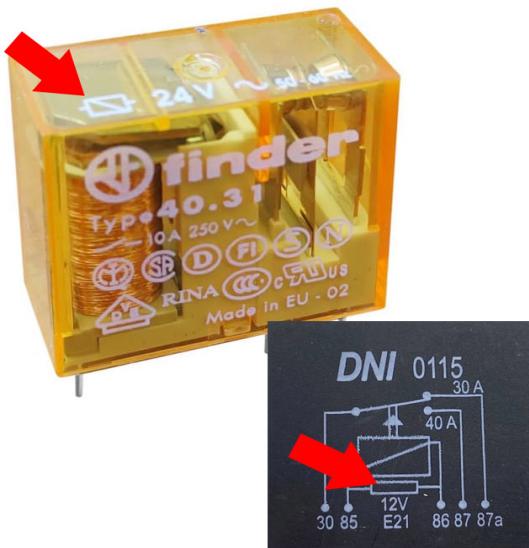
## Capítulo 15 - Relés



**Figura 15.6:** exemplo de serigrafia na placa. A seta vermelha (que eu coloquei) é a indicação exata da bobina do relé.

- **No próprio corpo do relé.** Não é todos que terão alguma informação a respeito, mas há sim relés que trazem essas informações.

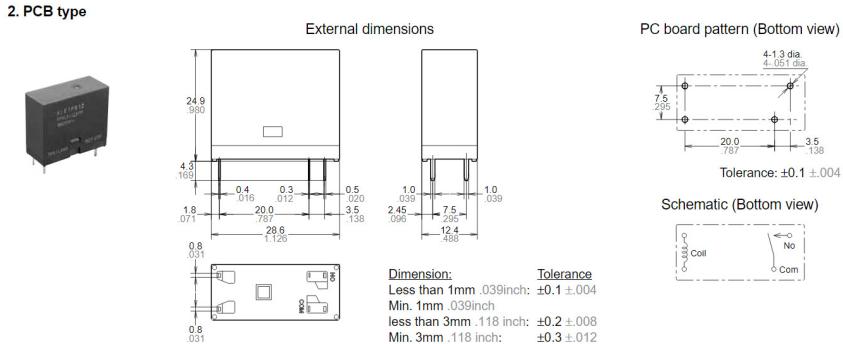
## Capítulo 15 - Relés



**Figura 15.7:** exemplo de serigrafia no relé.  
Nesses exemplos marquei com uma seta a indicação exata da bobina do relé.

- **Através do dataheet.** É a forma mais segura e certeira de identificar os pinos.

## Capítulo 15 - Relés



**Figura 15.8:** exemplo de um dataheet (parte) de um relé.

## Como testar

O ideal é testar o relé fora da placa, principalmente se você é iniciante na área. Isso porque você não precisará se preocupar com polarização.

Se ele estiver na placa você pode testar, só que nesse caso você precisa estar atento com a presença de diodos (nesse caso vai ter que ter o cuidado com a polarização dos diodos). Dependendo dos pontos de solda que estiver testando vai ter essa interferência de possíveis

## Capítulo 15 - Relés

diodos e existe o risco de queimar esses componentes caso você injete tensão de forma errada.

Como não sei qual placa você tem na sua bancada, vou deixar essa observação. Não tem eu te orientar nessa questão, quais pontos usar, etc. E vou seguir os testes levando em consideração que o relé estará fora da placa.

O primeiro teste que podemos fazer já expliquei. É justamente o teste de continuidade em seus terminais de saída:

- Em contatos NF, com a bobina desenergizada, o multímetro tem que conduzir ("beepar"). Se não haver essa condução há algum problema, pode ser oxidação nos contatos por exemplo.
- Em contatos NA, com a bobina desenergizada, o multímetro não pode conduzir ("beepar"). Se conduzir, os contatos podem estar "colados".

Relés em placas de impressoras é, geralmente, NA. Todos que já passou aqui na oficina são NA.

## Capítulo 15 - Relés

Isso porque eles costumam controlar, por exemplo, a alimentação do fusor. Todo o mecanismo do fusor funciona de forma controlada. Os seus roletes não giram o tempo todo. Eles giram de forma controlada somente quando o papel passar por ele. Por isso um relé com pinos NA.

**Pronto, fez esse teste? Vamos para mais um.**

Outro teste que podemos fazer é justamente verificar se ao energizar a bobina do relé, os seus contatos estão se movendo corretamente, seja abrindo ou fechando o contato.

Para isso, faça o seguinte:

1 - Identifique a tensão de alimentação do relé. Isso vai estar descrito em seu próprio corpo através de serigrafia;

2 - Essa tensão pode variar, ou seja, existem relés de 5V, 12V, 24V, etc.

## Capítulo 15 - Relés



**Figura 15.9:** exemplo de tensão de alimentação.

3 - Localize os pinos de energização da bobina;

4 - Configure sua fonte de bancada para a tensão adequada para alimentar o relé;

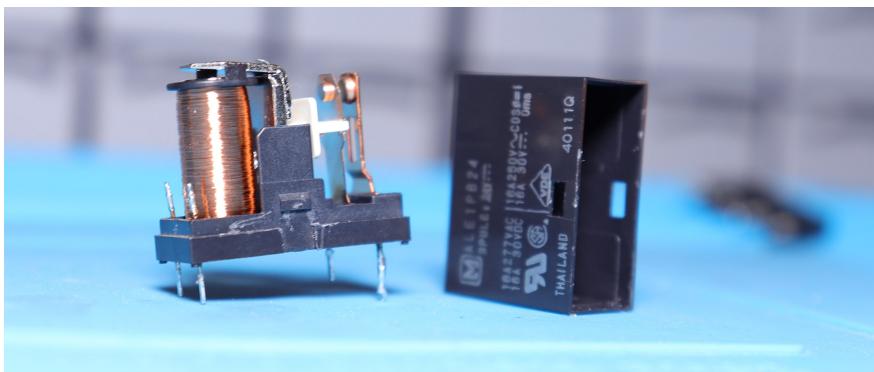
5 - Conecte os dois cabos da fonte de bancada nos dois pinos de energização da bobina;

6 - Tem que ocorrer o movimento das lâminas que se movem, encostando ou afastando uma da outra. Você vai escutar, inclusive, um pequeno barulho.

## Capítulo 15 - Relés

7 – Esse teste já é excelente para testar a bobina. Tem outras formas de testar? Sim, mas você já consegue testar de forma segura com esse passo a passo que ensinei. Além disso, o nosso teste é uma sequência. Você vai entender em instantes.

**Uma dica:** modelos semelhante a esses que usei nas fotos (da foto 15.9 por exemplo) podem ser facilmente abertos. Observe que há duas travas (uma de cada lado) que seguram a “tampa” que pode ser retirada com auxílio de uma espátula de metal. Com isso você pode explorar a parte interna, fazer os testes, ver as lâminas movimentarem.



**Figura 15.10:** exemplo.

## Capítulo 15 - Relés

**Fez o teste anterior? O relé está armando e desarmando?** Ou seja, as lâminas que se movem, encostando ou afastando uma da outra? Se sim, está teoricamente tudo ok até aqui. Caso negativo já já algo errado. O mais provável é problema na própria bobina.

### **Agora vamos para o próximo teste.**

Você já está energizando o relé. Vamos agora para o próximo teste mais natural que podemos fazer. Lembra que falei que esses testes são uma sequência? Pois é, esse teste que vamos fazer agora depende do anterior.

Faça assim:

1 - Conecte os dois cabos da fonte de bancada nos dois pinos de energização da bobina, conforme instruções que já lhe passei;

2 - Use um multímetro na escala de continuidade para testar os pinos de saída, que são os pinos das lâminas que se movem, encostando ou afastando uma da outra;

3 - O que deverá ocorrer? Muito simples:

## Capítulo 15 - Relés

3.1 - Se os pinos forem do tipo NA (normalmente abertos, eles irão encostar um no outro ao energizar a bobina. E o multímetro vai conduzir ("beepar");

3.2 - Se os pinos forem do tipo NF (normalmente fechados, eles irão afastar um no outro ao energizar a bobina. E o multímetro NÃO vai conduzir (NÃO "beepar"). Inclusive, com a bobina desenergizada ele irá "beepar".

**Portanto, esses são os testes que ensinamos passo a passo: teste de continuidade em seus terminais de saída, teste de armar e desarmar o relé e teste de continuidade final.**