



# COMO TESTAR COMPONENTES ELETRÔNICOS

SIDACS, DIACS, SUS,  
SBS, PUT, SCRS,  
TRIACS

CIRCUITOS  
INTEGRADOS  
COMUNS

AMPLIFICADORES  
OPERACIONAIS

COMPARADORES  
DE TENSÃO

REGULADORES  
DE TENSÃO

CIRCUITOS DIGITAIS

CIRCUITOS HÍBRIDOS

REATORES DE  
LÂMPADAS  
FLUORESCENTES

ELEMENTOS DE  
AQUECIMENTO DE  
CHUVEIROS E  
TORNEIRAS

CAMPANHAS E  
CIGARRAS

BOMBAS DE  
AR DE AQUÁRIOS

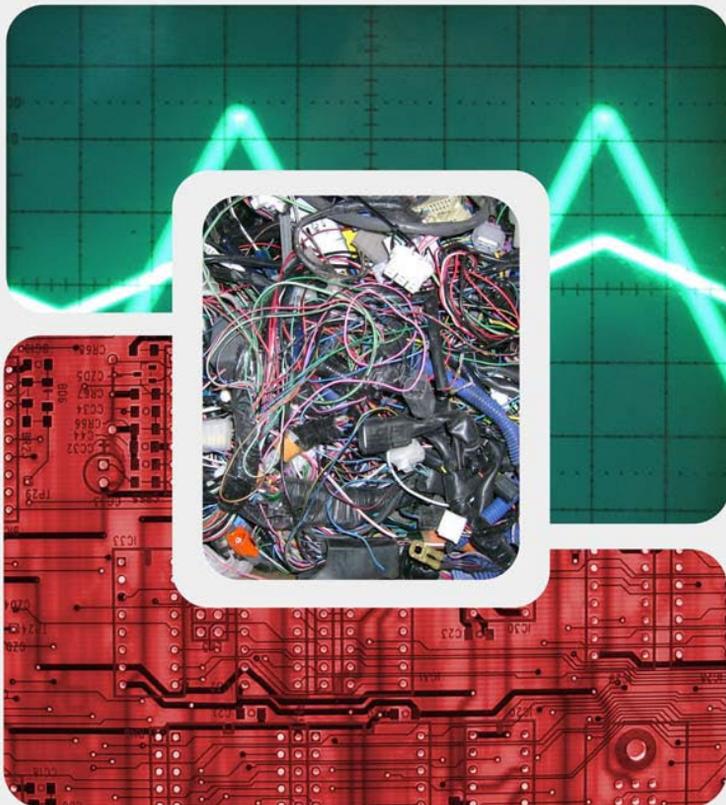
BOBINAS DE IGNIÇÃO

FUSÍVEIS -  
LÂMPADAS - CHAVES  
(AUTOMOTIVOS)

CABOS E CONECTORES  
DE COMPUTADORES

VOLUME 4

Newton C. Braga





# COMO TESTAR COMPONENTES ELETRÔNICOS

---

VOLUME 4



**Instituto Newton C. Braga**  
[www.newtoncbraga.com.br](http://www.newtoncbraga.com.br)  
[contato@newtoncbraga.com.br](mailto:contato@newtoncbraga.com.br)

**Como testar componentes eletrônicos - Volume 4**

**Autor:** Newton C. Braga

São Paulo - Brasil - 2012

**Palavras-chave:** Eletrônica - Engenharia Eletrônica  
- Componentes - Educação Tecnológica

## **+** **INFORMAÇÕES**

---

**INSTITUTO NEWTON C. BRAGA**

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

Copyright by  
INTITUTO NEWTON C BRAGA.  
1ª edição

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfilmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos, atualmente existentes ou que venham a ser inventados. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial em qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernético atualmente em uso ou que venha a ser desenvolvido ou implantado no futuro. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art. 184 e parágrafos, do Código Penal, cf. Lei nº 6.895, de 17/12/80) com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenização diversas (artigos 122, 123, 124, 126 da Lei nº 5.988, de 14/12/73, Lei dos Direitos Autorais).

**Diretor responsável:** Newton C. Braga  
**Diagramação e Coordenação:** Renato Paiotti



# ÍNDICE

---

|   |     |
|---|-----|
| Introdução .....  | 9   |
| SIDACs .....  | 11  |
| DIACs .....   | 15  |
| SUS .....   | 20  |
| SBS .....   | 25  |
| PUT .....   | 30  |
| SCRs .....  | 36  |
| Triacs .....  | 46  |
| Circuitos integrados comuns .....                       | 54  |
| Amplificadores operacionais .....                       | 68  |
| Comparadores de Tensão .....                            | 75  |
| Reguladores de tensão .....                             | 77  |
| Circuitos digitais .....                                | 89  |
| Circuitos híbridos .....                                | 104 |
| Reatores de Lâmpadas Fluorescentes .....                | 115 |
| Elementos de aquecimento de chuveiros e torneiras ..... | 120 |
| Campainhas e cigarras .....                             | 123 |
| Bombas de ar de aquários .....                          | 127 |
| Bobinas de ignição .....                                | 129 |
| Fusíveis – Lâmpadas – Chaves (Automotivos) .....        | 134 |
| Cabos e Conectores de Computadores .....                | 136 |



## Introdução

No volume anterior ensinamos como testar um primeiro grupo de componentes semicondutores. No entanto, eles não são os únicos desta grande família que os profissionais, estudantes e praticantes da eletrônica em geral vão encontrar na sua atividade. Além deles, existem outros tipos de componentes semicondutores. Neste quarto volume da série, continuaremos a ensinar como testar componentes da família dos semicondutores que não foram vistos no volume anterior.

Esses dispositivos semicondutores, como os demais, são os elementos básicos de todos os equipamentos eletrônicos modernos.

O teste de tais componentes ou mesmo circuitos oferece um enorme desafio ao profissional da eletrônica.

Em alguns casos procedimentos muito simples podem revelar muito sobre o estado de tais componentes. No entanto, existem casos, em que os dispositivos testados são tão complexos que se torna impossível dizer alguma coisa sobre seu estado com um teste simples.

Para esses casos pode-se utilizar procedimentos que envolvam a montagem de circuitos de simulação ou ainda a realização de diversas medidas, que possam dar um quadro geral do que ocorre com o dispositivo. Indo além, podemos contar com a ajuda do osciloscópio para levantar as curvas características de tais componentes em que, muito além de um simples teste, teremos informações importantes sobre seu estado e o modo de usá-lo.

Neste volume focalizaremos os principais testes que podem ser realizados com esses componentes semicondutores usando desde simples provador de continuidade ou multímetro até recursos mais elaborados que envolvam o uso de instrumentos sofisticados como geradores de funções, osciloscópios e outros.



## SIDACs

### O que são

Os SIDACs são diodos de quatro camadas da família dos tiristores. Tratam-se de dispositivos que disparam (conduzindo intensamente) quando a tensão entre esses terminais alcança um determinado valor.

Os tipos mais comuns são especificados para tensões de 120 e 240 V, sendo portanto indicados para aplicações na rede de corrente alternada de 110 (117 ou 127 V) e 220 V (220 ou 240 V), no entanto existem tipos a partir de 30 V.

Na figura 1 temos o símbolo e aspecto desses componentes que encontram aplicações em controles de potência, circuitos de proteção, economizadores de energia, etc.

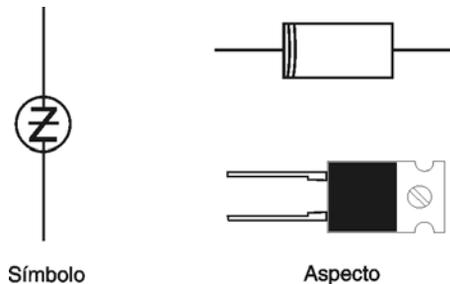


Figura 1

### O que Testar

A simples medida da resistência entre os terminais nada revela, já que são dispositivos bilaterais (suas características são as mesmas nos dois sentidos).

Esse tipo de teste apenas permite detectar um SIDAC em curto, mas não se ele está bom. Para sabermos se ele está bom será preciso montar um circuito de prova.

## **Instrumentos Usados**

- Multímetro
- Provador de Continuidade
- Circuito de Teste
- Circuito de Teste e Osciloscópio

## **O teste**

Existem várias formas de se comprovar o estado de um Sidac. A seguir, damos algumas:

### **a. Prova de Continuidade**

A prova de continuidade apenas revela se um SIDAC está ou não em curto. Se está bom, é preciso ir além com o circuito de prova. Com o osciloscópio podemos ir além verificando qual é a tensão de disparo.

## **Procedimento**

a) Coloque o multímetro numa escala baixa de resistências (ohms x1 ou ohms x10 se for analógico ou 200/2000 ohms se for digital). Para os tipos analógicos, zere-o antes de usar. No caso do provador de continuidade, basta colocá-lo em condições de funcionar.

b) Retire o SIDAC do circuito e faça a medida das resistências no sentido direto e no sentido inverso. Lembramos que o Sidac não tem polaridade, por isso não há marcação no seu involucro.

A figura 2 mostra como essa prova deve ser realizada.

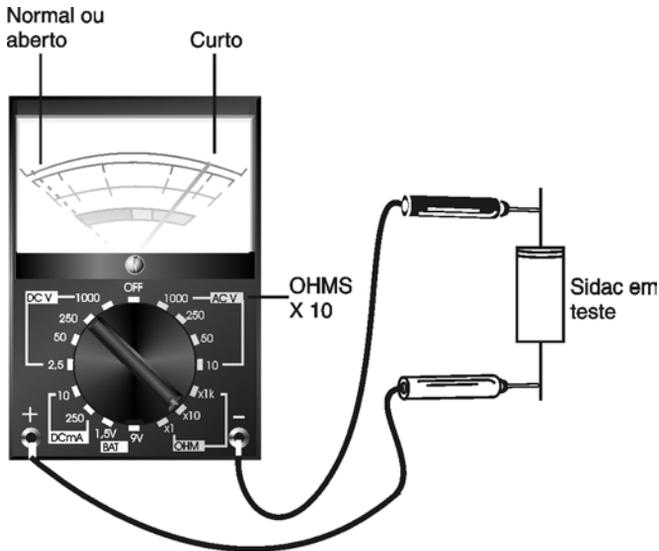


Figura 2

### Interpretação da Prova

A resistência é alta nos dois sentidos (infinita ou bem acima de 10 M ohms). Neste caso podemos ter certeza de que o SIDAC não está em curto, mas nada podemos saber sobre suas condições de disparo. A resistência é baixa em pelo menos uma das medidas. Neste caso, o SIDAC se encontra em curto.

### b. Circuito de Teste

Na figura 3 mostramos um circuito de teste que serve tanto para SIDACs de 110 V como 220 V.

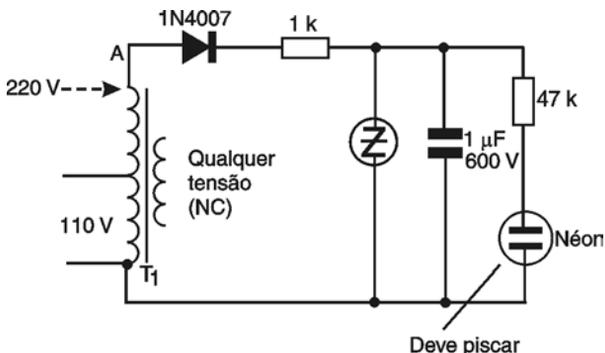


Figura 3

Para a rede de 220 V, o transformador é desnecessário, podendo a tensão da rede de energia ser aplicada nos pontos A e B do circuito de prova.

### Observação

O circuito de prova não é isolado da rede de energia. Por isso, o máximo cuidado deve ser tomado pelo leitor, para que toques acidentais em pontos vivos do circuito venham causar choques perigosos.

Também observamos que um traçador de curva pode ser usado somente se o transformador for capaz de fornecer a tensão de disparo do componente que varia entre 120 e 240 V. No entanto, o resistor limitador deve ter pelo menos 10 k ohms de resistência e dissipação superior a 5 W.

### Interpertração da Prova

A lâmpada neon pisca normalmente quando o circuito é ligado. Nesse caso, o SIDAC se encontra em boas condições. Se a lâmpada permanecer apagada ou ainda acesa, sem piscar, então o SIDAC se encontra com problemas.

## DIACs

### O que são

Diacs são elementos de disparo normalmente usados em circuitos com triacs, conforme mostra a figura 4.

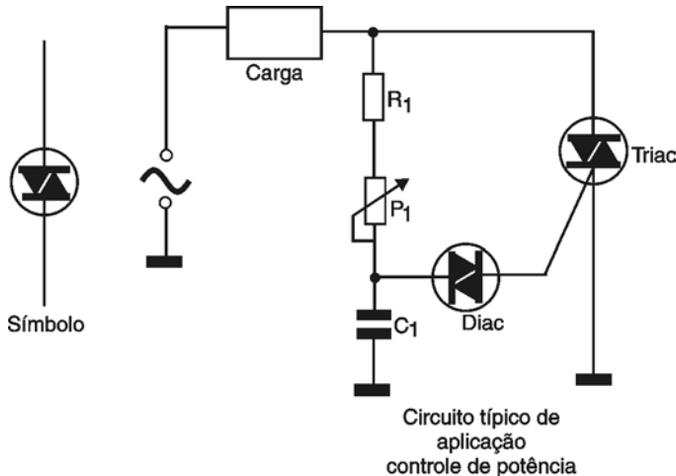


Figura 4

Esses componentes entram em condução com tensões que variam entre 20 e 40 V, quando então passam a apresentar baixa resistência, isso em qualquer sentido de polarização.

### O que Testar

Uma medida da resistência em qualquer sentido simplesmente revela quando um Diac está em curto, mas não revela qualquer característica de seu funcionamento normal. Para um teste completo é preciso usar um circuito que provoque o seu disparo.

Por esse motivo, o melhor teste e mais completo é o que faz uso de um circuito de prova.

### **Instrumentos Usados**

- Provador de continuidade
- Multímetro
- Circuito de Teste
- Traçador de curvas e osciloscópio

### **O teste**

Damos a seguir alguns testes básicos que podem ser feitos para revelar o estado de um DIAC.

#### **a. Multímetro e Provador de Continuidade**

Esse teste apenas revela os casos em que o diac está em curto. Se estiver bom, não podemos ter certeza disso, pois será preciso usar o circuito de teste.

#### **Procedimento**

Coloque o multímetro numa escala baixa de resistências (ohms x1 ou ohms x10 se for analógico ou 200/2000 ohms se for digital). Para os tipos analógicos, zere-o antes de usar. No caso do provador de continuidade, basta colocá-lo em condições de funcionar.

Retire o SIDAC do circuito e faça a medida das resistências no sentido direto e no sentido inverso.

A figura 5 mostra como essa prova deve ser realizada.

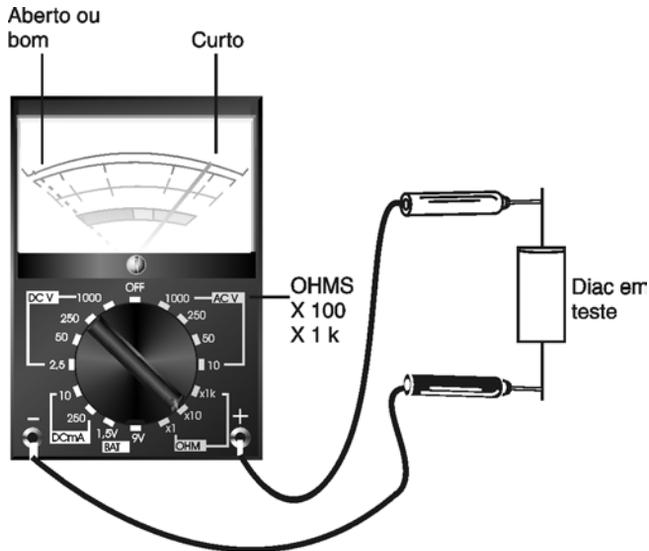


Figura 5

### b. Circuito de teste

Um circuito de teste para a prova de Diacs comuns é mostrado na figura 6.

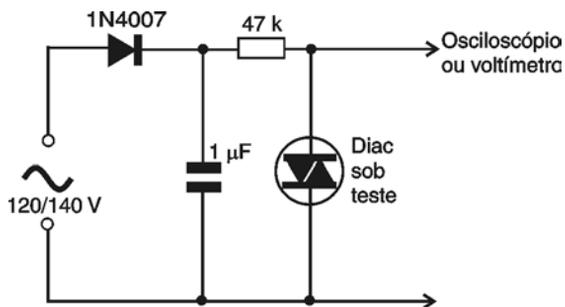


Figura 6

Neste circuito o instrumento tanto pode ser um osciloscópio como um multímetro comum em escala apropriada de tensões DC. A fonte de tensão deve ser ajustável (variac) partindo-se de zero volt/

### **Procedimento**

- a) Desligue o diac do circuito em que se encontra e ligue-o no circuito de prova. Lembramos que esses componentes não possuem polaridade.
- b) Ligue o instrumento de prova na saída do circuito.
- c) Alimente o circuito e aumente a tensão gradualmente observando a tensão indicada ou a forma de onda.

### **Interpretação da Prova**

Chega-se a um ponto do ajuste em que a tensão cai abruptamente mostrando o disparo do componente. Se isso não ocorrer o diac tem problemas. Com esse procedimento é possível também determinar a tensão de disparo do diac. Repita a prova invertendo o diac para verificar se ele dispara igualmente nos dois sentidos.

### **c. Prova com o Osciloscópio**

Na figura 7 mostramos com o testar um diac usando o traçador de curvas. Observe que o diodo do traçador é retirado, pois sendo o diac bilateral, devemos testar seu disparo nos dois sentidos.

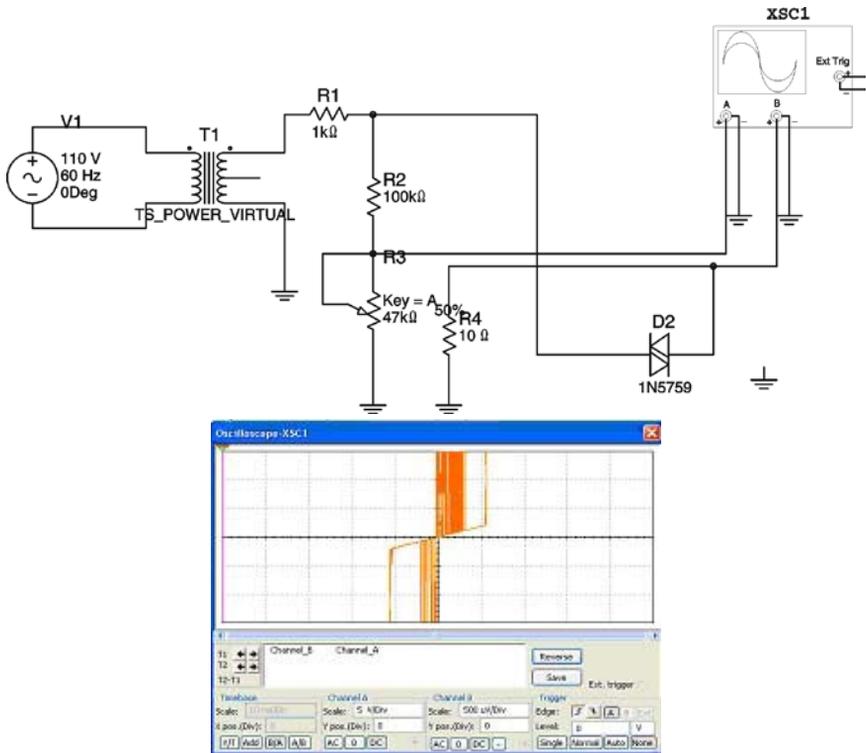


Figura 7

Também é preciso observar que o transformador do traçador deve fornecer uma tensão maior do que a necessária do disparo do diac, normalmente acima de 20 V. Veja que uma simples fonte de tensão alternada (transformador) pode substituir o traçador de curvas em um circuito semelhante (resistor limitador e resistor sensor).

Na figura mostramos em (a) o circuito e em (b) a característica de disparo bilateral do diac. Esse circuito foi simulado no MultiSim para um Diac comum.

## SUS

### O que são

SUS significa Silicon Unilateral Switch ou Chave Unilateral de Silício. Trata-se de um dispositivo de disparo que conduz num único sentido quando uma tensão entre seus terminais é atingida.

Na figura 8 temos o símbolo e o aspecto desse componente que é usado no disparo de SCRs.

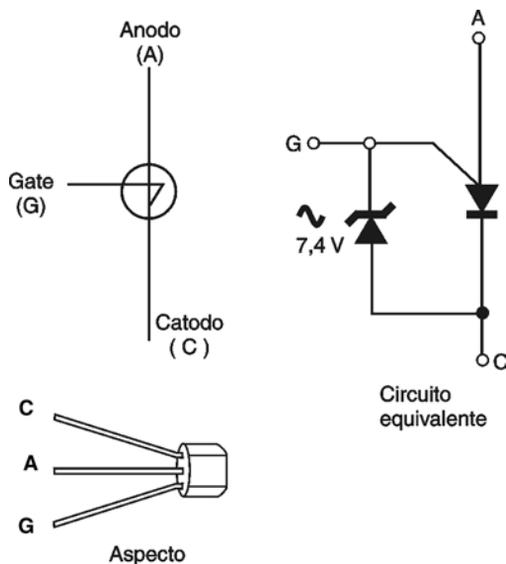


Figura 8

### O que Testar

Um teste estático com o multímetro ou o provador de continuidade apenas revela se o SUS está em curto, nada indicando sobre seu funcionamento ou se ele está aberto. O melhor teste é feito com um circuito apropriado em que ele pode ser posto para funcionar.

### **Instrumentos Usados**

- Provador de continuidade
- Multímetro
- Circuito de Teste
- Fonte alternada ou traçador de curvas com Osciloscópio

### **O teste**

Descrevemos a seguir alguns testes usados para revelar o estado de um SUS (Silicon Unilateral Switch)

#### **a. Teste estático com multímetro ou provador de continuidade**

Nesse caso, apenas podemos detectar se o componente está em curto. A prova não é conclusiva se o componente não estiver nessa condição de curto.

### **Procedimento**

a) Coloque o multímetro numa escala baixa de resistências (ohms x1 ou ohms x10 se for analógico ou 200/2000 ohms se for digital). Para os tipos analógicos, zere-o antes de usar. No caso do provador de continuidade, basta colocá-lo em condições de funcionar.

b) Retire o SUS do circuito e faça a medida das resistências no sentido direto e no sentido inverso.

A figura 9 mostra como essa prova deve ser realizada.

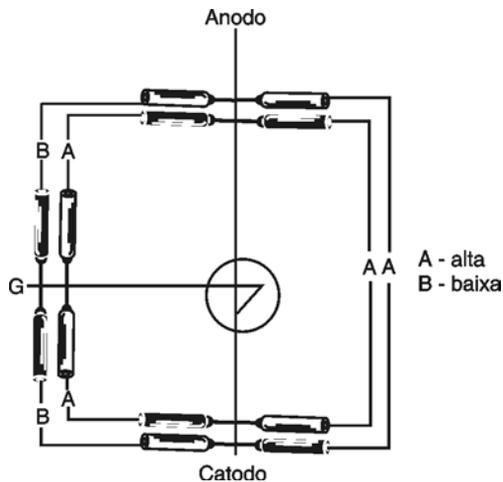


Figura 9

### Interpretação da Prova

As resistências medidas são as indicadas no procedimento de prova. Neste caso, o componente se encontra em bom estado. No entanto, se as medidas de resistências forem diferentes, com leituras de altas onde deveriam ser baixas, ou todas baixas ou temos um componente aberto ou em curto.

### b. Teste com o circuito de prova

Na figura 10 mostramos um circuito simples de prova para SUS. O LED indicador deve piscar indicando com que o componente se encontra bom, operando como oscilador de relaxação.

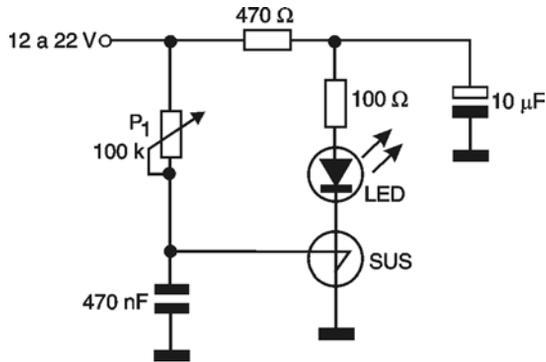


Figura 10

### c. Teste com o osciloscópio

Podemos ir além, levantando as características do componente com a observação do seu disparo num circuito de prova conectado a um osciloscópio. Como isso pode ser feito é mostrado na figura 11.

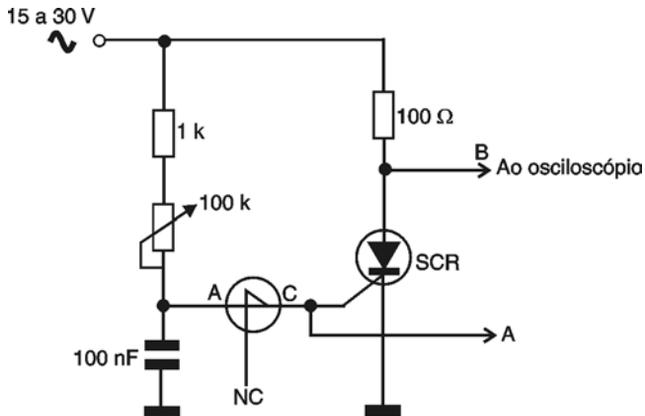


Figura 11

Não será preciso dotar o SCR de dissipador de calor pois o teste é feito em regime de baixa corrente.

### Procedimento

a) Coloque o SUS no circuito de prova, ligando o osciloscópio para observar um sinal de 60 Hz, conforme indicado na figura.

b) Ligue o circuito e faça os ajustes para observar a forma de onda indicada.

c) Analise a forma de onda medindo a amplitude do sinal para determinar o ponto de disparo e também o ângulo de fase.

A análise da forma de onda obtida é mostrada a figura 12.

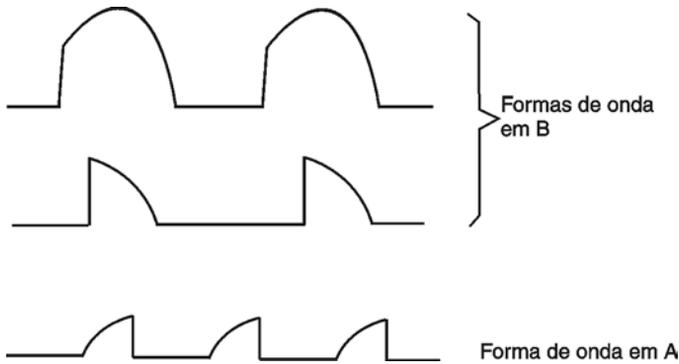


Figura 12

### Observações

Será importante ter em mãos a folha de características do componente que está sendo testado para que as formas de onda obtidas ou ainda os testes possam ser melhor avaliados.

Em especial deve ser levada em conta a corrente de disparo (gate) do SCR, pois podem ser necessárias modificações nos valores dos componentes (R1 e P1) para se obter o controle de fase desejado.

## SBS

### O que são

Os Silicon Bilateral Switches ou Chaves Bilaterais de Silício dispositivos semicondutores com características de resistência negativa usados no disparo de Triacs e outros Tiristores. Podemos dizer que consistem em dois SUS ligados em oposição, conforme mostra a figura 13.

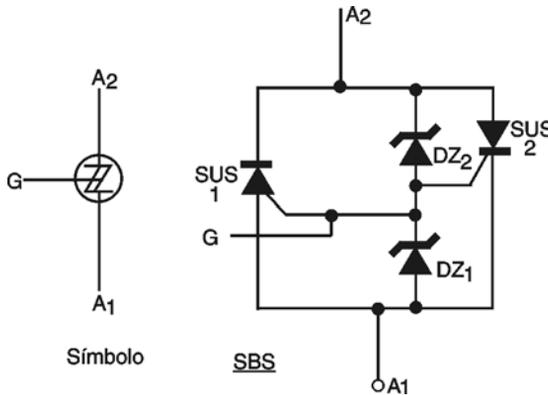


Figura 13

### O que Testar

Um teste de continuidade apenas detecta se o componente está em curto. Se isso não ocorrer, o teste com o multímetro ou provador de continuidade não acusa se ele tem problemas de funcionamento ou está aberto. O melhor teste, neste caso é o teste com um circuito de prova ou ainda levantamento de sua característica com a ajuda do osciloscópio.

### Instrumentos Usados

- Provador de Continuidade
- Multímetro
- Circuito de prova
- Circuito de prova e osciloscópio

## O teste

Podemos realizar diversos testes práticos simples para verificar o estado de um SBS. Alguns deles são dados a seguir. Os resultados vão depender das características dos componentes testados sendo, por esse motivo, interessante ter suas folhas de características em mãos.

### a. Teste com o Multímetro e Provador de Continuidade

O teste descrito a seguir apenas acus se o componente estiver em curto. Se isso não ocorrer, nada poderá ser afirmado sobre seu estado, sendo recomendado os testes seguintes.

### Procedimento

a) Coloque o multímetro numa escala baixa de resistências (ohms x1 ou ohms x10 se for analógico ou 200/2000 ohms se for digital). Para os tipos analógicos, zere-o antes de usar. No caso do provador de continuidade, basta colocá-lo em condições de funcionar.

b) Retire o SBS do circuito e faça a medida das resistências no sentido direto e no sentido inverso.

A figura 14 mostra como essa prova deve ser realizada.

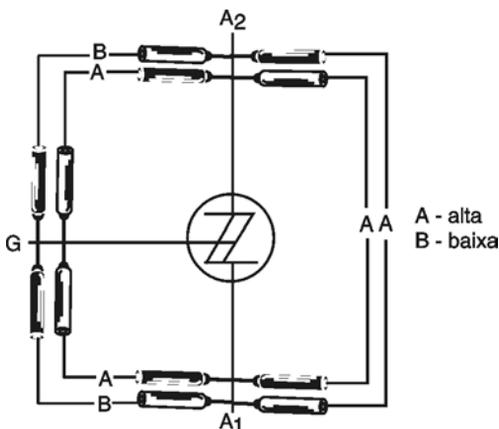


Figura 14

## Interpretação da Prova

As resistências medidas são as indicadas na figura. Neste caso, o componente se encontra em bom estado. Se as resistências forem diferentes, então teremos um componente com problemas.

Baixas resistências onde deveriam ser altas indicam um componente em curto. As altas resistências podem não indicar realmente se o componente está aberto, sendo necessário fazer um teste dinâmico (com circuito de prova) para melhor avaliação.

### b. Teste com o Circuito de Prova

O circuito mostrado na figura 15 é mais eficiente na prova de um SBS pois ele faz um teste de funcionamento, ou seja, verifica se o componente está disparando convenientemente

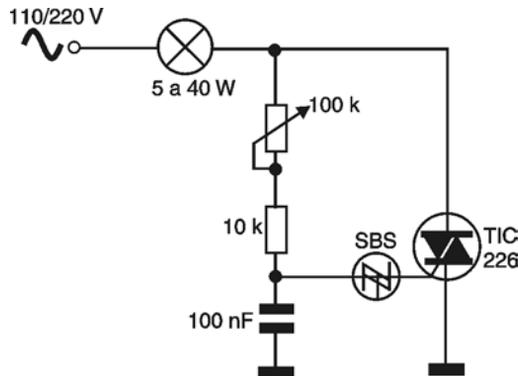


Figura 15

O seu disparo ativa o triac nesse controle de potência comum. Assim, atuando sobre o potenciômetro de 100 k deve-se obter variação do brilho da lâmpada incandescente se o SBS estiver bom.

### Procedimento

a) Monte o circuito de prova mostrado na figura 15.

- b) Identifique os terminais do componente que vai ser testado encaixando-o no circuito de prova. Ligue o circuito.
- c) Ajuste P1 e observe o brilho da lâmpada.

### Interpretação da Prova

Se a lâmpada não acender o variar de brilho então certamente o componente não se encontra em bom estado.

### c. Usando o Osciloscópio

Uma prova mais completa com o levantamento das características do componente pode ser obtida com a ajuda do circuito mostrado na figura 16.

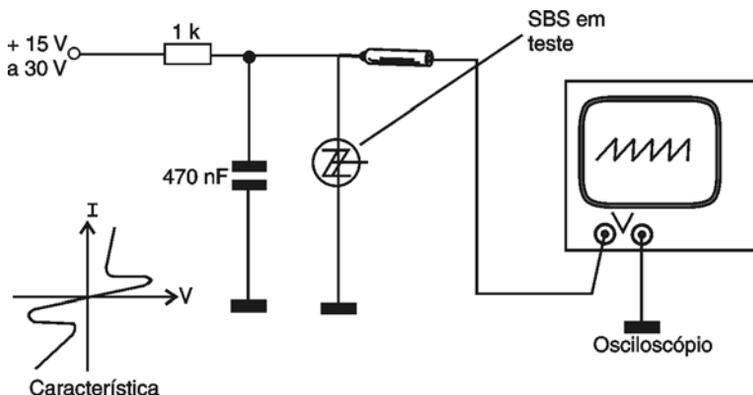


Figura 16

Neste caso temos um oscilador de relaxação que usa o componente de modo que possamos verificar se ele está operando corretamente.

Podemos observar a forma de onda pulsante num resistor de carga ou a forma de onda dente de serra no capacitor. Se o osciloscópio for de duplo traço podemos observar as duas formas de onda simultaneamente.

Inverta o componente depois de fazerr o teste para verificar sua característica no sentido inverso, que deve ser a mesma.

### Procedimento

a) Monte o circuito de prova da figura 16 e ajuste o circuito para oscilar.

b) Ajuste o osciloscópio para visualizar a forma de onda indicada. Se for de duplo traço pode-se capturar a forma de onda em dois pontos do circuito, conforme sugerimos.

c) Analise a forma de onda com especial atenção para a tensão de disparo do componente. será interessante ter a folha de características do componente para melhor interpretação dos resultados.

A figura 17 mostra as formas de onda obtidas neste caso.

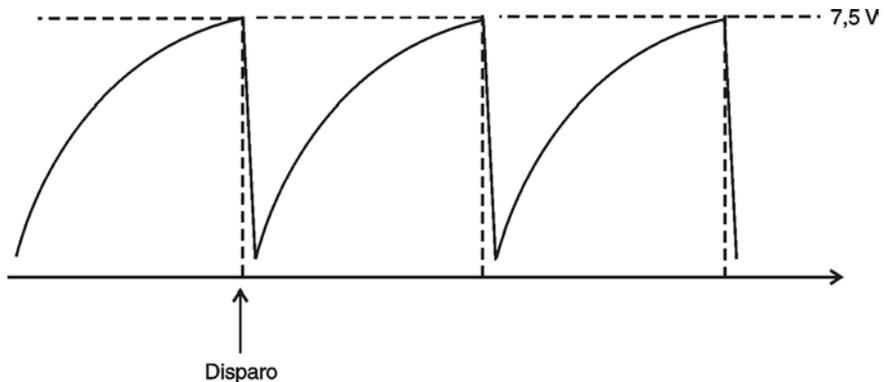


Figura 17

### Interpretação

As formas de onda corretas permitem dizer que o componente se encontra em boas condições. Pela análise dessas formas de onda podemos determinar as características do componente.

Evidentemente, se não for possível colocar o componente para oscilar, ele não se encontra em bom estado.

## PUT

### O que são

PUT significa Programmable Unijunction Transistor ou Transistor Programável Unijunção. Trata-se de um dispositivo da família dos tiristores com características de resistência negativa, sendo por esse motivo ideal para implementação de circuitos osciladores de relaxação.

Na figura 18 temos o símbolo e aspecto desse componente, observando-se que ele “equivale” a um SCR em que a tensão de disparo é programada pelo eletrodo de anodo.

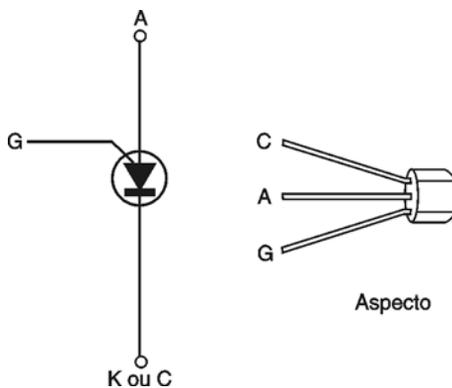


Figura 18

Os PUTs são componentes poucos comuns atualmente como os demais da família de disparadores, no entanto pode surgir a necessidade de testá-los por motivos diversos.

### O que Testar

No teste mais simples o que medimos são as resistências entre os eletrodos, mas o máximo que esse procedimento pode revelar é um eventual curto. O melhor teste é o que envolve um circuito de prova ou ainda o levantamento de suas características com a ajuda de um osciloscópio.

## **Instrumentos Usados**

- Provador de continuidade
- Multímetro
- Circuito de teste
- Circuito de teste ou traçador de curvas e osciloscópio

## **Os Testes**

Podemos indicar diversos tipos de testes para esse componente, sendo o mais simples o que envolve a prova das junções e o melhor o que envolve seu funcionamento num circuito de prova.

### **a. Prova de continuidade**

A prova de continuidade apenas revela um eventual curto em alguma junção do componente mas não se ele está em condições de funcionar.

### **Procedimento**

c) Coloque o multímetro numa escala baixa de resistências (ohms x1 ou ohms x10 se for analógico ou 200/2000 ohms se for digital). Para os tipos analógicos, zere-o antes de usar. No caso do provador de continuidade, basta colocá-lo em condições de funcionar.

d) Retire o PUT do circuito e faça a medida das resistências combinadas entre os diversos terminais do componente

A figura 19 mostra como essa prova deve ser realizada.

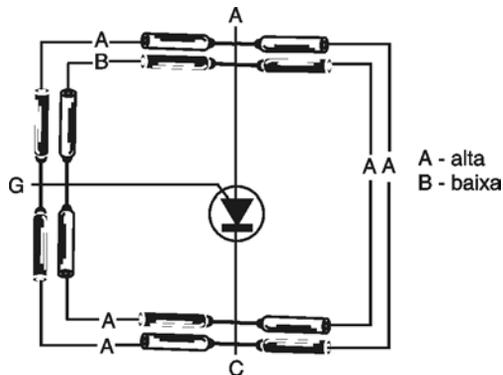


Figura 19

### Interpretação da Prova

As medidas coincidem com o indicado na figura. Nessas condições podemos acreditar que o componente se encontra bom.

No entanto, uma medida discrepante, principalmente se for de baixa resistência onde deveria ser de alta indica um componente em curto.

### b. Circuito de teste

Na figura 20 mostramos um simples oscilador de relaxação que tanto pode excitar um transdutor piezoelétrico para o valor menor de capacitor como um LED, para o valor maior do capacitor.

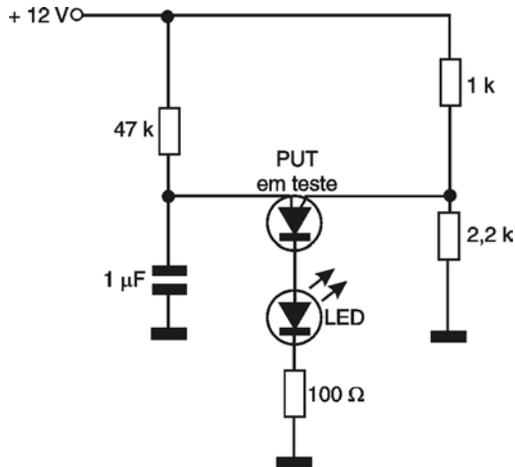


Figura 20

### Procedimento:

- Monte o circuito de teste e instale o PUT observando com cuidado a disposição dos seus terminais.
- Ajuste o potenciômetro para que o LED pisque ou então o transdutor emita som, conforme o valor do capacitor usado.

### Interpretação dos resultados

O LED pisca ou então obtém emissão de som pelo transdutor. Nessas condições o PUT se encontra em bom estado. O LED não pisca e nem há emissão de som. O PUT tem problemas.

### c. Usando o osciloscópio

Esse é um teste mais completo pois não permite verificar se o componente se encontra em bom estado como também levantar suas características. Na figura 21 temos o circuito que deve ser montado para esta prova.

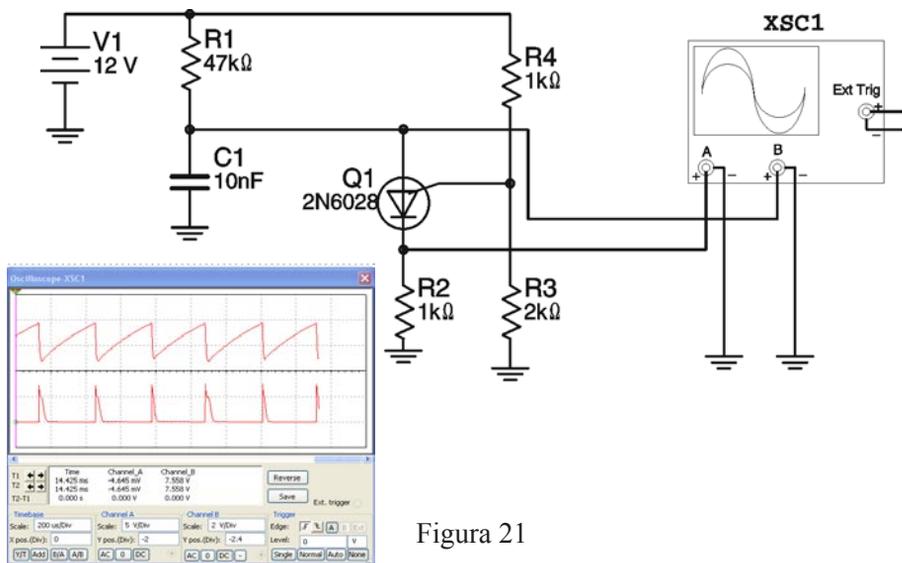


Figura 21

Esse circuito, simulado no MultiSim nos fornece as formas de onda pulsante e dente de serra obtidas em dois pontos diferentes (b).

A frequência é determinada pelo resistor e capacitor em série, podendo seus valores serem alterados.

### Procedimento

a) Monte o circuito de teste e instale o PUT observando com cuidado a disposição dos seus terminais.

b) Ajuste o osciloscópio para observar sinais em torno de 1 kHz com uma amplitude em torno de 1 Vpp. Se o osciloscópio for de duplo traço podem ser verificadas as formas de onda pulsantes e também a dente de serra presente no capacitor, conforme mostramos na simulação.

c) Alimente o circuito de teste e faça o ajuste fino do osciloscópio para observar as formas de onda geradas.

d) Verifique pelas formas de onda as características do componente em teste.

A figura 21 detalha o modo como esse teste é feito com as formas de onda que devem ser observadas tipicamente.

### **Interpretação dos resultados**

As formas de onda observadas permitem não apenas saber se o componente se encontra em boas condições como determinar suas características. Se não houver oscilação, não teremos sinal, indicando que o componente não se encontra em bom estado.

## SCRs

### O que são

Os SCRs (Silicon Controlled Rectifiers) ou Diodos Controlados de Silício são componentes semicondutores da família dos Tiristores. Conforme mostra a figura 22 em que temos seu símbolo e estrutura, o SCR é formado por 4 camadas de materiais semicondutores, possuindo 3 eletrodos (comporta, anodo e catodo).

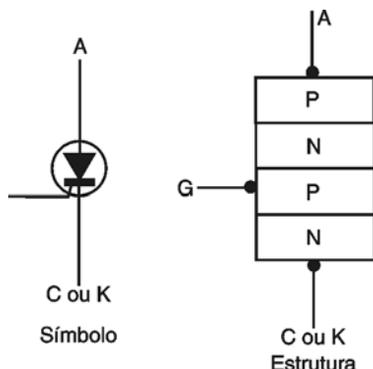


Figura 22

Um pulso positivo aplicado à comporta leva o dispositivo à condução, quando então correntes intensas entre o ânodo e o catodo podem ser controladas.

### O que testar

Para efeito de testes estáticos com provadores de continuidade e multímetros, podemos considerar um SCR equivalente (em estrutura) a dois transistores ligados da forma indicada na figura 23.

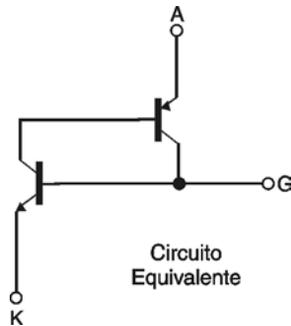


Figura 23

Podemos então testar a continuidade de suas junções verificando se estão boas ou em curto.

No entanto, os melhores testes são feitos com circuitos apropriados inclusive usando o osciloscópio quando podemos visualizar sua curva característica.

### **Instrumentos Usados**

- Provedor de continuidade
- Lâmpada de prova
- Multímetro
- Circuito de teste
- Osciloscópio e circuitos associados

No uso da lâmpada de prova devemos apenas tomar cuidado para que a corrente aplicada não ultrapasse o máximo suportado pelo componente.

### **Os testes**

Existem diversos testes comuns usados na comprovação de estados de SCRs de baixas e médias potências. A seguir descrevemos alguns desses testes.

### a. Prova de Continuidade das Junções

O que se faz neste caso é verificar o estado das junções que podemos ter acesso e eventualmente descobrir se existe um curto geral entre o anodo e o catodo.

Partimos do circuito equivalente a dois transistores, observando que a única junção que pode ser provada diretamente com polarização nos dois sentidos é a existente entre a comporta (g) e o catodo (c) conforme mostra a figura 24.

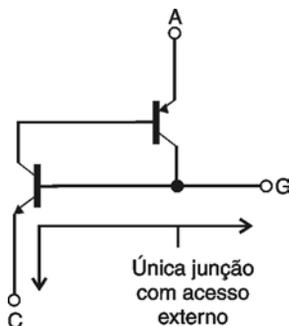


Figura 24

### Procedimento:

a) Coloque o multímetro numa escala intermediária de resistências (ohms x10 ou 0hms x100) e zere-o. Se for digital, use a escala de 2000 ohms ou 20 000 ohms. Para o provador de continuidade, basta colocá-lo em condições de uso.

b) Meça as resistência combinadas entre os terminais do SCR depois de fazer sua identificação. O SCR deve estar fora do circuito.

c) Compare as medidas obtidas com as mostradas na figura 25. Veja que apenas uma medida deve resultar em baixa resistência.

A figura 25 mostra os resultados das provas.

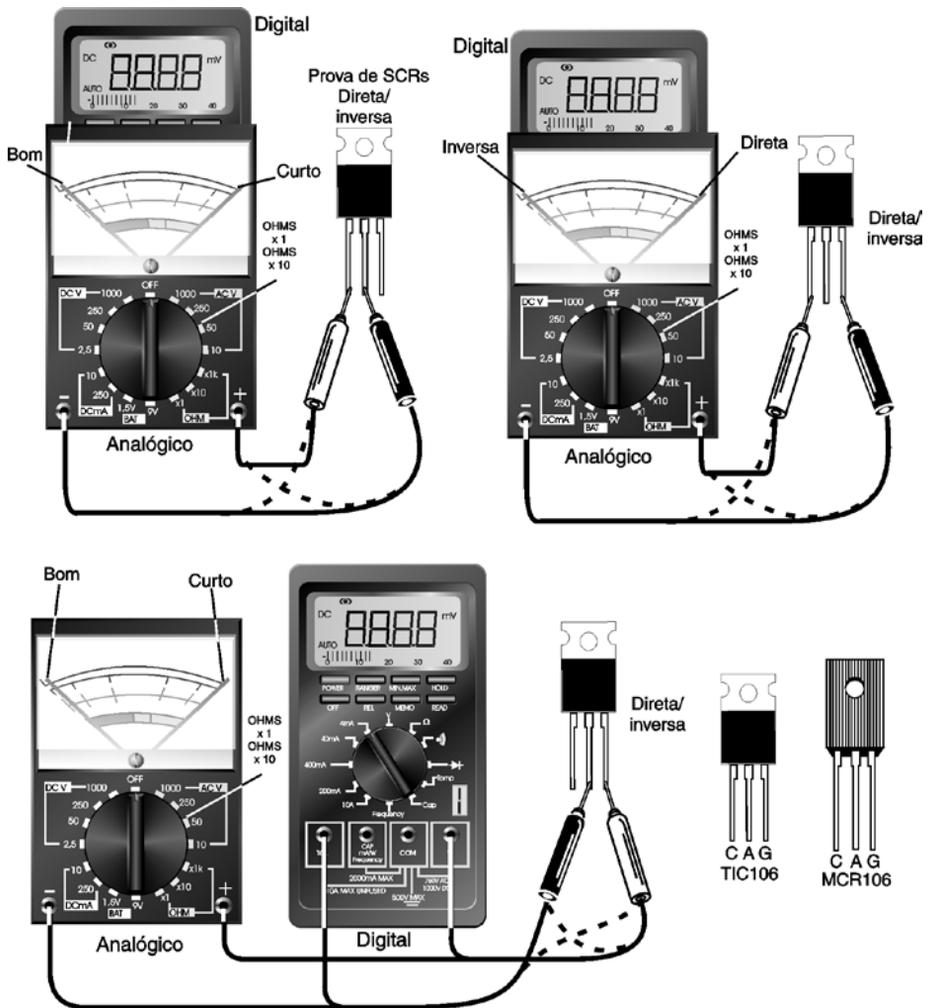


Figura 25

## Interpretação dos Resultados

Se as medidas de resistências e continuidades forem as indicadas na figura 25, então o SCR provavelmente se encontra bom (esse teste não

é definitivo). No entanto, se mais de uma resistência ou continuidade for baixa ou ainda todas as medidas forem de altas resistências então com certeza o SCR se encontra em curto ou aberto.

### Observação

Observamos que para os SCRs de maiores potências, em princípio os testes também são válidos, mas a corrente de prova baixa dos multímetros pode falsear os resultados. Será interessante ter um SCR bom do mesmo tipo para fazer comparações.

A consulta à folha de características do componente pode ajudar neste caso.

### b. Usando uma Lâmpada de Prova

O teste com uma lâmpada de prova simula o funcionamento do SCR, devendo o leitor contar com um resistor de 2k2 k ohms, um resistor de 22 k ohms e um diodo 1N4004 para o caso de provas na rede de 110 V.

Só devem ser provados SCRs até 30 A com tensões de trabalho a partir de 200 V.

Para uma lâmpada ligada à rede de 220 V só devem ser provados SCRs com tensões de trabalho de 350 V ou mais e correntes na mesma faixa que no caso anterior.

A corrente de prova de disparo será da ordem de 50 mA. Assim SCRs que precisarem de maior corrente de disparo não poderão ser testados com esse circuito.

O circuito de prova é mostrado na figura 26.

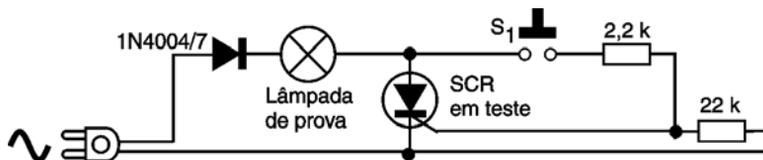


Figura 26

### **Procedimento**

- a) Inicialmente identifique os terminais do SCR ligando apenas a lâmpada e a alimentação. Deixe o terminal de comporta livre e conecte o circuito à rede de energia.
- b) Depois, desligue por um instante a alimentação e conecte o diodo e o resistor de 470 ohms.
- c) Observe o que ocorre com a lâmpada.

### **Interpretação da Prova**

Sem o diodo e o resistor de 470 ohms no circuito, a lâmpada deve permanecer apagada. Conectando-se o resistor e o diodo a lâmpada deve acender com aproximadamente metade do brilho máximo (o SCR é um diodo e portanto um dispositivo de meia onda). Se isso ocorre, o SCR está bom.

Se ao colocar o SCR no circuito em o resistor e o diodo a lâmpada já acender com brilho máximo, o componente se encontra em curto. Se ao ligar o diodo e o resistor de 470 ohms a lâmpada não acender, o SCR se encontra aberto.

### **Observação**

Dependendo da corrente de disparo do SCR pode ser necessário reduzir o resistor para a realização dos testes. Se não houver o disparo com um resistor de 470 ohms, tente um de 270 ohms e até mesmo um de 150 ohms.

### **c. Medida da corrente de disparo**

Na figura 27 mostramos como implementar um simples circuito de teste para SCRs, principalmente os da série TIC e equivalentes até uns 30 A com correntes de disparo de até 20 mA para determinar sua corrente de disparo.

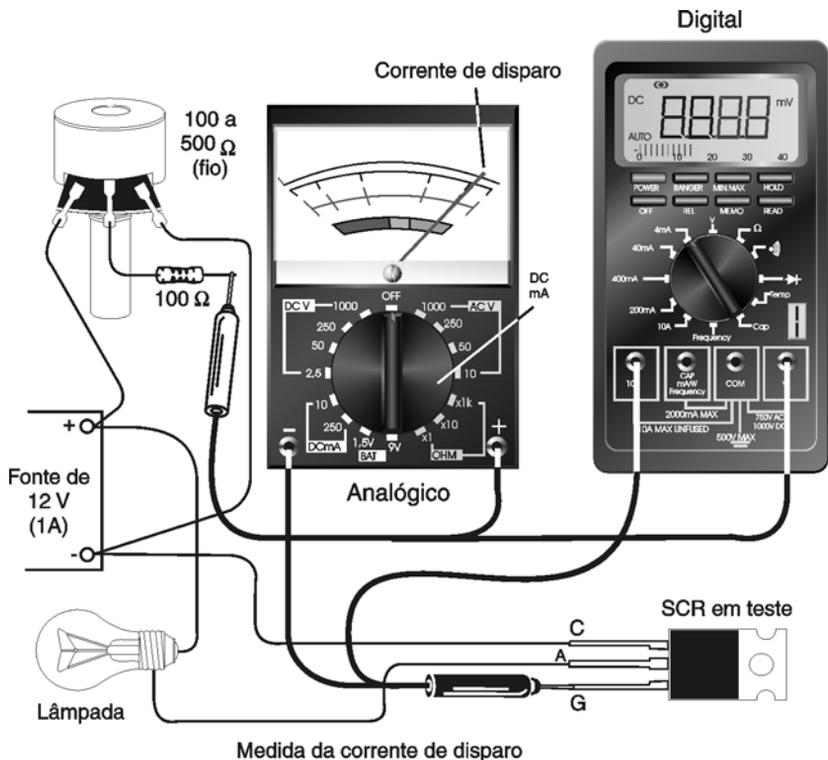


Figura 27

### Procedimento

- Identifique os terminais do SCR que vai ser testado, conectando depois o componente no circuito.
- Coloque o potenciômetro na posição de mínimo. , Ligando o circuito, observe a lâmpada indicadora.
- Depois, atue sobre P1 observando os indicadores e o momento em que a lâmpada acende..

### Interpretação das Provas:

Para um SCR em boas condições, ao fazermos sua conexão ao cir-

cuito e ligarmos a alimentação, a lâmpada deve permanecer apagada. Se a lâmpada acender o SCR se encontra em curto. Alcançando a posição em que a lâmpara acende podemos ler no multímetro a corrente de disparo.

### Observação

Neste caso podemos reduzir o resistor de comporta para testar um SCR que precise de maior corrente de disparo. Valores entre 150 ohms e 330 ohms podem ser experimentados.

### d. Usando o Osciloscópio

Podemos usar o um circuito de teste para visualizar as condições de disparo de um SCR e assim também verificar o seu estado. O circuito para essa finalidade é mostrado na figura 28.

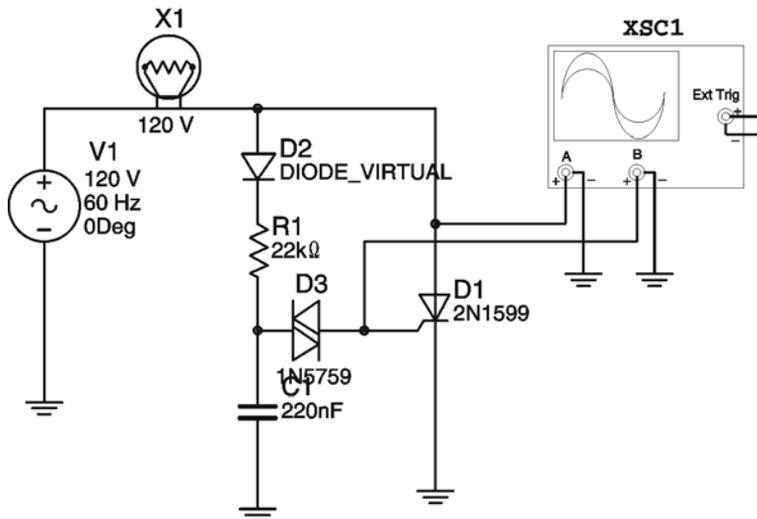


Figura 28

Nesse circuito simulamos no MultiSIM 9 um controle de potência convencional que o leitor pode montar na prática, sem precisar de um

osciloscópio para SCRs com correntes de disparo até 50 mA e para a rede tanto de 110 V como 220 V.

Em série com o resistor pode ser ligado um potenciômetro de 100 k para controlar o brilho da lâmpada. Também pode-se substituir o Diac por uma lâmpada neon comum.

Para SCRs de menor tensão use uma fonte de corrente alternada apropriada. Nesse caso, o diac deve ser capaz de disparar com a tensão de teste

**Procedimento:**

a) Ajuste o osciloscópio para observar sinais de 60 Hz com uma amplitude de aproximadamente 150 V.

b) Ligue o circuito da forma indicada de modo a ter as formas de onda mostradas na figura 29.

c) Alterando-se o valor de R1, deve-se obter a alteração do semiciclo do sinal conduzido.

Caso o SCR não se encontre em bom estado, essas formas de onda não serão obtidas. Algumas formas de onda indicando um SCR com problemas são mostradas na figura 29.

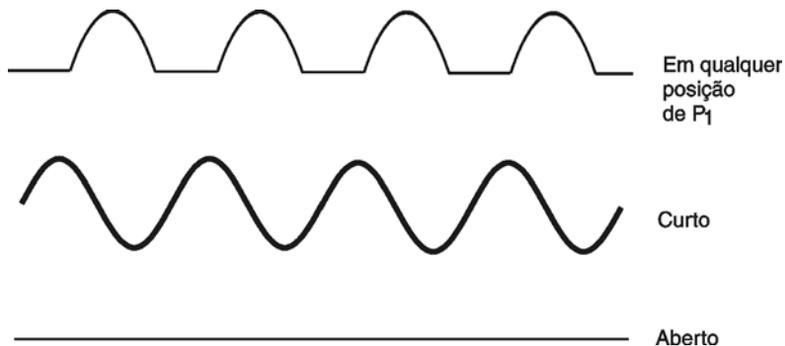


Figura 29

**Observação**

Esse circuito não se encontra isolado da rede de energia, por isso o máximo de cuidado deve ser tomado para que suas partes vivas não sejam tocadas ou entrem em contacto indevido com os equipamentos de teste.

Uma boa medida de precaução para se trabalhar com esse circuito de teste consiste no uso de um transformador de isolamento.

## Triacs

### O que são

Triacs são dispositivos semicondutores da família dos Tiristores, constando basicamente de 4 camadas de materiais N e P. Por esse motivo, eles também são denominados “diodos de quatro camadas”. Na figura 30 temos o símbolo, estrutura e aspecto desse tipo de semicondutor de potência.

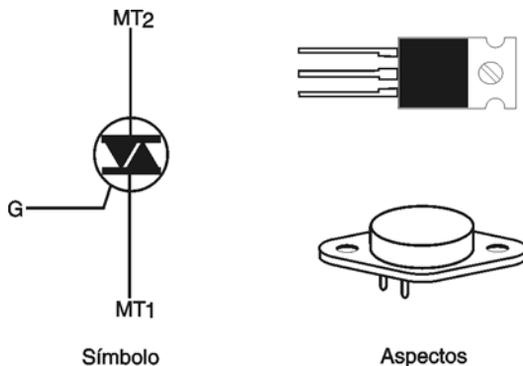


Figura 30

Os Triacs são usados no controle de potência de circuitos ligados à rede de corrente alternada podendo ser considerados em equivalência a dois SCRs ligados em oposição e em paralelo, conforme mostra a figura 31.

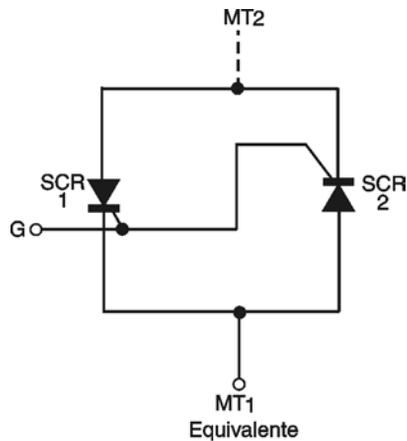


Figura 31

### O que testar

O teste estático dos Triacs leva em conta essa estrutura que, conforme podemos perceber, só nos permite detectar quando existe algum tipo de curto-circuito entre os eletrodos.

O melhor para termos certeza de que um Triac está em bom estado é realizando um teste dinâmico. Para essa finalidade pode ser usado um circuito de prova simples ou um circuito de prova que faça uso do osciloscópio.

### Instrumentos Usados

- Provador de continuidade
- Multímetro
- Circuito de prova
- Osciloscópio e circuito de teste

### Procedimento

Existem diversas técnicas para se testar um TRIAC de uso geral com correntes até ins 20 A. A seguir, descrevemos algumas delas.

### a. Com o Multímetro e Provador de Continuidade

Usando um multímetro comum ou digital é possível detectar quando existe alguma junção em curto ou quando o próprio componente está em curto. Para essa finalidade fazemos o teste combinado de resistências entre os terminais.

#### Procedimento

a) Coloque o multímetro numa escala intermediária de resistências (x10 ou x100 se for analógico ou 2 000 ou 20 000 se for digital). Para o analógico zere-o antes de usar. Se usar o provador de continuidade coloque-o em condições de uso.

b) Meça a resistência entre seus diversos terminais.

A figura 32 detalha como esse teste deve ser realizado.

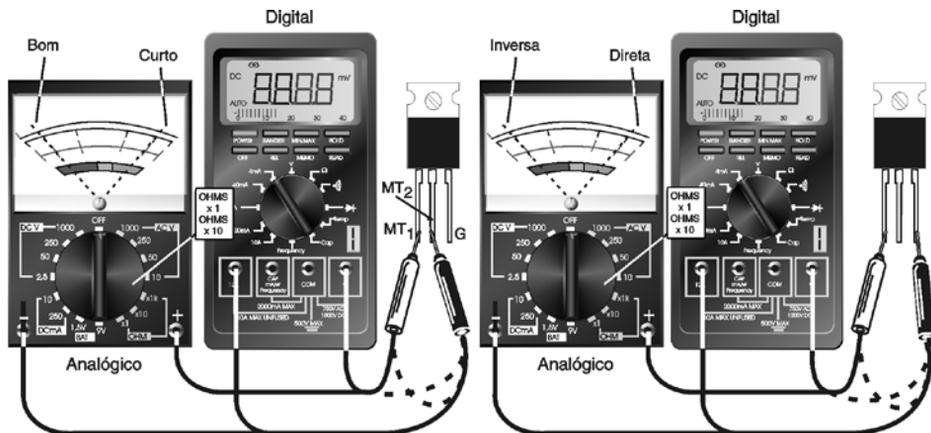


Figura 32

#### Interpretação da Prova

As resistências medidas são as esperadas, conforme indicado na figura. Neste caso, o Triac pode estar bom certamente não está em curto, pois a prova não revela se ele está aberto.

Onde existe indicado uma resistência alta é medida uma resistência muito baixa. Neste caso, o componente está em curto.

### b. Com circuito de teste

A melhor maneira de se provar um Triac de modo a se ter a garantia total de que ele se encontra em bom estado é com o circuito mostrado na figura 33.

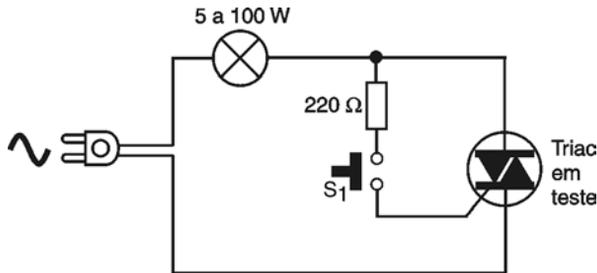


Figura 33

Os valores dos componentes indicados é para a rede de 110 V e entre parenteses para a rede de 220 V.

Triacs para essas redes com correntes até 20 A e disparo até uns 50 mA podem ser testados.

Para triacs de maior corrente de disparo, os componentes da rede de disparo devem ser alterados. Aumente o capacitor e reduza o valor do resistor de comporta assim como do potenciômetro.

### Procedimento

a) Identifique os terminais do Triac a ser provado e ligue-o no circuito de teste. Não será preciso usar dissipador de calor no Triac se a lâmpada de prova tiver potência menor do que 60 W. Para lâmpadas maiores, um pequeno dissipador deve ser usado

b) Alimente o circuito observando a lâmpada. É importante observar que somente lâmpadas incandescentes devem ser usadas neste circuito de prova.

c) Pressione S1 observando o que ocorre com a lâmpada.

### Observação

O circuito de teste não é isolado da rede de energia. Por isso tome muito cuidado para não tocar em nenhuma parte exposta ou deixá-la entrar em contacto com outros aparelhos na bancada.

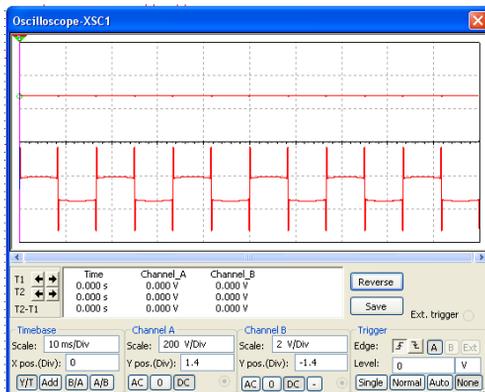
### Interpretação da Prova

Se a lâmpada acender tão logo o Triac seja colocado no circuito e este alimentado, é sinal de que ele se encontra em curto. Se a lâmpada não acender, aperte S1.

Ao apertar S1 a lâmpada deve acender com seu brilho normal. Deve apagar quando S1 for solto. Se isso não acontecer, permanecendo a lâmpada apagada quando S1 for pressionado, o Triac se encontra aberto.

### c. Com Osciloscópio

Uma forma simples de testar um triac e ao mesmo tempo visualizar as formas de onda no seu circuito pode ser feita com um interruptor de potência usando poucos componentes, ligado a um osciloscópio, conforme mostra a figura 34.



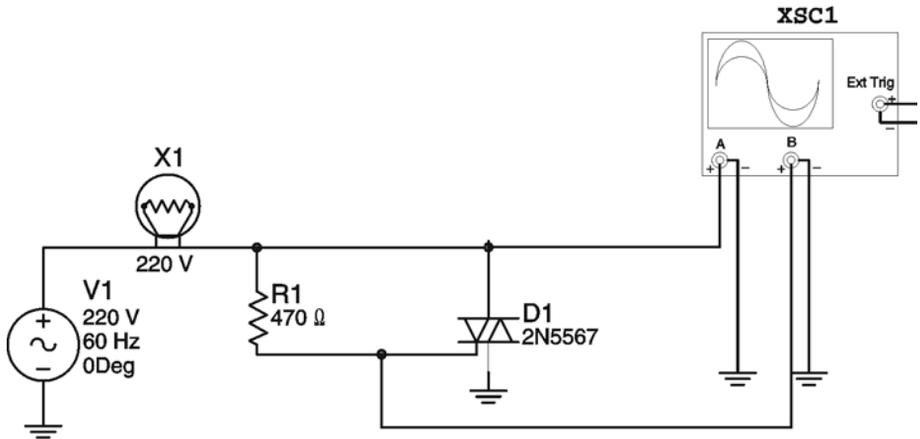


Figura 34

Triacs com correntes de disparo até 50 mA podem ser testados. Desligando o resistor, a lâmpada deve apagada. Se permanecer acesa, o Triac se encontra em curto e se ao ligar o resistor, a lâmpada permanecer apagada, o Triac se encontra aberto.

A simulação no MultiSim mostrada na figura dá uma idéia das formas de onda nesse circuito.

### Procedimento

a) Monte o circuito indicando, ligando-o ao osciloscópio caso deseje visualizar as forma de onda. Cuidado com as conexões. Para maior segurança no teste, use um transformador de isolamento.

b) Ajuste o osciloscópio para ler sinais com a amplitude aproximada da rede local. A freqüência de varredura deve ser ajustada para se observar de 3 a 8 ciclos da tensão da rede de energia de 60 Hz. Se o osciloscópio for de simples traço, observe apenas a forma de onda no circuito de carga.

c) Ajuste a imagem para ficar como o indicado na figura 35 e atue sobre o potenciômetro para ver o ângulo de condução.

Na figura 35 temos as formas de onda normais para um Triac em boas condições e formas de onda para um Triac com problemas.

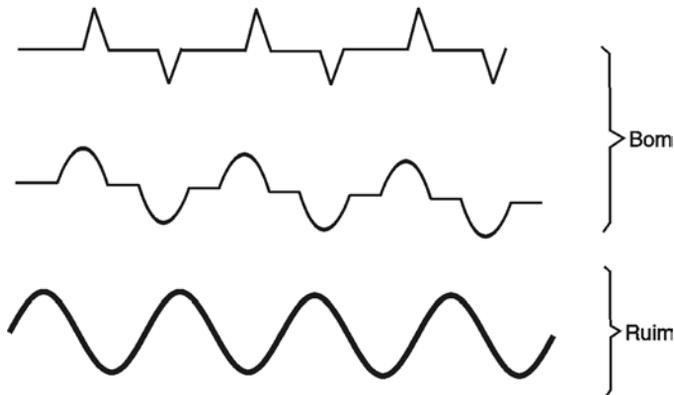


Figura 35

### Interpretação da Prova

Com o resistor o Triac deve disparar conduzindo os dois semiciclos da tensão da rede e acendendo a lâmpada com potência total. Se isso não ocorrer, o problema pode estar no Triac.

A prova vale para Triacs comuns da série TIC com correntes até uns 20 A, usados tanto na rede de 110 V (127 V) como 220 V (240 V).

### Observação

Lembramos que existem componentes denominados “Quadracs” que já contém em seu interior o Diac associado, conforme mostra a figura 36. Esses componentes podem ser testados com o mesmo circuito. Uma outra possibilidade consiste em se montar um controle de potência para teste.

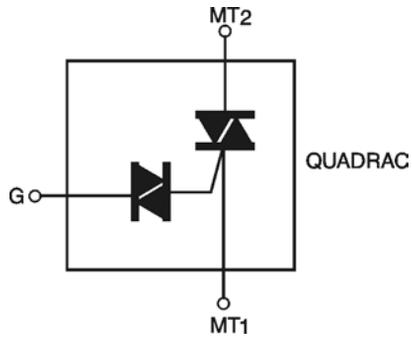


Figura 36

## Circuitos integrados comuns

### O que são

Como o nome sugere, são circuitos completos fabricados numa única pastilha de silício. Dessa forma, existem milhões de tipos diferentes de circuitos, cada qual projetado para uma determinada finalidade contendo, desde poucos componentes até milhões deles, como no caso dos microprocessadores.

Não existe, portanto, um símbolo para cada circuito integrado, mas sim símbolos gerais que nada dizem sobre o modo como os componentes estão ligados no seu interior.

Na figura 37 temos alguns circuitos integrados comuns com os símbolos normalmente adotados. Veja que não existe um símbolo geral, se bem que seja comum adotarmos o triângulo para amplificadores e comparadores, retângulos para circuitos lógicos e reguladores, etc.

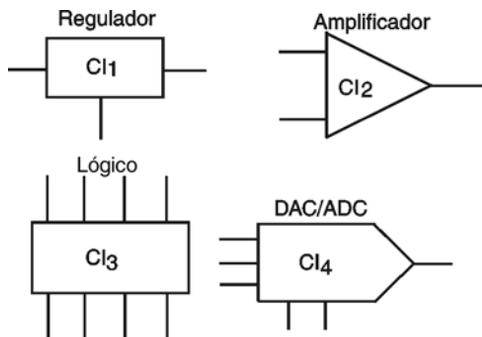


Figura 37

Os componentes que existem no interior de um CI, se é que podemos chamá-los desta forma, são diodos, transistores, resistores, etc.

### O que testar

Pelo que vimos, a não ser em casos raros em que o circuito integrado

consiste em um conjunto de elementos discretos, como o da figura 38, não existe um teste simples geral que indique o seu estado.

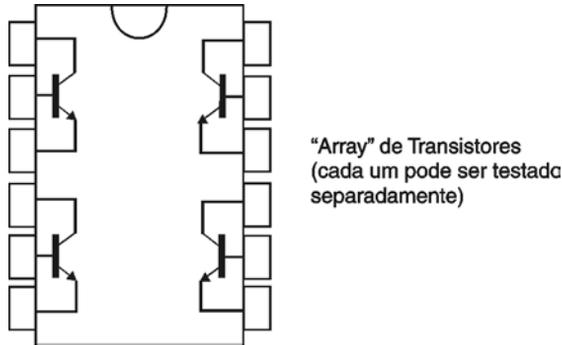


Figura 38

No caso da figura 38, podemos considerar o componente como transistores comuns e testar um a um, pois as ligações em comum que eles têm não influem no funcionamento de cada um.

Para os outros tipos o teste é mais complexo, mas existem algumas possibilidades interessantes que explicaremos a seguir.

### **Instrumentos Usados**

- Multímetro
- Seguidor de sinais
- Circuito de Prova
- Circuito de prova com osciloscópio

### **Procedimento**

Os procedimentos que damos a seguir são gerais, podendo ser aplicado a praticamente qualquer tipo de circuito integrado, oferecendo uma boa margem de precisão na determinação de problemas desse tipo de componente. No entanto, eles nada revelam se o componente tem uma alteração de características e mesmo com ela ainda permanecem em fun-

cionamento. Para esse caso, é interessante fazer testes específicos de que trataremos mais adiante.

### **a. Medidas de Resistência com o Multímetro**

Esse é um teste que funciona quando temos um circuito integrado igual ao suspeito, mas que temos certeza de que está em bom estado. O que fazemos é comparar certo número de resistências medidas entre seus terminais com o do circuito em bom estado. Se houver uma grande diferença de valores, podemos suspeitar que o circuito se encontra com problemas.

### **Procedimento**

a) Retire o circuito integrado suspeito do circuito em que ele se encontra. Observamos que em alguns casos trata-se de operação trabalhosa e que deve ser feito com muito cuidado). Nos casos de componentes SMD não se trata de algo que deve ser tentado, principalmente com componentes que tenham grande quantidade de terminais. Evidentemente, o leitor também deve ter recursos para re-instalação (estação de retrabalho).

b) Ajuste o multímetro para ler resistências numa escala intermediária. Ohms x100 ou x10 para os analógicos (zere-o) e 2 000 ou 20 000 ohms para is tipos digitais.

c) Escolha alguns pares de terminais do circuito integrado suspeito, medindo sua resistência e comparando-a com a resistência medida nos mesmos terminais do circuito integrado que se encontra em bom estado.

A figura 39 detalha o modo como esse teste deve ser feito.

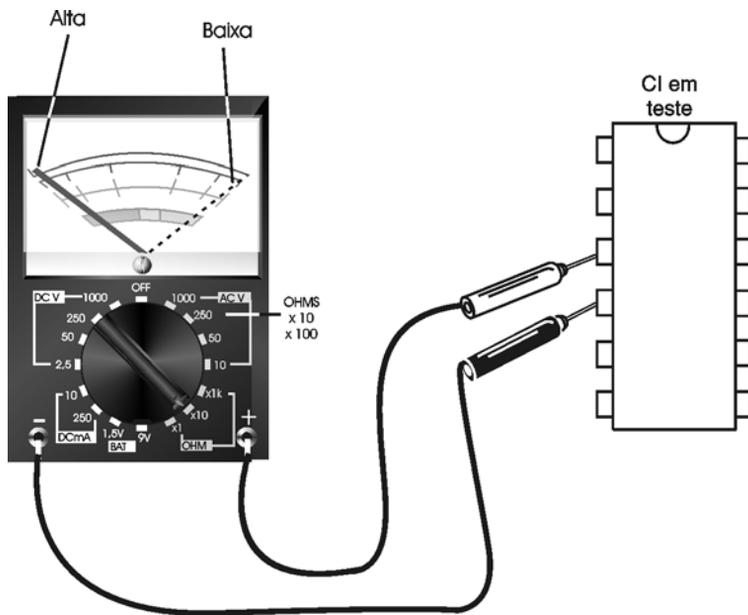


Figura 39

### Observação

É preciso ter muito cuidado para não se tocar em dois terminais do CI ao mesmo tempo e nunca tentar a prova com o equipamento ligado. Além disso, verifique se o circuito integrado suporta a tensão e a corrente de prova aplicadas pelo seu multímetro.

### Interpretação da Prova

As resistências medidas nos dois integrados (referência e suspeito) são iguais em todas as combinações possíveis. Isso indica que provavelmente o integrado suspeito está bom. Se pelo menos uma das resistências for muito diferente, então com certeza o circuito integrado se encontra com problemas.

**Observação:**

É preciso tomar cuidado na comparação das resistências com a polaridade das pontas de prova, pois estamos testando um dispositivo com junções semicondutores. Assim, se num mesmo par de terminais medirmos a resistência com polaridades opostas, certamente os resultados serão diferentes, conforme mostra a figura 40.

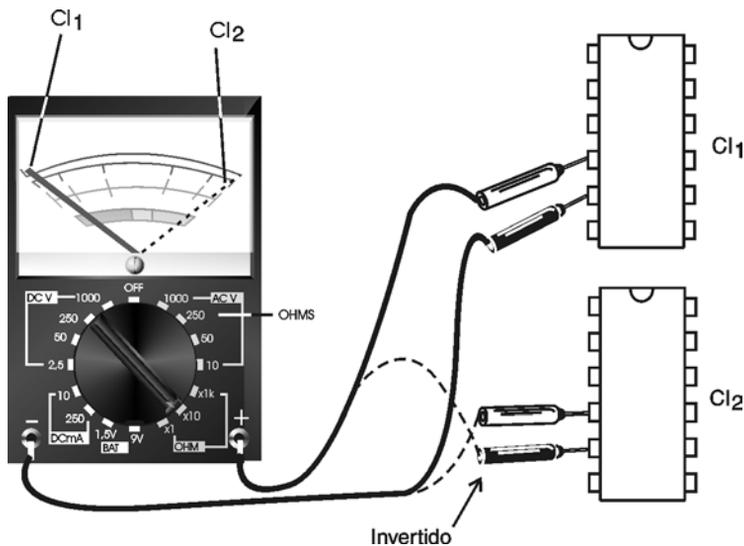


Figura 40

**b. Medidas de Tensão no Circuito**

Nos casos em que se dispõe de um diagrama do aparelho em que o circuito integrado é usado, ou ainda de um manual em que se indique as tensões típicas nos pinos, a medida das tensões é um recurso muito interessante para se encontrar problemas nos CIs.

No entanto, é preciso levar em conta que, o problema de uma variação de tensão pode também ser devido ao componente que está ligado ao pino alterado do circuito integrado. Assim, conforme mostra a figura 41, encontrando uma medida alterada devemos antes verificar se o(s)

componente(s) ligados ao pino não são os responsáveis pela alteração.

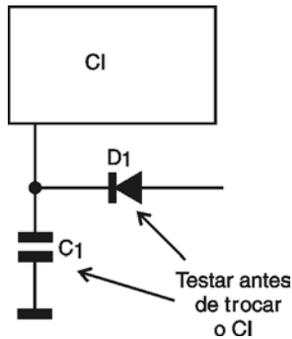


Figura 41

Somente depois de descartada a possibilidade do problema ser devido aos componentes é que podemos ter certeza de que o CI se encontra defeituoso.

### Procedimento

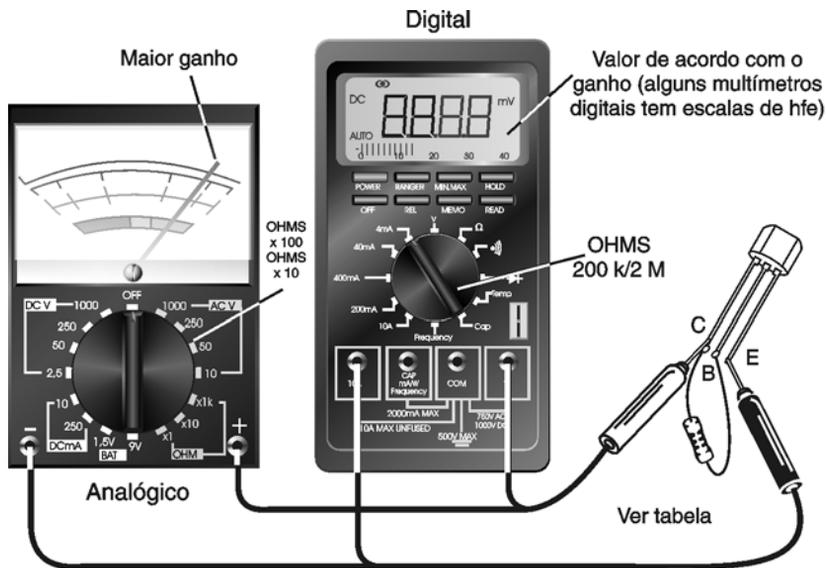
a) Ajuste o multímetro (analógico ou digital) para ler a tensão que se espera encontrar no pino do circuito integrado suspeito. Veja que a prova é feita “no circuito”.

b) Ligue o aparelho em que o circuito integrado se encontra. Cuidado para tornar acessível os terminais do CI em teste, mas sem o perigo de que ele encoste (ou a placa) em outros pontos do circuito.

c) Meça, com cuidado, a tensão nos diversos pinos do circuito integrado suspeito.

d) Encontrando valores alterados, retire e teste os componentes que estão ligados a este pino.

A figura 42 mostra o procedimento típico para a realização dessa prova.



Inverter as pontas para transistores PNP

Figura 42

### Interpretação da Prova

As tensões coincidem, mas o circuito não funciona. Verifique eventuais problemas com capacitores abertos, pois eles podem ser a causa do problema. Se estiverem bons, o CI pode realmente apresentar defeito. Se as tensões estiverem normais, o CI em princípio está bom.

Se as tensões não coincidirem, verifique os componentes associados. Se todos estiverem bons, o problema é do CI.

### c. Teste de sinais com o Seguidor de Sinais

Circuitos integrados de áudio como pré-amplificadores, amplificadores, circuitos usados na mixagem ou processamento de sinais podem ser analisados com a ajuda de um seguidor de sinais.

Um seguidor de sinais nada mais é do que um amplificador de áudio (para sinais de áudio) ou um detector ligado a um amplificador (para sinais

de RF) que permite extrair o sinal de um ponto qualquer de um circuito, verificando se ele está presente nesse local sem distorções.

Na figura 43 damos um circuito simples de um seguidor de sinais alimentado por pilhas e bastante sensível.

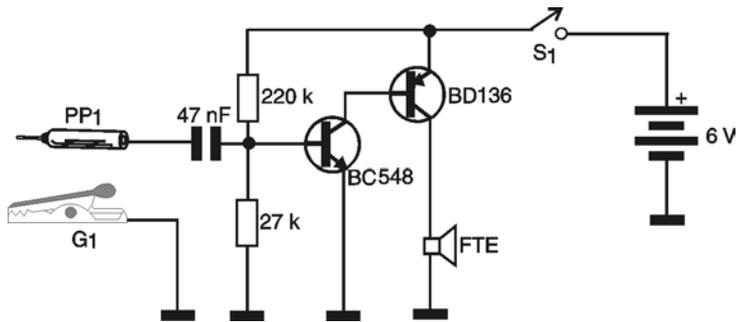


Figura 43

Para usar o seguidor de sinais é preciso saber quais são os pinos do circuito integrado em que se encontram sinais de áudio que podem ser utilizados como comprovação de funcionamento.

Vamos tomar como exemplo um circuito de um amplificador comum em que temos um CI que reúne um pré-amplificador e um amplificador de potência usado em antigos gravadores, conforme mostrado na figura 44.

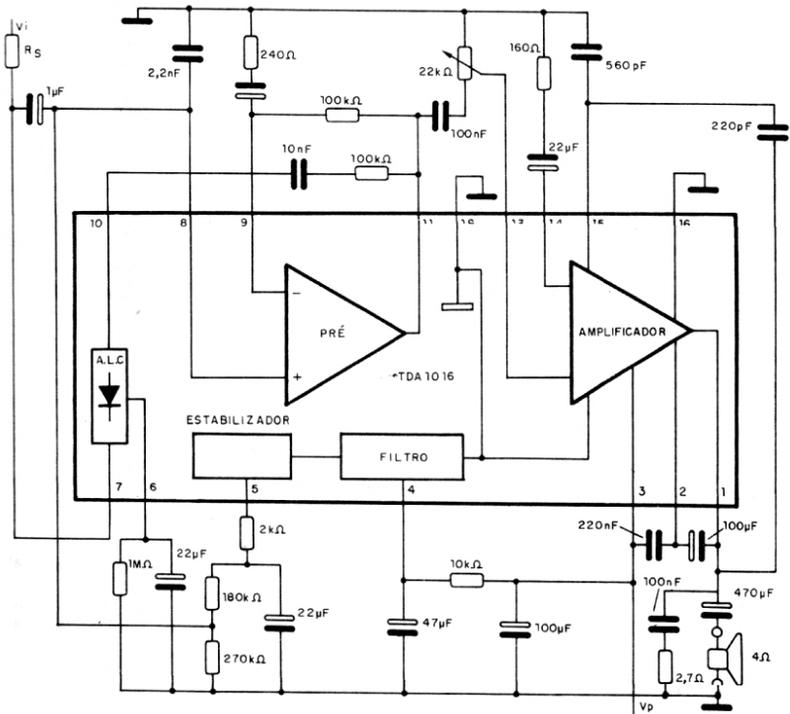


Figura 44

### Procedimento

a) Ligue o circuito que vai ser testado, certificando-se de que ele está processando algum tipo de sinal de áudio. Num amplificador ligue uma fonte de sinal, por exemplo. Num rádio, certifique-se de que ele está sintonizando alguma estação, num gravador, coloque uma fita.

b) Procure o sinal de áudio na entrada do circuito e depois, passo a passo, vá acompanhando o percurso do sinal, procurando-o nos pinos dos CIs em que ele deve aparecer.

c) Analise a intensidade e a fidelidade dos sinais obtidos em cada ponto do circuito analisado. (A, B, C até E)

A figura 45 mostra como fazer isso.

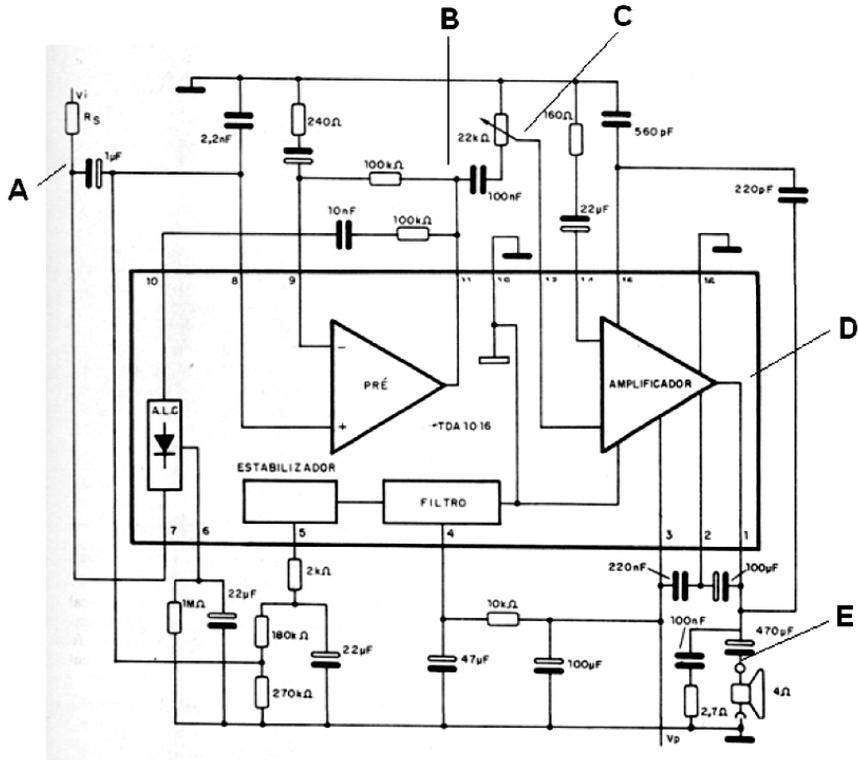


Figura 45

### Interpretação da Prova

O sinal aparece com intensidade crescente e sem distorções, da entrada do circuito até sua saída. Nesse caso, o circuito integrado do equipamento, por onde passa o sinal, se encontram bons.

No entanto, se em determinado ponto o sinal desaparece, passa a apresentar distorções ou tem uma queda de intensidade acentuada, verifique inicialmente os componentes associados ao CI em que isso ocorre assim

como as tensões. Se todos estiverem bons o CI pode estar com problemas.

### Observação

O mesmo tipo de teste pode ser feito com circuitos que processam sinais de RF. Nesse caso, pode-se utilizar o próprio sinal do circuito como referência e um seguidor de sinais com entrada demoduladora.

Na figura 46 damos um circuito simples de um seguidor de sinais que possui uma ponta demoduladora, ideal para acompanhar sinais de alta frequência modulados com áudio.

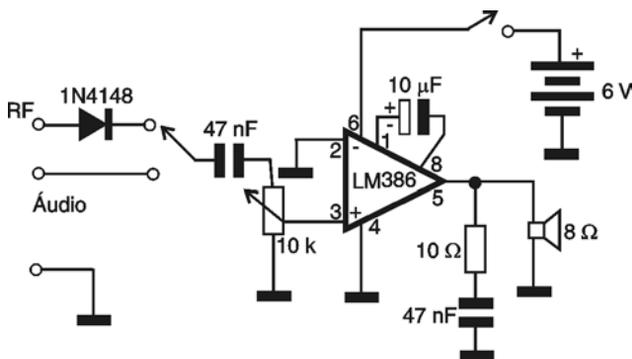


Figura 46

### d. Análise de formas de onda com o Osciloscópio

Quando os circuitos integrados trabalham com sinais que possam ser visualizados num osciloscópio, a observação desses sinais pode ajudar a verificar se eles estão bons ou não.

Em muitos diagramas ou mesmo folhas de dados dos circuitos integrados, assim como as tensões encontradas nos seus diversos terminais, também podem ser indicadas as formas de onda, conforme mostra a figura 47.

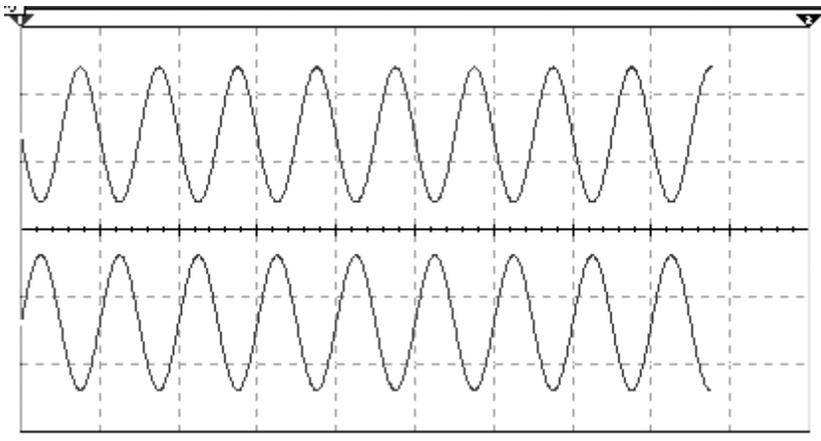


Figura 47

Nesses casos, como no das tensões, para observar as formas de onda e em caso de anormalidade, suspeitar em primeiro lugar dos componentes em torno do CI. Se todos estiverem bons então podemos ter a certeza de que o problema tem origem num CI defeituoso.

#### Procedimento

- a) Procure nos diagrama ou manuais técnicos os pontos principais em que as formas de onda devem ser observadas.
- b) Abra o equipamento em que se encontra o CI suspeito e prepare o osciloscópio para observação dos sinais. Veja com cuidado qual é a intensidade e a frequência do sinal que vai ser observado.
- c) Procure o ponto de aterramento (referência) no equipamento para ligação do terra do osciloscópio.
- d) Ligue o equipamento e o osciloscópio refazendo os ajustes finos até que a forma de onda a ser observada se torne visível.
- e) Analise a forma de onda.

A figura 48 mostra o procedimento para esse tipo de análise.

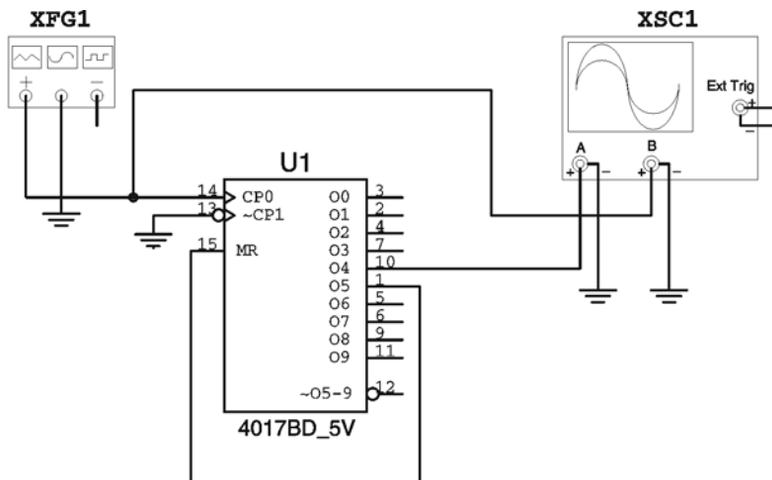


Figura 48

Tomamos como exemplo um circuito simulado no Electronics Workbench em que verificamos a presença do sinal de entrada num 4017 e depois no pino divisor por 5 do mesmo componente. Na prática, podemos usar tanto o osciloscópio como o analisador de níveis lógicos. Evidentemente, a presença do sinal na entrada, mas não na saída indica um componente com problemas.

### Observação

Se o equipamento em análise não for isolado da rede local, é uma boa prática a utilização de um transformador de isolamento.

### e. Circuito de Prova

O grande problema para o teste da maioria dos circuitos integrados é que se tratam de componentes “dedicados”, ou seja, a maioria se destina a opeção segundo umas poucas configurações específicas. Por exemplo, um amplificador de áudio como o LM386 é apenas um amplificador de áudio não servindo como regulador de tensão ou circuito, lógico.

Assim, uma prova real desse componente exige que ele seja ligado para funcionar como um amplificador, ou seja, usando componentes específicos externos numa configuração específica, como mostra a figura 49.

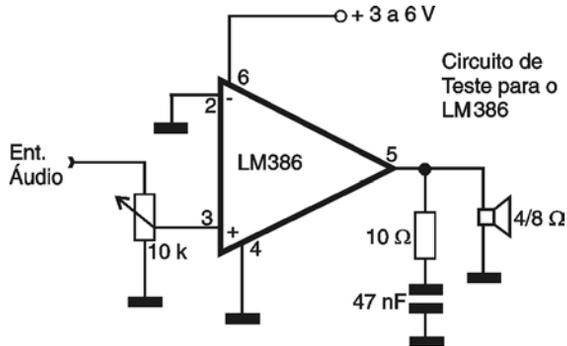


Figura 49

Muitos componentes, como o que pegamos como exemplo, em seus manuais ou folhas de dados, dão circuitos de testes que podem ser implementados com facilidade.

Levando em conta que existe um certo número de componentes que são muito utilizados, podemos elaborar circuitos específicos para esses componentes ou para algumas famílias de componentes de modo comprovar se funcionam ou não.

Daremos então alguns circuitos de prova específicos para algumas famílias de circuitos integrados bastante comuns.

## Amplificadores operacionais

### O que são

Os amplificadores operacionais são circuitos integrados destinados a amplificação de pequenos sinais. Originalmente criados para realizar operações matemáticas em computadores analógicos esses componentes hoje são utilizados numa infinidade de aplicações práticas sendo encontrados com milhares de designações diferentes.

Na figura 50 temos o símbolo adotado para a representação de amplificador operacional comum.

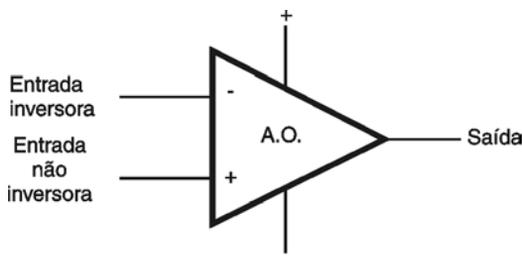
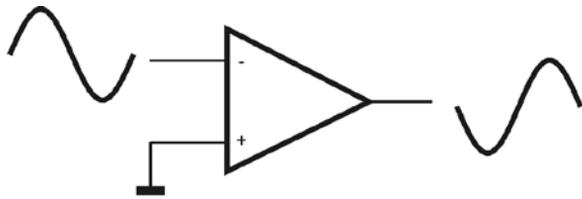


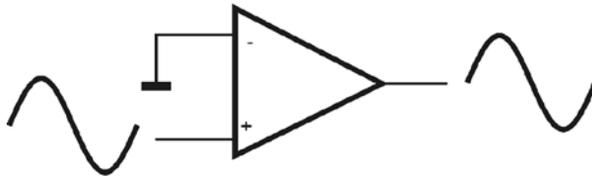
Figura 50

Conforme podemos ver, os amplificadores operacionais possuem uma entrada inversora (-), uma entrada não inversora (+) e uma saída.

Na operação normal, os sinais aplicados à entrada não inversora aparecem amplificados com a mesma fase na saída e os sinais aplicados à entrada inversora aparecem amplificados na saída, mas com a fase invertida, conforme mostra a figura 51.



a) inversor



b) não inversor

Figura 51

Podemos aproveitar esse princípio de funcionamento para elaborar um simples circuito de teste que pode ser montado facilmente numa matriz de contactos conforme mostra a figura 52.

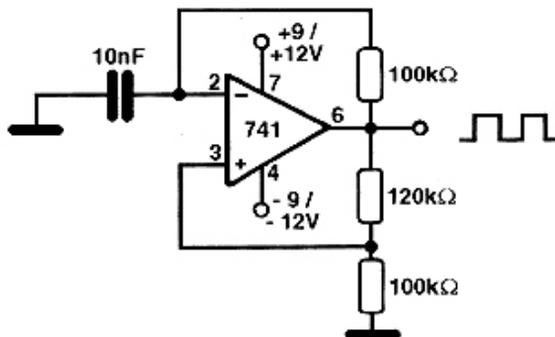


Figura 52

Esse circuito permite testar um amplificador numa configuração osciladora. Na saída podemos ligar um transdutor cerâmico que deve apitar se o operacional estiver bom. A fonte, na verdade pode partir de 6 V, com 8 pilhas (dois suportes de 4 pilhas). No exemplo é dado o 741, mas o circuito vale para outros.

Para testar com esse circuito é preciso conhecer as tensões máximas e mínimas de alimentação do circuito integrado e também seus pinos de entradas, saída e alimentação.

Alguns possuem pinos adicionais de compensação de frequência, offset que em muitos casos não precisam ser considerados, mas em caso de dúvidas a posse da folha de dados do componente é importante para se elaborar um circuito de teste.

### **O que testar**

O que podemos fazer no teste básico é variar a tensão de entrada de uma das entradas, mantendo a outra fixa (referência) de modo que possamos verificar o que ocorre com a tensão de saída, monitorando o resultado num LED, num multímetro..

Também podemos montar o circuito de prova e fazer um teste dinâmico, observando a forma de onda do sinal de saída num osciloscópio como na simulação.

### **Instrumentos Usados**

- Circuito de prova e LED
- Multímetro
- Gerador de funções ou sinais e osciloscópio

#### **a. Teste com Circuito Básico**

Esse circuito tem a vantagem de fazer um teste dinâmico em regime de corrente contínua para o amplificador operacional.

**Importante**

Observamos que existem muitos circuitos integrados que consistem em amplificadores operacionais duplos ou quadruplos. Assim, o teste deve levar em conta que precisamos repetir a configuração indicada para cada um dos amplificadores contidos no invólucro.

**Procedimento**

a) Monte o circuito de prova mostrado na figura 53, alimentando-o com pilhas, bateria ou fonte, respeitando as tensões que o componente exige para um funcionamento normal.

b) Se usar multímetro coloque-o numa escala de tensões contínuas que permita ler a tensão de alimentação do circuito. Se usar LED, certifique-se que ele está ligado com a polaridade correta.

c) Coloque o potenciômetro numa de suas extremidades (todo aberto ou todo fechado).

d) Girando vagarosamente o potenciômetro, observe o LED ou a agulha do multímetro.

A figura 53 mostra como fazer essa prova.

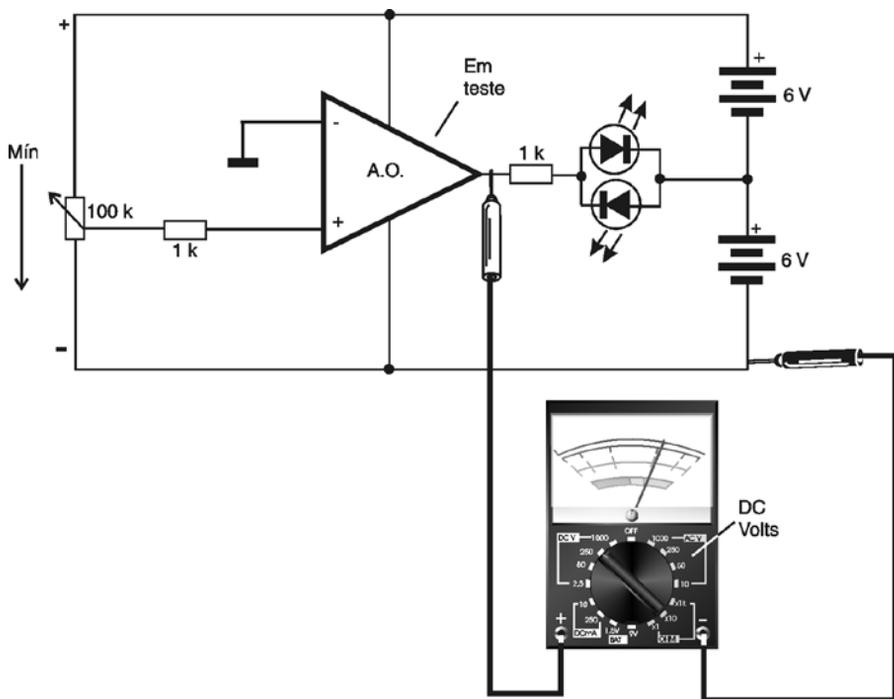


Figura 53

### Interpretação da Prova

Se, ao chegar na metade do giro do potenciômetro (aproximadamente), houver uma rápida transição da agulha do multímetro (passa de zero a tensão máxima ou vice-versa) ou ainda o LED apaga ou acende, então o amplificador operacional está bom.

Se nada acontecer com os indicadores (LED ou multímetro) em todo o movimento do potenciômetro, então o amplificador operacional se encontra com problemas.

### b. Medidas de Tensão

O teste com medidas de tensão é feito da mesma forma que no teste

geral de circuitos integrados. Medimos as tensões nos diversos terminais, comparando-as com as que são indicadas num diagrama ou folha de dados.

Se as tensões estiverem alteradas em algum pino, antes de culpar o circuito integrado, teste os componentes ligados a esse pino.

### c. Prova Dinâmica com Osciloscópio

A prova dinâmica de um amplificador operacional que trabalhe com sinais alternados pode ser feita no próprio circuito em que ele se encontra, ou ainda com um circuito de prova, como o mostrado na figura 54.

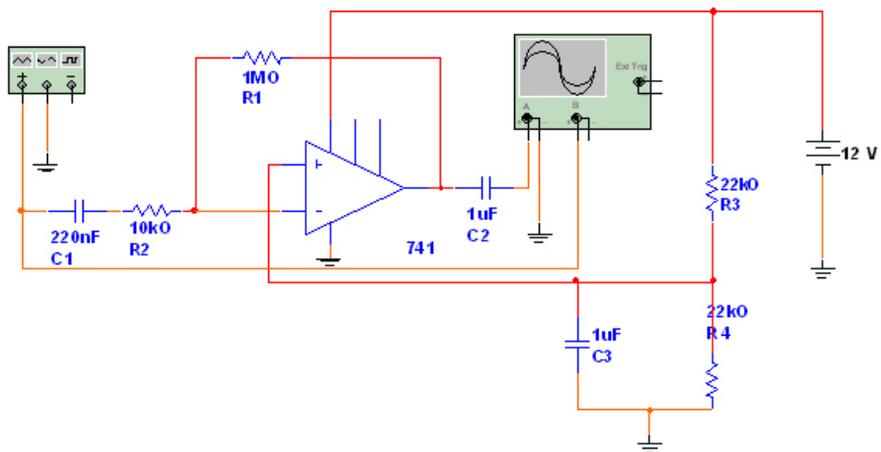


Figura 54

A vantagem do uso do osciloscópio é que podemos tanto determinar o seu ganho como também verificar eventuais distorções.

O circuito usado tem um ganho de 100 vezes, o que é suficiente para se avaliar o funcionamento do amplificador nas aplicações convencionais. Observe a necessidade de se usar uma fonte simétrica para sua alimentação. A tensão vai depender do amplificador operacional testado.

### Procedimento

- a) Ajuste o gerador de funções para produzir um sinal senoidal de 1 kHz com 10 mV de amplitude.
- b) Aplique o sinal na entrada do circuito de prova. Observe bem o aterramento da ponta de aplicação do sinal.
- c) Ajuste o osciloscópio para observar sinais na frequência de 1 kHz com amplitude de 1 V aproximadamente. Observe as formas de onda obtidas no osciloscópio.

Na figura 55 temos as formas de onda obtidas no teste.

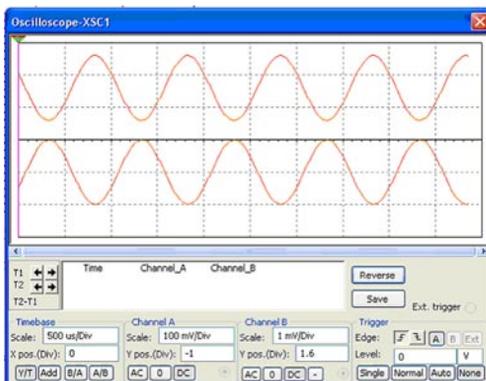


Figura 55

### Interpretação da Prova

O sinal obtido na saída deve ter uma amplitude de 1 V sem distorções se o amplificador operacional se encontrar em boas condições.

Menor amplitude ou uma distorção do sinal indica problemas com o componente.

## Comparadores de Tensão

Os comparadores de tensão nada mais são do que amplificadores operacionais de alto ganho. Conforme mostra a figura 56, esses circuitos integrados possuem duas entradas (inversora e não inversora) e uma saída.

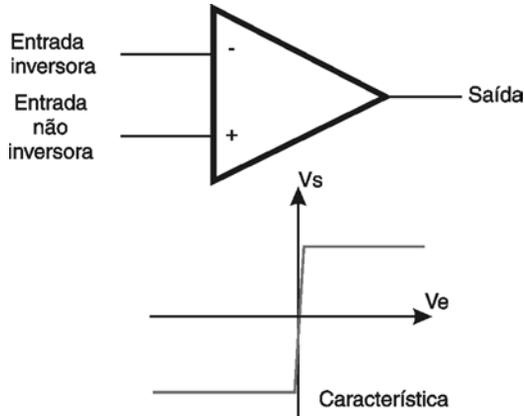


Figura 56

No teste dinâmico com circuitos de prova devemos apenas levar em conta que alguns comparadores, como os LM339, exigem resistores pull-up, pois os transistores de saída, conforme mostra a figura 57, têm o coletor aberto.

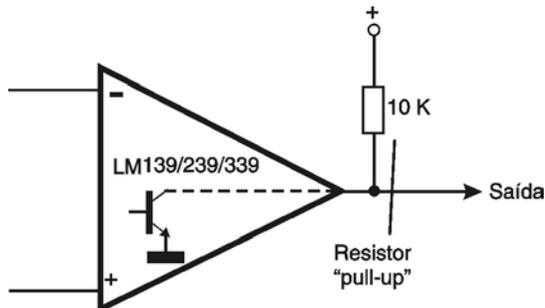


Figura 57

Para os testes de tais componentes, que podem ser feitos exatamente da mesma forma que no caso de operacionais, deve-se ter a folha de dados, para se verificar a necessidade ou não desse resistor.

### **Observação**

Os testes são feitos com fonte simples, com boa filtragem. Nada impede, entretanto, que o circuito de prova possa ser modificado para usar uma fonte de alimentação simétrica. Isso também é válido para o caso dos amplificadores operacionais.

Também devemos observar que muitos circuitos integrados contêm dois ou mais comparadores no mesmo invólucro. Nestes casos os testes devem ser feitos com os comparadores um a um.

## Reguladores de tensão

### O que são

Os reguladores de tensão na forma de circuitos integrados são bastante comuns em nossos dias. Os tipos analógicos que constam de uma referência de tensão e um circuito de potência são os mais comuns. Temos duas grandes famílias de CIs reguladores desse tipos: os de tensão fixa e os ajustáveis.

Na figura 58 temos os símbolos e os aspectos desses componentes, que nas versões de maior potência, pela intensidade da corrente que podem controlar são dotados de recursos para montagem em radiadores de calor.

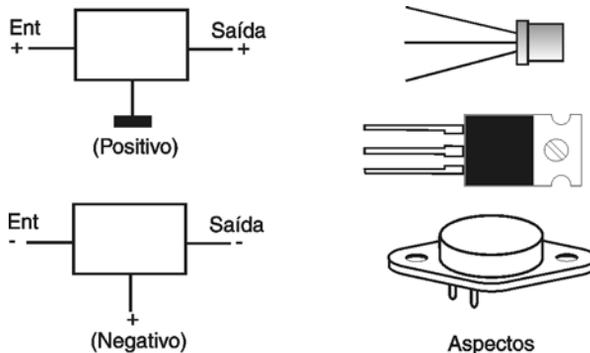


Figura 58

Conforme podemos ver, os tipos de tensão variável ou ajustável precisam de um circuito externo de ajuste, normalmente formado por um potenciômetro.

Esses reguladores podem ser encontrados na faixa de tensões que vai de 1,25 a 40 V tipicamente com correntes na faixa de 200 mA a 5 A.

### **O que testar**

O procedimento mais simples consiste em se medir resistências entre terminais, comparando-as de um circuito integrado que comprovadamente esteja bom. No entanto, não se trata de um teste completo, pois ele apenas acusa se o circuito integrado tem um curto evidente.

A melhor prova é feita com um circuito de prova, conforme veremos mais adiante, ou ainda com a medição de tensões no circuito.

Provas complementares consistem na eventual verificação de ripple na saída, mas isso normalmente não está na dependência do CI, mas sim dos filtros externos, devendo antes ser examinados os capacitores.

### **Instrumentos Usados**

- Multímetro
- Circuito de prova
- Osciloscópio

### **Os Testes**

Como nos demais casos temos testes simples que apenas detectam um circuito com problemas quando medimos resistências muito diferentes entre os terminais. Os testes mais completos são os testes dinâmicos que permitem verificar o funcionamento do circuito integrado.

#### **a. Com o Multímetro**

Conforme explicamos, não se trata de uma forma completa de se testar um regulador de tensão. Essa prova pode apenas detectar a existência de alguma forte variação de características como curtos, mas não indica quando há um problema dinâmico de funcionamento. Para essa prova o leitor deve ter um circuito integrado igual ao original para fazer comparações.

### **Procedimento**

- a) Coloque o multímetro numa escala intermediária de resistências

(x10 ou x100 para os analógicos e 2 000 ou 20 000 ohms para os digitais). No caso dos analógicos não se esqueça de zerá-lo antes de usar.

b) Compare as resistências entre os terminais do componente suspeito com o de referência (bom). Observe sempre a polaridade das pontas de prova nesse teste.

A figura 59 mostra como realizar essa prova.

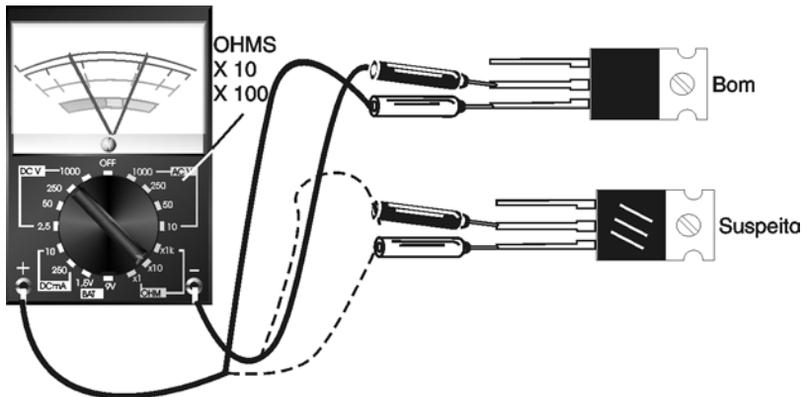


Figura 59

### Interpretação da Prova

Se as resistências estiverem iguais ao do tomado como referência, provavelmente o componente não apresenta problemas. No entanto, essa prova não é definitiva. Se o componente testado apresentar fortes diferenças entre as resistências, com valores muito baixos em alguns casos indicando curtos, então certamente o circuito integrado tem problemas.

### b. Medidas de Tensão

Essa é uma prova bastante confiável, pois permite facilmente chegar a um circuito integrado regulador que tenha problemas. Basta medir as tensões na entrada e saída do CI.

**Procedimento:**

- a) Coloque o multímetro numa escala de tensões que permita ler as tensões de entrada e de saída do circuito integrado (DC Volts).
  - b) Ligue o circuito em que o componente em teste se encontra. Tome cuidado para ter um acesso seguro aos terminais do circuito integrado quando realizar as medidas de tensão.
  - c) Meça a tensão na entrada e na saída do circuito integrado.
- Na figura 60 mostramos como fazer essas medidas.

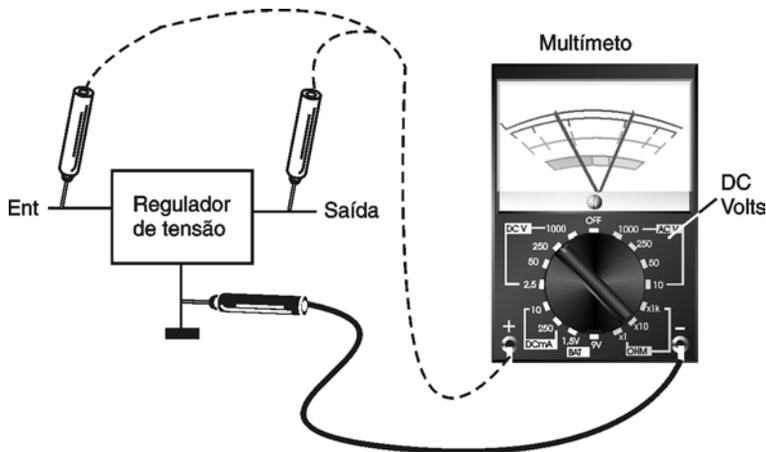


Figura 60

**Interpretação dos Resultados**

Se a tensão de saída estiver correta, então certamente o circuito integrado não tem problemas. Se a tensão de entrada estiver incorreta (baixa ou nula), mas a tensão de saída não, retire o circuito integrado do circuito e meça novamente a tensão, para ver se não é ele que apresenta algum curto, carregando a fonte principal e fazendo a tensão na sua entrada cair. Se a tensão de entrada se mantiver incorreta então o problema é dessa parte do circuito.

Se a tensão de entrada estiver correta mas a de saída não, verifique

antes os componentes do circuito ligados a saída, pois pode haver algum curto. Se todos estiverem bons, então provavelmente o problema está no CI.

Lembre-se de que muitos CIs reguladores de tensão cortam a tensão de sua saída quando a corrente na carga se torna excessiva (caso de curtos ou outros problemas). Desligar a carga e medir a tensão novamente na saída pode revelar se o problema é esse.

### **c. Com o Circuito de Prova**

Se o teste for apenas do componente, não estando o mesmo num circuito, pode-se montar um circuito simples de prova. Para essa finalidade, devemos usar dois circuitos diferentes, conforme estejamos provando um CI de tensão fixa ou um CI de tensão variável (ajustável).

#### **- Regulador de Tensão Fixa**

O circuito que damos a seguir serve para os reguladores fixos positivos da série 78XX e para os reguladores de tensão fixa negativos da série 79XX. Também podem ser testados os da série LM (National) com tensões fixas de saída.

O que fazemos é aplicar uma tensão pelo menos 2 V maior do que a esperada na saída e medir a tensão nessa saída, com uma pequena carga. O circuito para essa finalidade é mostrado na figura 61.

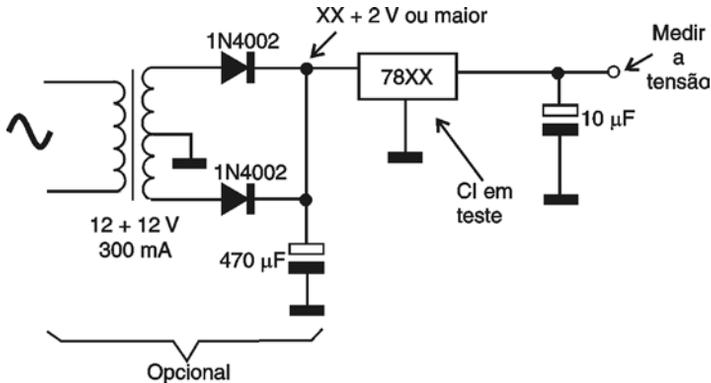


Figura 61

Observamos que, como a corrente de prova é muito baixa não será preciso dotar o circuito integrado de dissipador de calor.

**Procedimento:**

- a) Monte o circuito indicado, que serve para reguladores até 15 V de saída. Para reguladores acima de 15 V até 24 V, use um transformador com secundário de maior tensão.
- b) Não será preciso dotar o circuito integrado de regulador de tensão, pois faremos a prova com baixa corrente de saída.
- c) Ajuste o multímetro para medir a tensão esperada na saída do circuito integrado.
- d) Ligue o circuito e meça a tensão na saída do circuito integrado, observando a sua polaridade.

Na figura 62 mostramos esse procedimento, com a pinagem de alguns circuitos integrados reguladores comuns que podem ser testados com este circuito.

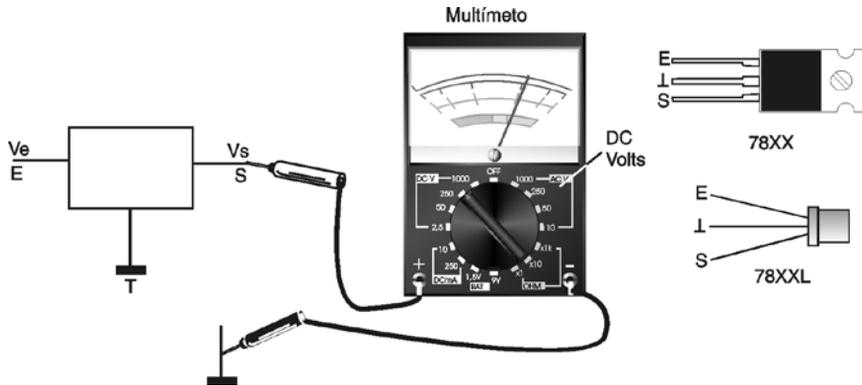


Figura 62

### Interpretação da Prova

A tensão medida na saída do circuito integrado se encontra correta. Nestas condições podemos dizer que o componente se encontra bom.

A tensão medida é nula ou está muito abaixo do normal. Verifique a tensão de entrada do CI. Se estiver normal, o CI pode estar aberto. Se estiver abaixo do normal e o CI esquentar então ele está em curto.

Se a tensão na saída do CI voltar ao normal quando a carga for desligada (circuito alimentado), é o circuito alimentado que se encontra com problemas.

### - Regulador Ajustável

Para reguladores de tensão ajustáveis, como os da série LM da National, podemos usar o circuito mostrado na figura 63.

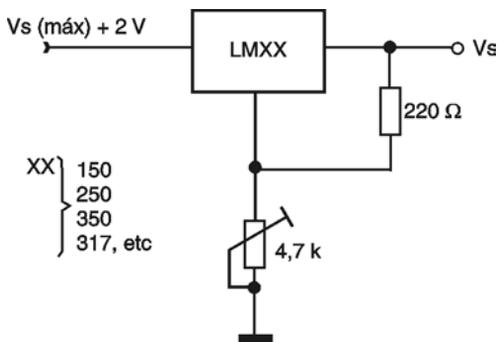


Figura 63

Esse circuito permite aplicar uma tensão na entrada do CI e ajustar a saída dentro da faixa indicada, com a comprovação de funcionamento.

**Procedimento:**

a) Monte o circuito indicado, observando que a tensão máxima que vai ser obtida na saída é aproximadamente 2 V a menos que a tensão aplicada na entrada do circuito integrado.

b) Ajuste o multímetro para fazer medidas de tensões contínuas no circuito montado.

c) Não será preciso dotar o circuito integrado de radiador de calor, pois a carga na saída será de baixa corrente. Essa corrente deve ser um pouco maior que o mínimo exigido para que o CI funcione normalmente.

d) Ligue o circuito com o multímetro ligado na saída (observe a polaridade das pontas de prova) e atue sobre o potenciômetro, observando a tensão indicada pelo instrumento.

A figura 64 detalha esse procedimento.

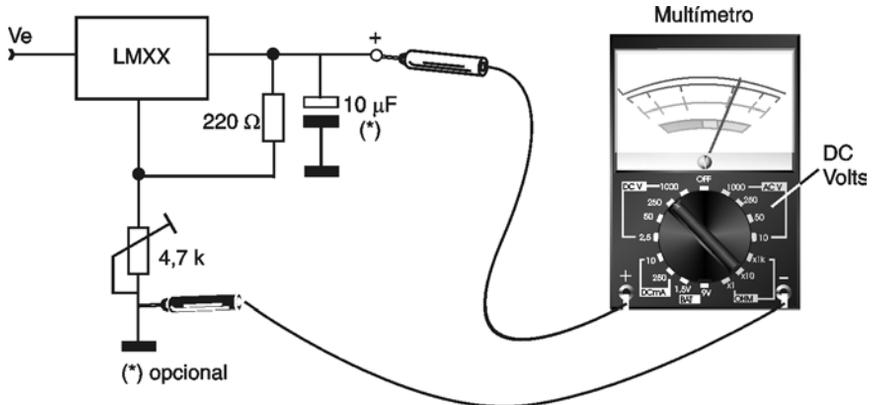


Figura 64

### Interpretação da Prova

A tensão de saída varia entre 1,2 V (\*) aproximadamente e 2 V abaixo da tensão de entrada. Neste caso o circuito integrado se encontra bom.

A tensão não varia se mantendo em 0 V ou num valor fixo qualquer. Testando os componentes externos do circuito, todos estão bons. A tensão de entrada é normal. Neste caso, podemos suspeitar que o circuito integrado tem problemas. O circuito integrado também pode manifestar sinais de aquecimento.

(\*) Observamos que a tensão mínima da maioria dos reguladores de tensão variável é de 1,25 V, pois esse é o valor do diodo zener interno que eles possuem.

### d. Verificação de Ripple com o Osciloscópio

O ripple ou ondulação de uma fonte é uma característica muito importante nas aplicações ue envolvem o uso de fontes de alimentação.

Trata-se da variação que a tensão de saída sofre em função da eficiência do processo de filtragem. Na figura 65 temos essas características representadas graficamente.

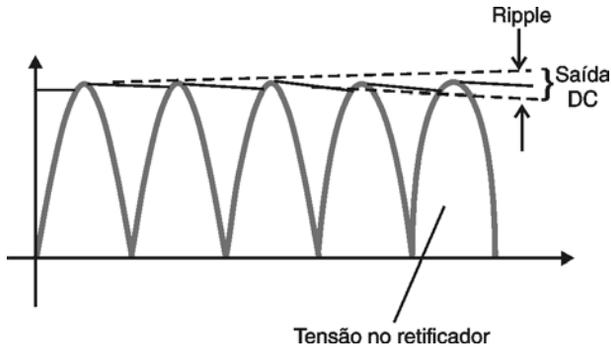


Figura 65

Tanto mais eficiente será a filtragem de uma fonte quanto menor for a sua tensão de ripple.

Na figura 66 mostramos o modo de se visualizar a tensão de ripple de uma fonte simples com retificação de meia onda com um diodo e uma corrente de carga da ordem de 150 mA.

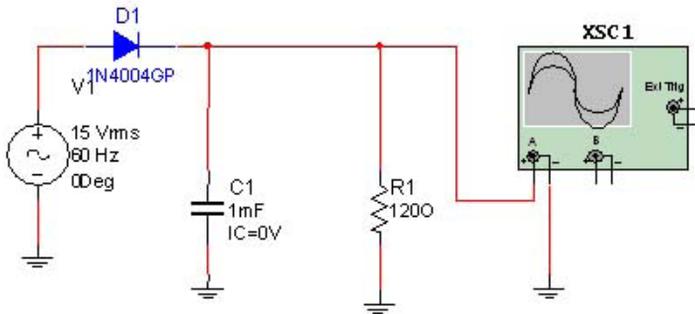


Figura 66

O circuito foi simulado no MultiSim. Se o leitor tiver acesso ao programa, altere o valor do capacitor e da resistência de carga (corrente de carga) para ver como isso afeta o ripple.

Observe que o osciloscópio é ajustado para visualizar apenas a componente AC da tensão da fonte, ou seja, é colocado na posição AC.

Observamos que eventuais deficiências de uma fonte que apresente ripple excessivo normalmente se devem a problemas com os capacitores, se bem que muitos circuitos integrados usados em fontes possuam a função “rejeição de ripple” que eventualmente pode falhar num circuito.

O teste mostrado permite medir a tensão de ripple e com isso calcular a porcentagem de ripple de uma fonte. Para isso, empregamos a seguinte fórmula:

$$R_p = 100 \times V_r/V_s$$

Onde:

$R_p$  - porcentagem de ripple

$V_r$  – tensão de ripple (V)

$V_s$  – tensão de saída (V)

Para medir a tensão de saída da fonte usando o osciloscópio, passa a chave da função AC para DC.

### **Interpretação da Prova**

Um ripple excessivo observado na tela de um osciloscópio exige que os componentes da fonte, partindo dos capacitores de filtro até o circuito integrado regulador sejam analisados.

## Circuitos digitais

### O que são

Os circuitos lógicos digitais se enquadram numa categoria de componentes que, pelas suas características únicas e semelhantes, permitem a realização de testes comuns com instrumentos também comuns. Existem duas famílias principais de circuitos lógicos digitais: CMOS e TTL.

Os circuitos lógicos digitais trabalham com apenas dois níveis de tensão: 0 V e a tensão de alimentação, conforme mostra a figura 67.

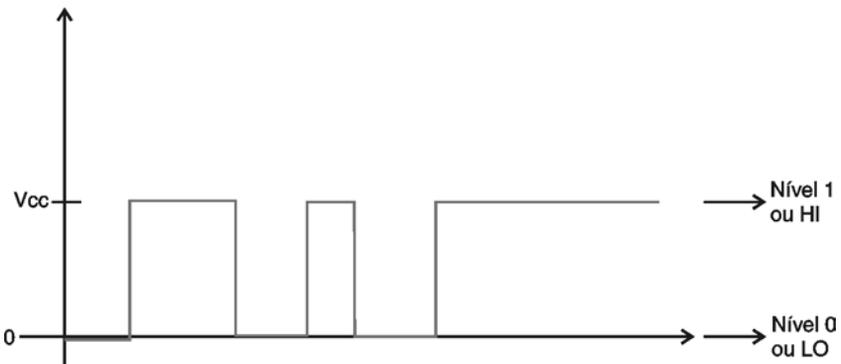


Figura 67

Para as famílias convencionais TTL, a tensão de alimentação e portanto dos sinais é 5 V. Para os circuitos integrados da família CMOS, a tensão pode variar entre 3 V e 15 V.

Em funcionamento normal, os circuitos lógicos podem ou não ser sincronizados por um clock que determinará a velocidade com que os sinais se propagam através dos circuitos. Os circuitos lógicos digitais são encontrados em diversas funções, desde as mais simples que são as portas e os inversores, até as mais complexas como contadores e unidades aritméticas em invólucros como os da figura 68.

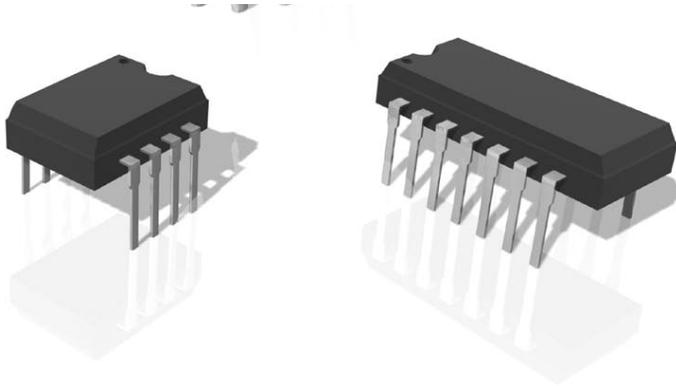


Figura 68

Para os que trabalham com circuitos lógicos digitais, de modo a poder realizar testes de maneira eficiente, é preciso contar com um bom manual.

Os manuais TTL e CMOS tanto podem ser obtidos na Internet, na forma de arquivos PDF dos fabricantes como em publicações especializadas.

Um bom manual de referência, que contém informações sobre os principais circuitos integrados dessas famílias é o nosso CURSO DE ELETRÔNICA DIGITAL (disponível na versão compacta em nosso site [www.newtoncbraga.com.br](http://www.newtoncbraga.com.br)).

### **O que testar**

Podemos realizar diversos tipos de testes com os circuitos digitais. Os mais simples consistem em se fazer a medida de resistências entre os terminais de um circuito suspeito e outro que sabemos estar bons, se bem que não seja um teste completo.

Podemos também simular seu funcionamento, aplicando sinais em suas entradas e verificando se os sinais esperados aparecem nas saídas.

O teste dinâmico pode ser realizado com a verificação dos sinais nas saídas através de instrumentos denominados indicadores de níveis lógicos, e mais sofisticados como o analisador de níveis lógicos, como o mostrado na figura 69.

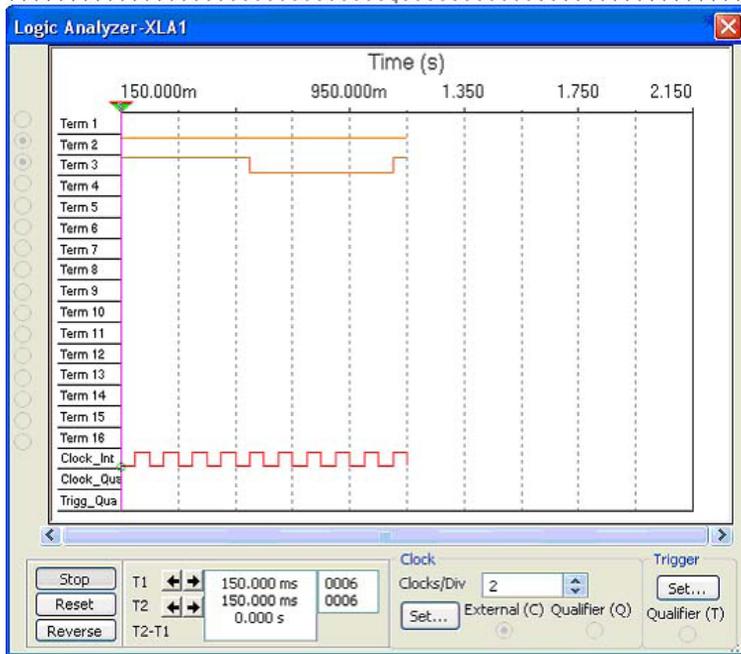


Figura 69

Nessa figura mostramos como se usa um analisador lógico simulado no MultiSim para se visualizar os sinais de todas as saídas de um seqüencial com o conhecido circuito integrado 4017. Observe quais são os ajustes feitos no analisador em função da freqüência dos sinais visualizados.

Os analisadores de níveis lógicos e o osciloscópio também possibilitam a visualização dos sinais num circuito lógico digital, através do que

é possível saber se o circuito integrado está ou não funcionando corretamente.

### **Instrumentos Usados**

- Multímetro
- LEDs
- Indicadores de Níveis Lógicos e Analisadores de Níveis Lógicos
- Osciloscópio e Gerador de Funções

### **O que testar**

Os testes podem ser realizados com os circuitos integrados nos circuitos ou fora dos circuitos, com a utilização também de circuitos simuladores.

#### **a. Comparação de resistências**

É o mesmo processo que descrevemos para a prova geral de circuitos integrados: medimos as resistências entre os diversos terminais do componente e a comparamos com a resistências medidas num componente que sabemos estar bom.

A desvantagem desse teste é que precisamos ter um componente igual ao original para poder fazer comparações.

#### **b. Os Indicadores**

Para circuitos que operem com lógica não sincronizada, de modo que os níveis lógicos de entradas e saídas possam ser fixados em determinados instantes, podemos improvisar um indicador de níveis lógicos com um LED e um resistor, conforme mostra a figura 70.

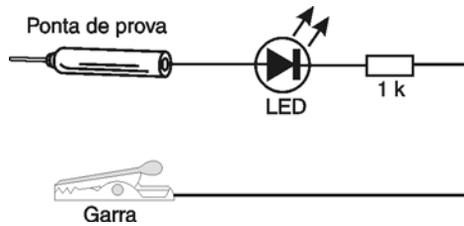


Figura 70

Esse circuito tem a vantagem de ser alimentado pelos próprios níveis lógicos que vamos encontrar nos circuitos analisados. Não se necessita portanto de nenhuma fonte externa.

### Procedimento:

- a) Ligue a garra preta no terra (0 V) do circuito.
- b) Vá encostando a ponta de prova nos diversos terminais do circuito integrado que deve ser analisado.
- c) O acendimento do LED indica nível lógico alto ou 1 enquanto, se o LED permanecer apagado, o nível lógico é baixo ou 0.
- d) Tome muito cuidado para não deixar que a ponta de prova encoste em dois terminais do circuito integrado que está sendo analisado ao mesmo tempo. Isso pode causar curtos perigos, capazes de queimar o circuito integrado em teste.

A figura 71 detalha o modo como essa prova deve ser realizada.

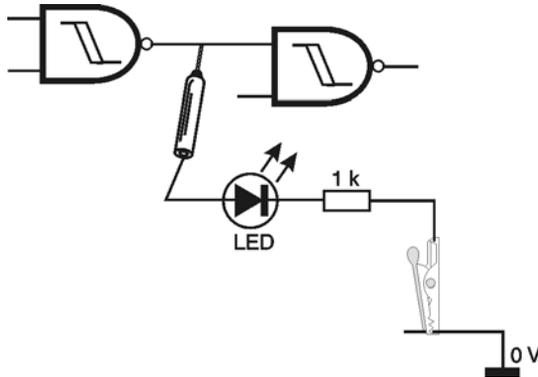


Figura 71

### Interpretação da Prova

Os níveis lógicos indicados pelo LED devem coincidir com o esperado no teste do componente. Caso isso não ocorra podemos ter certeza de que o circuito integrado se encontra com problemas.

Por exemplo, se esperamos um nível lógico zero na saída quando nas entradas o nível for um, e constatarmos que realmente nessas entradas o nível é um, mas não é zero na saída, o componente se encontra com problemas.

Veja que é interessante que o leitor saiba exatamente como funcionam as funções lógicas. A figura 72 dá alguns exemplos de funções lógicas comuns de duas entradas.

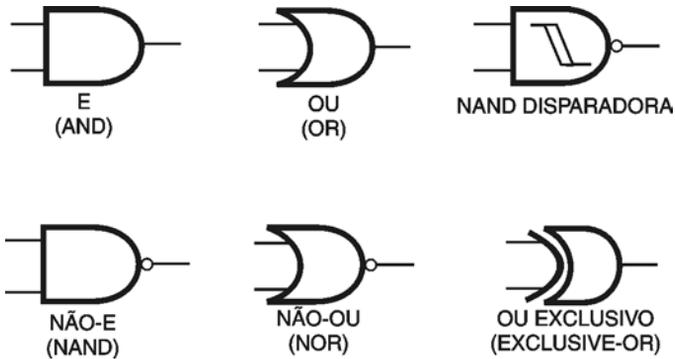


Figura 72

Veja que essa prova só pode ser feita nos casos em que tenhamos lógica não sincronizada, pois na lógica sincronizada, os sinais fluem rapidamente, não dando tempo de se realizar a prova com circuito estático como o indicado.

Uma idéia interessante para quem deseja fazer a prova do componente usando um LED indicador, consiste em se montar um circuito de prova para a função específica, conforme mostra a figura 73.

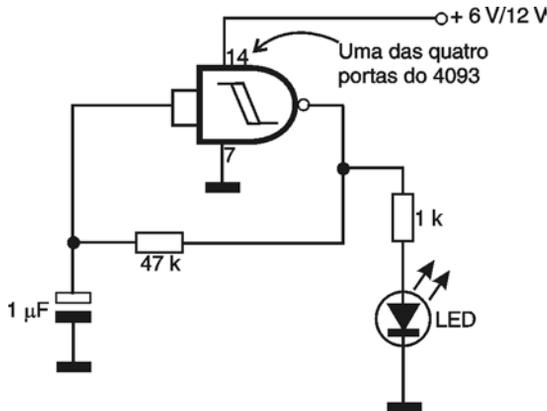


Figura 73

No circuito da figura acima, mostramos como testar as 4 portas de um circuito integrado 4093, usando um LED indicador.

### c. Indicador de Níveis Lógicos

Um instrumento de bastante utilidade para quem trabalha com circuitos lógicos digitais é o indicador de níveis lógicos. Na figura 74 temos o aspecto típico desse instrumento que funciona alimentado pela própria tensão do circuito que vai ser analisado.

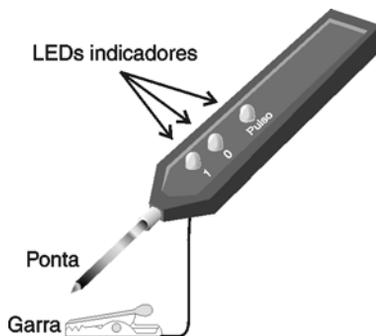


Figura 74

Um circuito simples de indicador de níveis lógicos é dado na figura 75, caso o leitor queira fazer sua montagem.

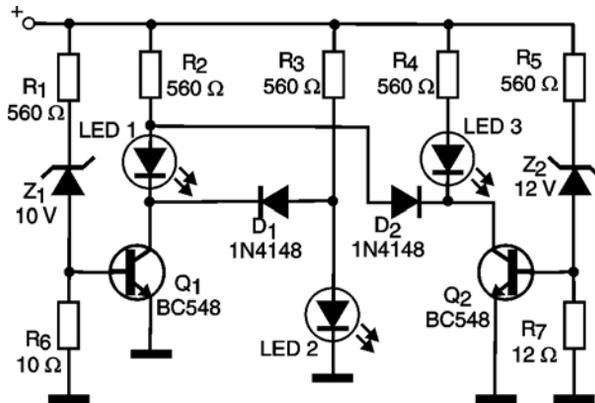


Figura 75

Esse circuito funciona bem tanto na análise de níveis lógicos em circuitos TTL como CMOS. Sua alimentação pode ser retirada do próprio circuito com o qual ele vai funcionar.

### Procedimento

O procedimento para análise de um CI lógico usando o indicador de níveis lógicos é o seguinte:

- a) Ligue a garra vermelha do indicador no positivo da fonte de alimentação do circuito que vai ser testado.
- b) Ligue a garra preta do indicador de níveis lógicos no terra ou 0 V do circuito que vai ser testado.
- c) Encoste a ponta de prova do indicador nos terminais do componente ue vai ser analisado.
- d) Observe que o indicador possui três LEDs que indicam as seguintes situações conforme a tabela dada a seguir.

| LED Aceso | Nível Lógico    |
|-----------|-----------------|
| Verde     | Nível alto (1)  |
| Vermelho  | Nível baixo (0) |
| Amarelo   | Pulsos          |

A figura 76 mostra como e ssa prova é realizada.

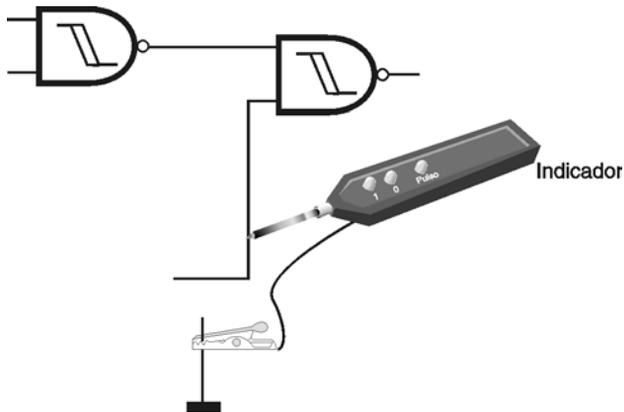


Figura 76

### Interpretação da Prova

Como o indicador tem a função pulsante podemos não apenas verificar quando a saída de um circuito integrado se encontra num nível lógico fixo como também, se o nível varia rapidamente, ou seja, se há um fluxo de informações digitais.

Assim, basta ligar o indicador das formas indicada e comparar os sinais obtidos nas entradas e saídas de cada circuito integrado, com os sinais que eles realmente devem ter num funcionamento normal.

### d. Analisador de Níveis Lógicos

O analisador de níveis lógicos já é um instrumento mais sofisticado

destinado à análise do funcionamento de circuitos digitais.

Conforme mostra a figura 77, esse instrumento contém diversas entradas (até 16) que permitem capturar num circuito digital os sinais.

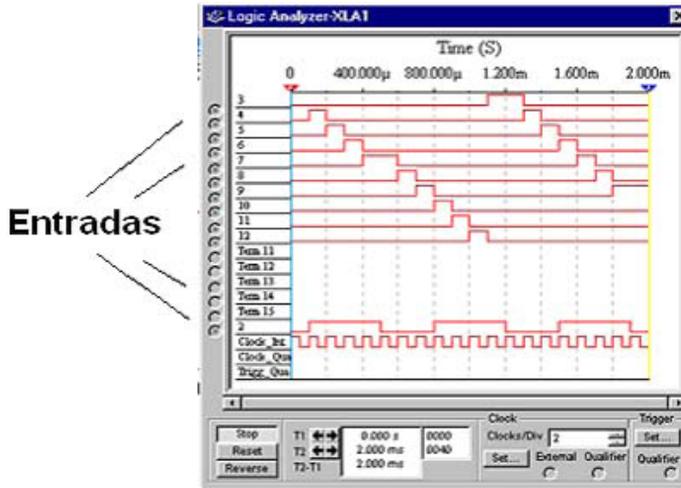


Figura 77

A forma dos sinais em cada ponto do circuito são mostradas num display, exatamente como num osciloscópio ou, em alguns, projetadas na tela do monitor de um computador.

Pela análise desses sinais é possível saber se um determinado circuito integrado está ou não funcionando corretamente.

### Procedimento

- a) Ligue as entradas do analisador de níveis lógico nos pontos dos circuitos onde os sinais devem ser capturados.
- b) Ajuste o analisador para visualização dos sinais, com o aparelho em teste ligado.
- c) Compare os sinais obtidos com os sinais que devem estar presentes nos diversos pontos do circuito.

A figura 77 mostra como isso deve ser feito (veja a simulação no Multisim na figura 78).

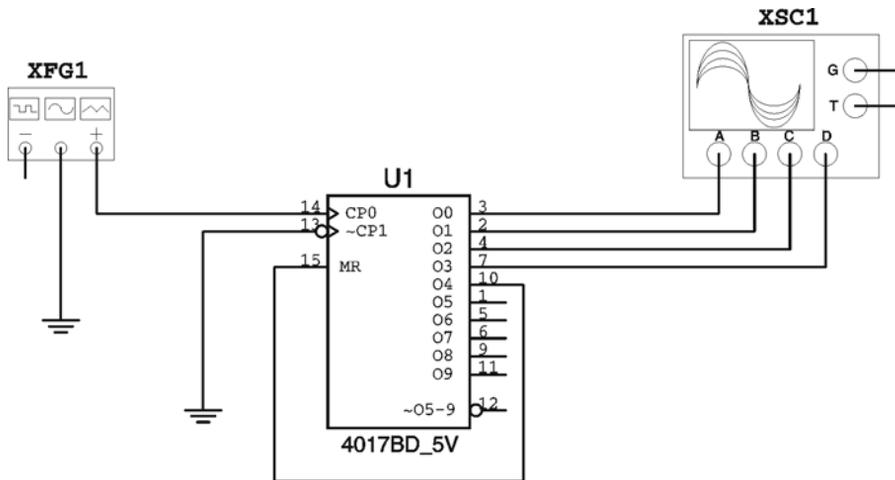


Figura 78

### Interpretação da Prova

Os sinais obtidos nos diversos pontos do circuito devem ser os previstos. Se as saídas de sinais forem diferentes das esperadas para entradas conhecidas, certamente o circuito integrado em que isso ocorrer tem problemas.

### Observação

Veja que para usar esse instrumento é preciso conhecer exatamente as formas de sinal que estarão presentes em cada ponto analisado do circuito.

Também é preciso ser levado em conta a velocidade com que esses sinais aparecem nos pontos analisados.

### e. Oscoscópio e Gerador de Funções

Para quem não tem um analisador de níveis lógicos, o gerador de

funções e o osciloscópio podem ser usados na mesma função.

Para isso, o gerador de funções deve ser ajustado para produzir sinais lógicos numa frequência conhecida, os quais serão aplicados no circuito integrado em teste. Na saída analisada será ligado o osciloscópio.

**Procedimento:**

a) Ajuste o gerador de funções para produzir sinais retangulares com 50% de ciclo ativo e amplitude de acordo com a alimentação do circuito lógico que vai ser analisado.

b) Ajuste o osciloscópio para visualizar os sinais do gerador de funções.

c) Ligue a entrada vertical do osciloscópio na saída do circuito integrado ue vai ser analisado.

d) A entrada que vai ser usada como referência deve ser ligada à saída do gerador de funções.

e) Analise os sinais obtidos, fazendo os ajustes finos que melhor resultem numa imagem boa.

f) Se o osciloscópio for de duplo traço, dois pontos do circuito podem ser analisados ao mesmo tempo.

A figura 79 mostra como isso deve ser feito.

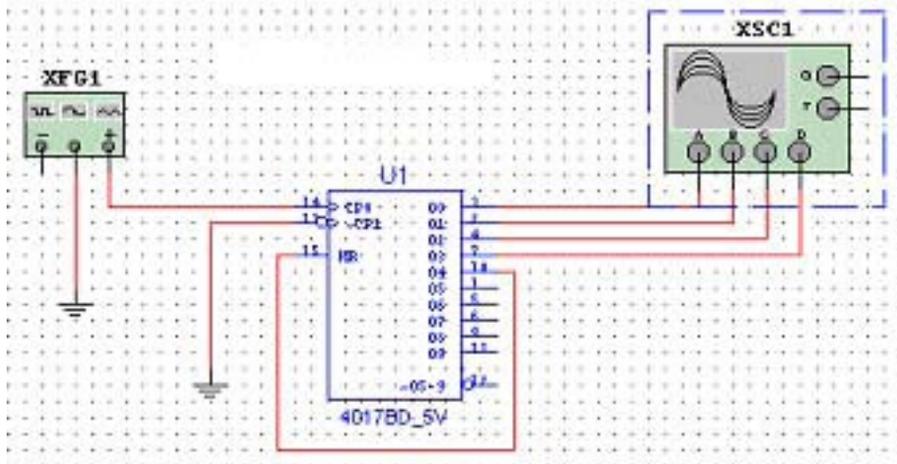


Figura 79

Nessa figura mostramos uma simulação da análise com o osciloscópio de quatro-traços do Multisim. O circuito analisado é o seqüencial de 4 canais com o 4017.

Evidentemente, com dois canais apenas, só podemos visualizar as formas de onda de duas saídas de cada vez.

### Interpretação da Prova

Os sinais obtidos no osciloscópio devem ser os esperados pela sua função. Se isso for diferente, certamente o circuito integrado se encontra com problemas.

### Observação

Essa análise também é importante para se determinar eventuais deformações nos sinais, capazes de provocar falsas interpretações no processamento de um sinal.

Outro ponto interessante é que, usando um osciloscópio de duplo traço pode-se visualizar eventuais diferenças de tempos com que dois sinais chegam à entrada de uma mesma porta, conforme mostra a figura 80.

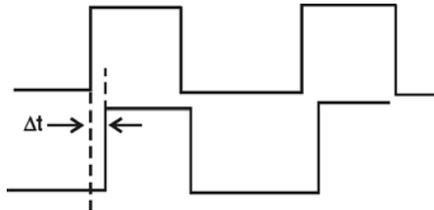


Figura 80

Essa diferença pode causar falseamento na interpretação da função que recebe esses sinais, a qual precisa que eles cheguem exatamente ao mesmo tempo, ou com uma diferença que o circuito não possa detectar.

## Circuitos híbridos

### O que são

Os circuitos híbridos, como os da série STK (Sanyo, Sanken e outros) são dispositivos formados por circuitos integrados e pastilhas (chips) de componentes discretos como transistores de potência, montados numa base única e encerrados num invólucro como o da figura 81.

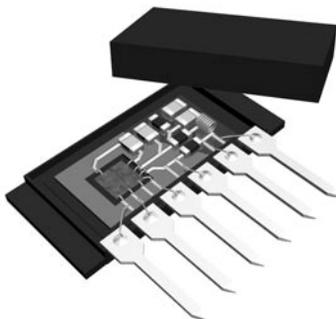


Figura 81

Os tipos mais comuns são os de potência usados tanto como amplificadores de áudio como controles de motores, com correntes de saída chegando a vários ampères.

Evidentemente, como não temos acesso aos componentes internos, a queima de qualquer uma de suas partes acarreta na necessidade de se trocar o componente completo.

### O que testar

O teste mais simples consiste na medida de tensões nos seus terminais, no próprio circuito em que ele se encontra. Também podemos comparar a resistência entre os terminais do circuito suspeito e um que sabemos estar bons, mas esse é um teste que apenas acusa anormalidade evidentes.



Nos outros circuitos, como amplificadores de áudio, também pode-se medir as tensões nos pinos, comparando-se seus valores com os esperados.

A medida de tensão também é muito útil nos casos em que os circuitos híbridos possuem dois ou mais canais iguais como, por exemplo, os encontrados em amplificadores de áudio estéreo ou ainda em controles de solenóides e motores de passo.

Nesses casos, sabemos que as tensões de um canal devem ser iguais a do outro, bastando fazer as comparações. Uma diferença muito grande de tensões no canal que não funciona em relação ao que funciona, descartando-se a possibilidade de capacitores e outros componentes externos estarem ruins, indica que o problema é do circuito híbrido.

**Procedimento:**

a) Ajuste o multímetro para medir tensões contínuas dos valores esperados no circuito que vai ser testado. Observe a polaridade das pontas de prova.

b) Meça as tensões nos diversos pinos, comparando-as com as esperadas no circuito.

A figura 83 mostra o procedimento para esta prova.

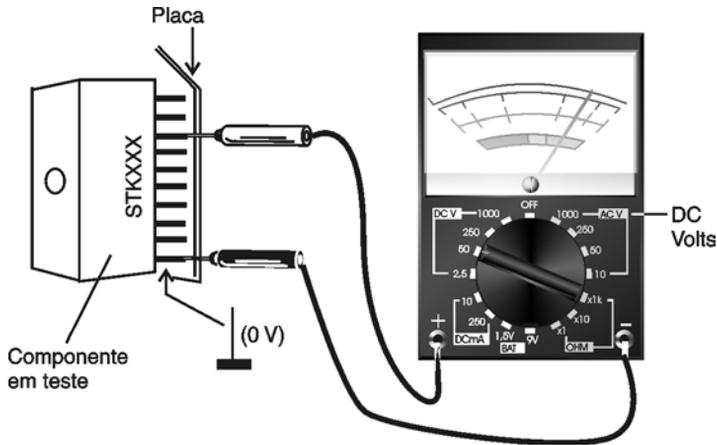


Figura 83

### Interpretação dos Resultados

Tensões corretas indicam que provavelmente o problema não é do circuito híbrido, mas não se trata de conclusão definitiva.

Se as tensões estiverem incorretas, verifica-se se isso não se deve a capacitores e outros componentes ligados ao circuito híbrido que estejam danificados. Se estiverem bons, podemos concluir que o problema é do próprio circuito híbrido que deve ser substituído (\*).

(\*) Na substituição tome cuidado, pois muitos tipos com a mesma denominação podem ter sufixos diferentes. Os sufixos são importantes pois tanto podem indicar características do componente como até uma pinagem diferente.

Se as tensões estiverem corretas, e ainda assim o circuito não funcionar, experimente aplicar os sinais na entrada para verificar como eles se propagam pelo circuito.

### b. Medida de Resistências

Trata-se de um teste estático que exige que o leitor tenha um outro circuito híbrido do mesmo tipo em bom estado, para fazer comparações.

O que se faz é medir resistências entre os pinos nos dois componentes em compará-las. Devem ser aproximadamente iguais, observando-se a polaridade. A diferença de resistências indica um problema interno do componente.

Nesse caso também, se o circuito tiver dois ou mais canais semelhantes, podemos fazer a comparação de resistência entre os pinos correspondentes dos canais, detectando uma eventual diferença.

**Procedimento:**

a) Ajuste o multímetro para medir resistências numa escala intermediária (x 10 ou x100 para os analógicos ou 2 000/20 000 ohms para os digitais). Zere o instrumento se for analógico.

b) Meça as resistências entre terminais (dois a dois) no componente suspeito e no componente tomado como referência.

c) Compare os resultados.

A figura 84 mostra como fazer os testes.

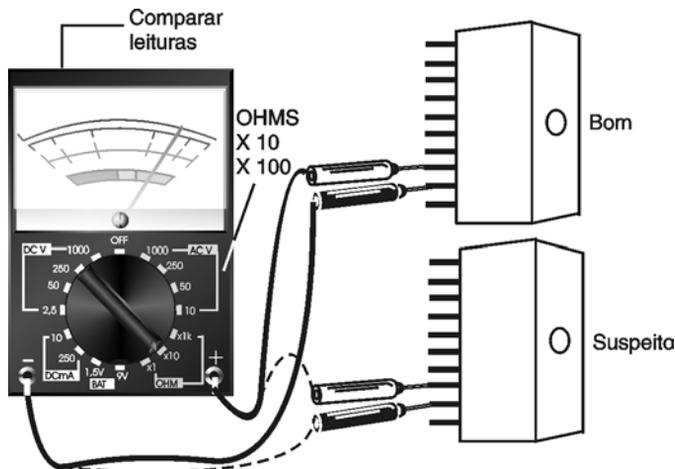


Figura 84

## Interpretação das Provas

Os resultados são iguais ou muito próximos (respeite-se as tolerância dos componentes internos). Podemos quase ter certeza de que o problema não é do circuito híbrido. Se os resultados forem muito diferentes, principalmente com a indicação de resistências nulas ou muito baixas no componente suspeito, quando no componente bom elas são altas, indica curtos ou problemas sérios no CI.

### c. Circuito de Teste

Muitos circuitos híbridos possuem funções semelhantes, para uma mesma família, mudando apenas as tensões de trabalho e correntes (potências) de saída. Os manuais desses componentes (que podem se obtidos na internet) normalmente fornecem circuitos básicos ou circuitos de testes que facilmente podem ser implementados numa matriz de contactos.

Na figura 85 damos um exemplo de circuito de teste para um Circuito Híbrido da Sanyo muito comum.

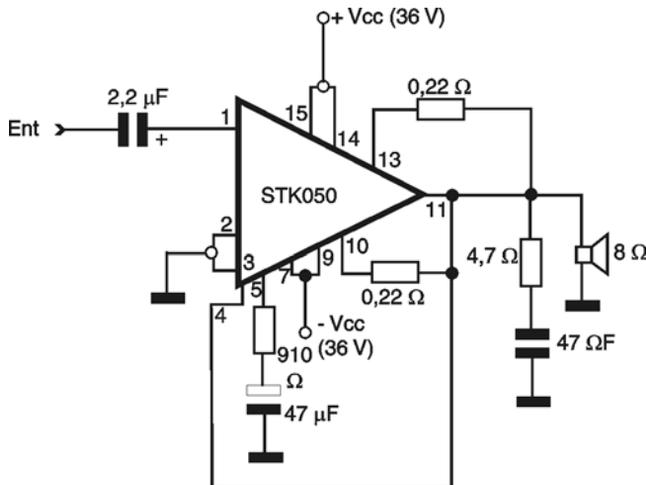


Figura 85

Trata-se de um circuito amplificador de áudio muito comum em equipamentos comerciais. Observe que o leitor precisa ter uma boa fonte de alimentação para o teste.

Lembramos ainda que em muitos casos, os circuitos são alimentados por fontes simétricas.

### **Procedimento:**

a) Monte o circuito de prova de acordo com o manual do fabricante.

b) Aplique os sinais na sua entrada e verifique se eles saem corretamente nos pinos esperados.

A figura 86 mostra como essa prova deve ser feita.

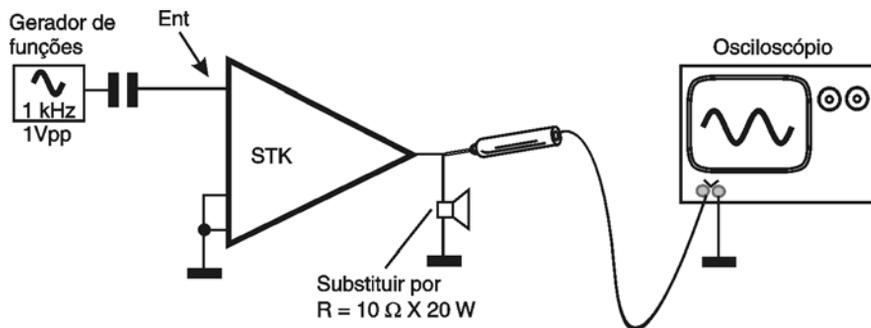


Figura 86

### **Interpretação dos Resultados**

O circuito deve funcionar normalmente no teste realizado desta forma. Qualquer anormalidade indica que ele se encontra com problemas. Também deve ser levada em conta a possibilidade de ser de sufixo diferente, e portanto com pinagem diferente.

#### **d. Análise de formas de sinal com o osciloscópio**

Para os circuitos dinâmicos, como a maioria das aplicações dos cir-

cuitos híbridos, um sinal processado pode ser visualizado no osciloscópio e isso permite testar não só o próprio componente como detectar falhas de componentes associados.

Para os circuitos de controle de motores, podemos aplicar o sinal de controle na entrada e verificar os sinais de saída, normalmente PWM. Veja que podemos usar esse método sem tirar o circuito em teste do equipamento em que ele se encontra, o que é muito bom.

## **Os Testes**

Separamos os circuitos em teste pelo tipo de sinal com que trabalham. Assim, os circuitos de baixa frequência se enquadram na categoria “áudio”, e os que trabalham com sinais de controle, “controle”.

### **(a) Áudio**

a) Ligue na saída do amplificador uma “carga fantasma”. Para um amplificador de 4 ou 8 ohms de saída, a conexão de 5 resistores de 47 ohms x 10 W em paralelo consiste numa excelente carga para amplificadores até 50 Wrms.

b) Ligue o gerador de funções em 1 kHz, sinal senoidal, com amplitude exigida para excitar o circuito em prova. Verifique seu manual. Normalmente um sinal de 500 mVpp a 1 Vpp é o recomendado.

c) Aplique o sinal do gerador na entrada do circuito híbrido.

d) Ajuste o osciloscópio para visualizar o sinal com uma amplitude maior na saída, pois trata-se de um amplificador.

e) Atue sobre o ganho do amplificador verificando a amplitude e a forma de onda do sinal na saída do circuito.

A figura 87 detalha o modo segundo o qual essa prova é realizada.

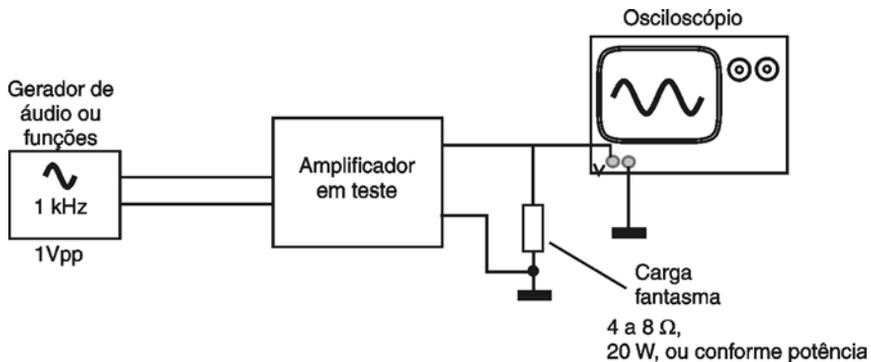


Figura 87

### Interpretação da Prova

As formas de onda estão corretas, e na variação do ganho, muda-se apenas a amplitude. A onda não deforma ou apresenta variações muito grande de fases. Veja que podemos comparar a fase do sinal de entrada e saída, se o osciloscópio for de duplo traço ou duplo feixe. Neste caso, podemos dizer que o circuito híbrido se encontra bom.

As formas de onda observadas apresentam distorções ou ainda o ganho não varia sensivelmente, mantendo o sinal com um máximo de amplitude muito abaixo do esperado. Nesse caso, devemos verificar se capacitores e outros componentes do mesmo circuito não se encontram com problemas. Se estiverem bons, então o problema é do próprio circuito híbrido.

Veja que num equipamento estéreo ou com diversos canais semelhantes, este procedimento permite que os sinais de dois canais sejam comparados, facilitando assim a detecção de problemas no componente.

É claro que os dois sinais devem ter exatamente as mesmas características de entrada e saída na aplicação, pois existem casos em que um canal amplifica graves e médios e outros agudos, o que caracteriza uma diferença de modo de operação.

## b) Controles de Potência

Para provar controles de potência, devemos levar em conta que normalmente os sinais de controle são digitais ou PWM. Assim, com o osciloscópio ou o próprio circuito gera esses sinais ou devemos ter um circuito externo que o faça. Normalmente o gerador de funções pode ser usado para essa finalidade, conforme mostra a figura 88.

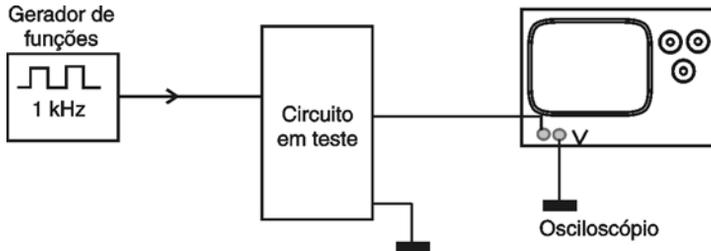


Figura 88

O diagnóstico de eventuais problemas com o circuito é então feito pela comparação entre os sinais de entrada e os sinais que devem ser obtidos na saída.

### Procedimento:

a) Ligue o osciloscópio para observar os sinais esperados na saída. Em alguns casos deve ser previsto o uso de uma carga em lugar do motor ou solenóide, se esse for o caso.

b) Aplique os sinais de controle na entrada do CI, quer seja a partir do próprio circuito em que ele se encontra ou a partir de gerador externo.

c) Observe as formas de onda na saída do circuito. Se tiver um osciloscópio de duplo traço pode ser feita a comparação com os sinais de entrada.

A figura 88 mostrou como essa prova é realizada.

### **Interpretação**

As formas de onda observadas na saída coincidem com as formas de onda esperadas na entrada. Nesse caso, o circuito híbrido de controle se encontra em bom estado.

Variações nas formas de onda inicialmente podem ser atribuídas à componentes externos, os quais devem ser verificados. se estiverem bons, então o problema é do próprio componente que deve ser substituído.

### **Observações**

Do ponto de vista prático, um circuito híbrido pode ser tratado exatamente como um circuito integrado de potência, sendo portanto os procedimentos indicados para CIs comuns também válidos neste caso.

### **Componentes Especiais**

Existem muitos componentes que, apesar de terem, seus equivalentes usados na eletrônica, encontram aplicações específicas como na eletrotécnica (instalações elétricas), na eletricidade de automovel (embarcada), telefonia e em outros casos particulares.

Esses componentes também podem ser testados com procedimentos semelhantes aos que empregamos no caso dos equivalentes eletrônicos, assim o leitor pode ser aproveitar dos recursos que possua em termos de instrumentação para fazer provas que serão descritas a seguir.

Evidentemente, nos casos mais simples, as provas com o multímetro e provador de continuidade são as mais recomendadas.

## Reatores de Lâmpadas Fluorescentes

### O que são

Num circuito típico de lâmpada fluorescente, é usado um reator para limitar a corrente na lâmpada e também gerar a alta tensão necessária a ionização no momento em que ela é ligada, utilizando-se para essa finalidade um starter. Na figura 89 temos o circuito típico de uma lâmpada fluorescente, observando-se que o reator nada mais é do que uma bobina de grande indutância.

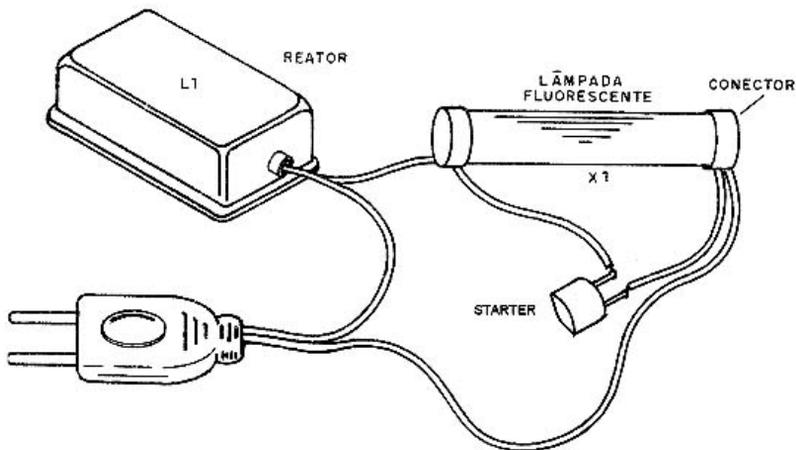


Figura 89

Essa bobina pode ser testada com os mesmos procedimentos que descrevemos para o caso de indutores, apenas levando-se em conta que se tratam de indutores de grande indutância.

### O que testar

Temos três possibilidades de teste para esse tipo de componente: podemos verificar a continuidade, medir a indutância ou detectar curtos.

Para a continuidade usamos o multímetro ou o indicador de continuidade, para a indutância podemos usar indutímetros ou pontes e para a existência de curtos, um circuito de prova.

### **Instrumentos Usados**

- Provador de Continuidade
- Multímetro
- Pontes ou Indutímetros
- Lâmpada de Prova

### **A Prova**

Existem diversos recursos para se verificar o estado de um reator comum para lâmpadas fluorescentes, assim como qualquer componente indutivo equivalente.

#### **a. Provador de Continuidade e Multímetro**

O que se faz neste caso é verificar se existe uma eventual interrupção do enrolamento do indutor. Esta prova não revela se existem espiras em curto.

#### **Procedimento:**

a) Coloque o multímetro numa escala baixa de resistências (Ohms x1 ou ohms x10 se for analógico ou 200/2 000 ohms se for digital). Zere o multímetro se for analógico.

b) Retire o reator do circuito em que se encontra e meça a resistência entre seus terminais.

A figura 90 detalha o modo como essa prova deve ser realizada.

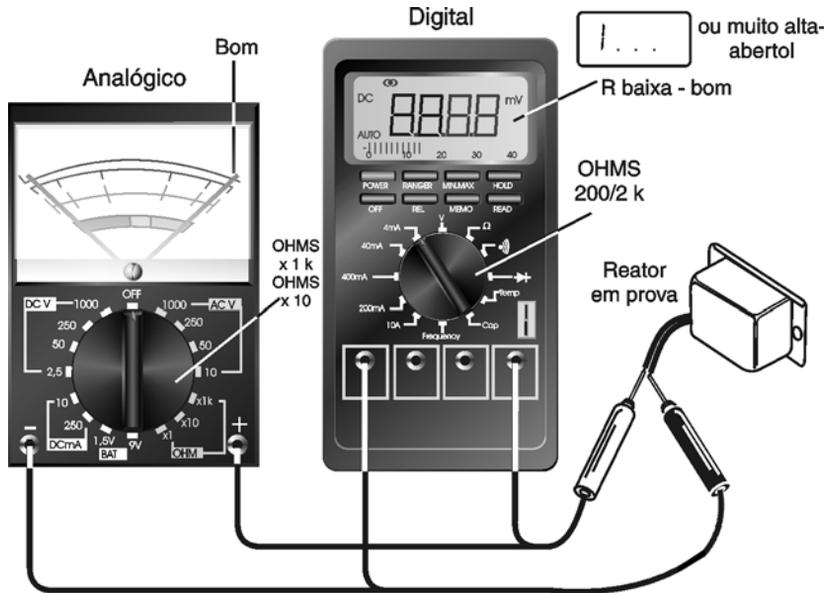


Figura 90

## Interpretação dos Resultados

A resistência medida é baixa mas não nula. O reator apresenta continuidade, mas nada se sabe sobre eventuais curtos. Se a resistência apresentada for muito alta (acima de 50 000 oms) então o reator está aberto.

Para prova de curtos será interessante usar a lâmpada de prova. Observe também se não existem sinais de sobreaquecimento, indicando que o componente está em curto.

### b. Pontes ou Indutímetros

As reatâncias dos reatores usados com lâmpadas fluorescentes são da ordem de vários henry. Uma medida direta pode ser feita com o indutímetro. Esse instrumento também permite saber se o componente se encontra em curto. Pontes de indutâncias como as descritas no item em que tratamos dos indutores também podem ser usadas na prova desses componentes.

### c. Lâmpada de Prova

A lâmpada de prova permite saber se um reator se encontra interrompido, bom ou em curto circuito.

#### Procedimento:

a) Retire o reator do circuito em que ele se encontra e teste sua continuidade com a lâmpada de prova.

b) Observe o brilho da lâmpada. Use uma lâmpada de 5 a 15 W para essa prova.

A figura 91 mostra como o teste de reatores com a lâmpada de prova deve ser feito.

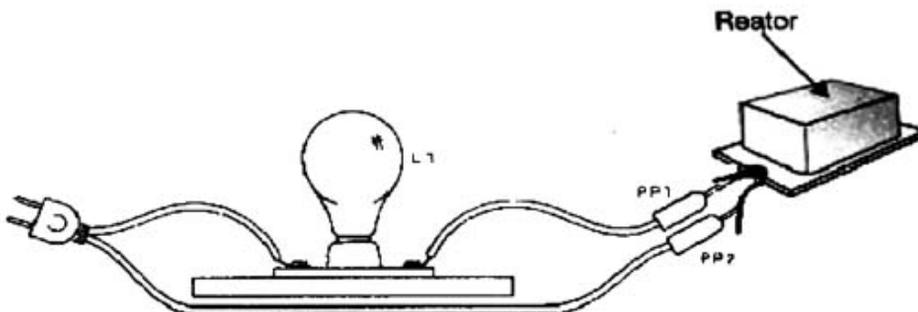


Figura 91

#### Interpretação da Prova

A lâmpada acende com brilho abaixo do normal ou bem fraco, mas perfeitamente visível. O reator não está aberto e também não em curto. Se a lâmpada acender com brilho máximo isso indica que o reator está em curto ou tem espiras em curto.

Permanecendo apagada, a lâmpada indica que o enrolamento do reator está interrompido.

**Observação**

Sinais comuns de curto circuito podem ser detectados pela simples observação.

Se houver enegrecimento, vazamento da substância que veda a bobina ou ainda derretimento dos fios de ligação estamos diante de um reator em curto-circuito.

## Elementos de aquecimento de chuveiros e torneiras

### O que são

Os elementos de aquecimento de torneiras elétricas, chuveiros, aquecedores de ambiente, aquecedores, fornos, ferros de passar, secadores de cabelo, aquecedores de aquários nada mais são do que resistores de fio de alta dissipação. Suas dissipações podem variar entre poucos watts para os aquecedores de aquários até mais de 5 000 W para chuveiros elétricos. Suas resistências, por outro lado variam entre poucos ohms até algumas centenas de ohms. Na figura 92 temos os aspectos desses componentes.

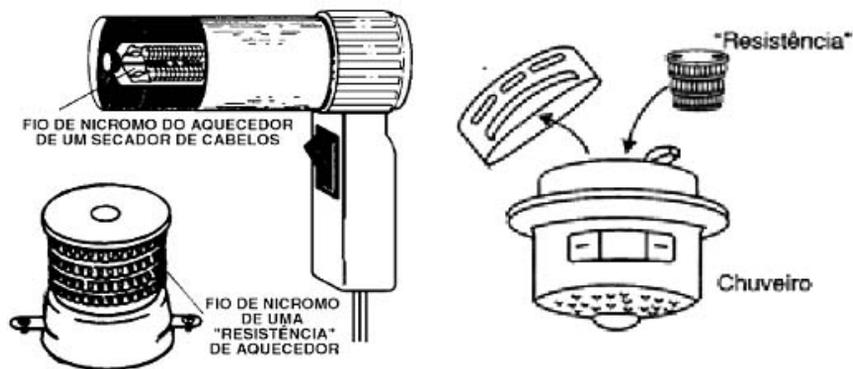


Figura 92

### O que testar

O teste é o mesmo adotado para os resistores: medir sua resistência ou verificar a continuidade para verificar se existem interrupções internas.

### Instrumentos Usados

- Provador de continuidade
- Multímetro
- Lâmpada de prova

## Procedimento

Os três instrumentos indicados servem para se verificar a continuidade de um elemento de aquecimento. Deve-se apenas tomar cuidado com a escolha da lâmpada. Use uma lâmpada de 15 a 40 W para elementos de baixa potência, como aquecedores de aquários e uma lâmpada de maior potência, 60 a 100 W para elementos de alta potência como ferros de passar, chuveiros, etc.

a) Acesse os terminais do elemento que vai ser testado. O aparelho em que ele se encontra deve estar desligado da rede de energia.

b) Coloque o multímetro na escala mais baixa de resistências, se usar esse instrumento. Zere-o se for do tipo analógico.

c) Meça a continuidade do elemento em prova. Observe se não existe nada em paralelo com ele, por exemplo um motor, desligando-o para fazer a prova.

A figura 93 mostra como essa prova deve ser feita.

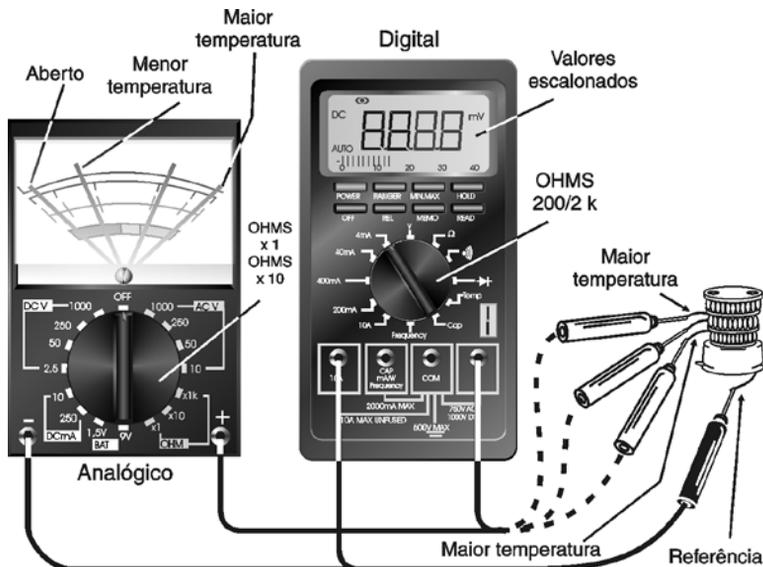


Figura 93

### **Interpretação da Prova**

A lâmpada acende com brilho pouco abaixo do normal ou muito fraca. O elemento de aquecimento não está interrompido. Se a lâmpada não acender é porque o dispositivo está interrompido. Um brilho muito forte, a não ser no caso de resistências acima de 500 W, pode indicar a existência de curtos internos ao aparelho. Verifique.

## Campainhas e cigarras

### O que são

As campainhas e cigarras nada mais são do que indutores que possuem uma lâmina vibrante ou um mecanismo (solenoide) para acionamento sonoro. Na figura 94 temos a construção típica de uma dessas campainhas.

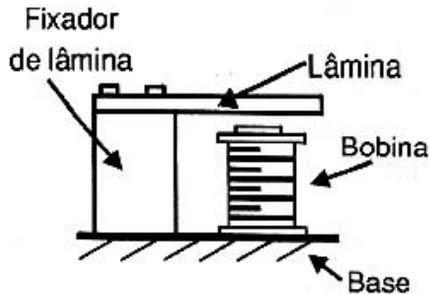


Figura 94

### O que testar

O teste básico desses componentes elétricos consiste em se verificar a continuidade da bobina ou detectar eventuais curtos. As indutâncias típicas são elevadas e a resistência ôhmica também, o que facilita o teste.

### Instrumentos Usados

- Provador de continuidade
- Multímetro
- Lâmpada de prova

### O teste

Descrevemos o teste básico que é válido para componentes indutivos.

#### a. Prova de Continuidade

Verifica-se a continuidade da bobina, eventualmente detectando-se curtos.

**Procedimento:**

a) Coloque o multímetro numa escala baixa de resistências (ohms x1 ou ohms x10 para os analógicos ou 200/2000 ohms para os digitais). Zere se for analógico. Se usar o provador de continuidade prepare-o para uso.

b) Retire a campainha ou cigarra em teste do circuito em que ela se encontra.

c) Meça a continuidade/resistência entre seus terminais.

A figura 95 mostra como essa prova é realizada.

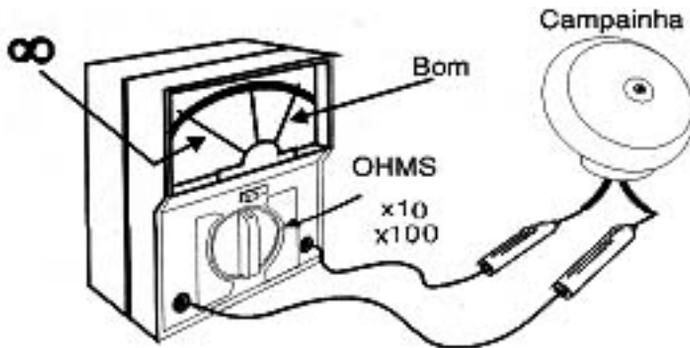


Figura 95

**Observação**

Nesse caso uma inspeção visual também pode revelar a existência de curto circuito na bobina. Sinais de enegrecimento do fio esmaltado da bobina ou mesmo resíduos de esmalte queimado, fios derretidos ou contactos queimados são evidências de que a campainha se encontra em curto ou queimada.

**Interpretação dos Resultados**

A resistência medida estará entre 100 ohms e 10 000 ohms para campainhas ou cigarras ligadas à rede de energia. Neste caso, podemos ter certeza de que a bobina não está interrompida. A resistência é extremamente

baixa (a cigarra apresenta sinais de queimado). Neste caso, certamente a bobina está em curto. Se a resistência medida for muito alta ou infinita, então a bobina do dispositivo está aberta.

### **b. Prova de Funcionamento com a Lâmpada de Prova**

Com a lâmpada de prova temos um teste mais completo deste dispositivo, pois ocorrerá seu acionamento, se bem que com uma potência um pouco menor que a normal.

#### **Procedimento:**

a) Ligue a lâmpada de prova na rede de energia. Use uma lâmpada de 25 a 60 watts nessa prova.

b) Certifique-se de que a cigarra ou campainha de prova é para a mesma tensão que alimenta a lâmpada de prova.

c) Encoste as pontas de prova da lâmpada de prova nos terminais da cigarra, que deve estar desligada do circuito em que funciona.

A figura 96 mostra como realizar este teste.

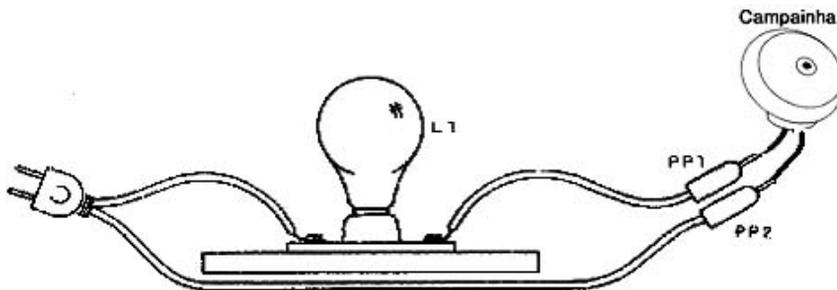


Figura 96

#### **Interpretação da Prova**

A campainha ou cigarra toca quando encostamos as pontas de prova da lâmpada, e ela eventualmente acende com baixo brilho. A campainha ou cigarra certamente estarão em bom estado.

A lâmpada permanece apagada e nada acontece. Nesse caso, podemos ter certeza de que a bobina da cigarra ou cam painha se encontra aberta. A lâmpada acende com brilho máximo e a cigarra ou campainha não tocam. Neste caso, estaremos diante de um componente em curto.

### **Outros Testes**

As campainhas musicais, se bem que tenham um princípio de funcionamento diferente, podem ser testadas com a lâmpada de prova, pois muitas delas têm um pequeno transformador na entrada. O teste indicado revela então o estado deste pequeno transformador que pode estar bom, aberto ou em curto. Veja que, se o transformador estiver bom (lâmpada acende fraca, mas a campainha não toca), então isso indicará que o circuito eletrônico da campainha é que pode estar apresentando problemas.

## Bombas de ar de aquários

### O que são

As bombas de ar de aquários são componentes indutivos, operando segundo o mesmo princípio das cigarras e campainhas. Nelas, uma bobina cria um campo magnético na frequência da rede de energia, o qual faz vibrar um diafragma de borracha que bombeia a água, conforme mostra a figura 97.

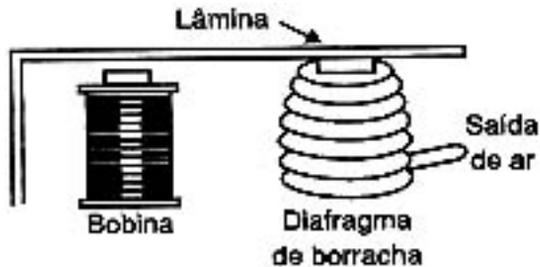


Figura 97

### O que testar

O teste desses dispositivos é exatamente o mesmo das campainhas e cigarras: verifica-se a continuidade da bobina ou o seu funcionamento com a lâmpada de prova.

### Instrumentos Usados

- Provador de continuidade ou multímetro
- Lâmpada de prova

### Procedimento

O mesmo indicado para as campainhas e cigarras. Também devem ser observados os procedimentos para os testes de indutores e motores elétricos que são componentes de mesmo comportamento elétrico.

### **Interpretação da Prova**

A mesma para o caso de cigarras e campainhas.

### **Observações**

Existem bombas de aquário mais pontentes que fazem uso de pequenos motores. Neste caso, o procedimento de teste é o indicado para motores ligados à rede de energia, mas basicamente consiste na medida da continuidade da bobina e na verificação do funcionamento com a lâmpada de prova.

## Bobinas de ignição

### O que são

As bobinas de ignição na realidade são autotransformadores de alta tensão usados no sistema elétrico do automóvel.

Conforme mostra a figura 98 elas se destinam à produção da alta tensão para as velas quer seja a partir de um sistema simples de platinado, como nos carros antigos, como a partir de um circuito de ignição eletrônica, como nos carros modernos.

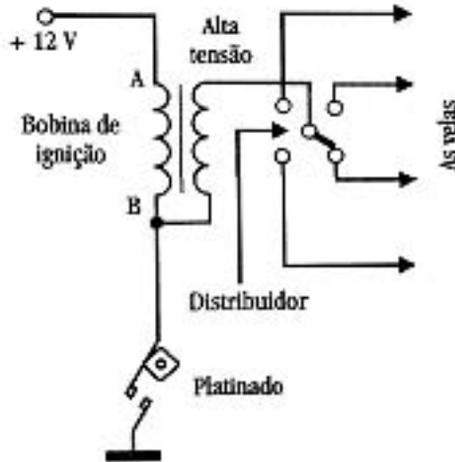


Figura 98

Essas bobinas são formadas por um enrolamento de muito baixa resistência (primário) e um de alta resistência (secundário de alta tensão).

### O que testar

O teste básico dessas bobinas consiste na verificação da continuidade do enrolamento, mas também podemos fazer provas no sentido de

detectar fugas ou curtos no secundário que inviabilizam seu uso. Também podemos montar circuitos simples que permitem verificar se uma bobina de ignição está funcionando.

### **Instrumentos Usados**

- Provador de continuidade
- Multímetro
- Circuito de prova

### **Os Testes**

Descrevemos a seguir alguns testes simples que podem ser realizados para se verificar o estado de uma bobina de ignição de uso automotivo assim como bobinas usadas em motos e motores marítimos.

#### **a. Prova de continuidade**

a) Ajuste o multímetro para medir médias resistências (ohms x10 ou x100 se for analógico ou 2 000/20 000 ohms se for digital). Zere o instrumento, se for analógico. Para o provador de continuidade, prepare-o para uso.

b) Retire a bobina do circuito e teste sua continuidade nos pontos indicados na figura 99.

A figura 99 detalha o procedimento de prova para as bobinas de ignição.

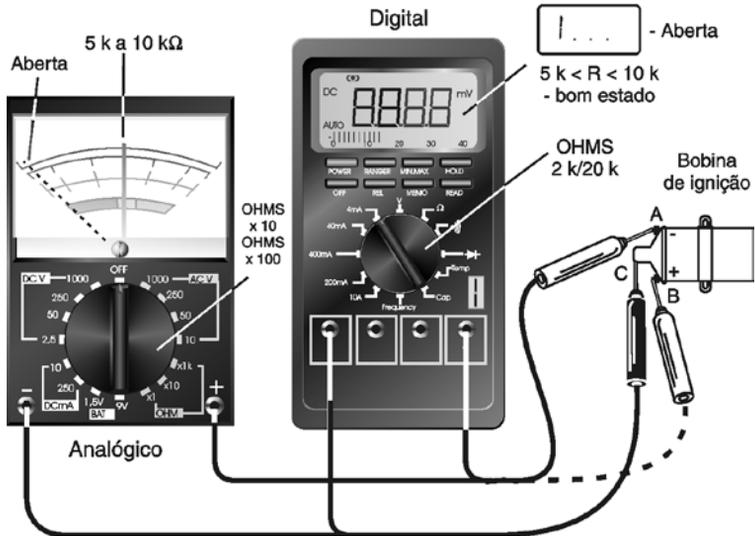
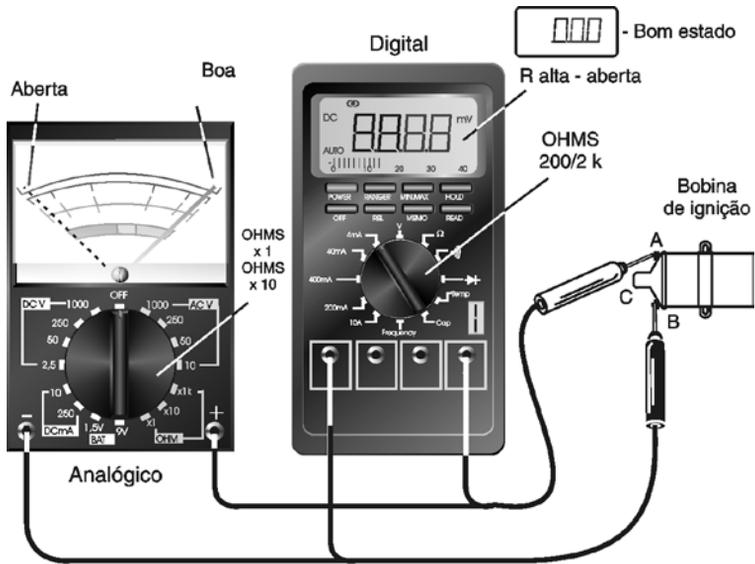


Figura 99

## Interpretação dos Resultados

No primário medimos uma resistência muito baixa (menor que 20 ohms) e no secundário uma resistência muito alta (entre 5 k ohms e 50 k ohms). Os enrolamentos apresentam continuidade, mas não podemos afirmar se existem curtos. Se a resistência medida num dos enrolamentos for infinita, então ele se encontra aberto. Uma resistência muito baixa no secundário de alta tensão, indica que ele se encontra em curto.

### b. Circuito de Teste

Uma forma interessante de se testar uma bobina de ignição consiste na montagem de um circuito de teste simples. Esse circuito é alimentado pela rede de energia servindo para a maioria das bobinas de ignição.

Na figura 100 temos o circuito completo tanto para a rede de 110 V como 220 V.

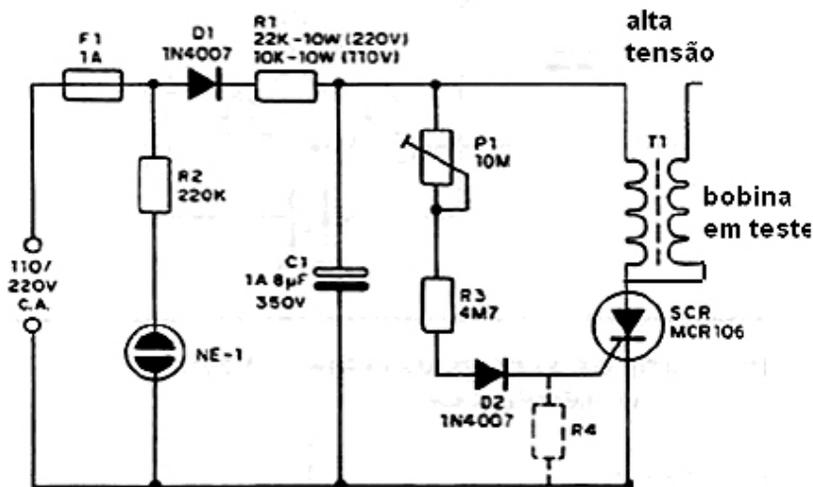


Figura 100

O que esse circuito faz é gerar pulsos de tensões entre 70 e 100 V aplicando-os ao primário da bobina (como fazem os sistemas eletrônicos).

Podemos então verificar se existe alta tensão no secundário.

### **Procedimento**

a) Monte o circuito de prova e ligue a bobina da forma indicada na figura 5.202.

b) Tome o máximo cuidado para não tocar acidentalmente em nenhuma parte do circuito pois, não havendo isolamento da rede de energia, ele pode causar choques perigosos.

c) Ligando o circuito, aproxime uma lâmpada neon do terminal de alta tensão ou faça um elo de prova para gerar uma faísca.

### **Interpretação da Prova**

Ao ligar o circuito e aproximar a lâmpada neon ela acende ou então é obtida uma faísca de alta tensão com o elo de prova. A bobina se encontra boa. O que pode ocorrer é um eventual curto entre espiras que cause uma perda de rendimento na aplicação real. Isso será comprovado se a bobina aquecer muito quando em funcionamento. Não há faísca nem a lâmpada neon acende. A bobina se encontra com problemas. Pode estar aberta, com fugas internas ou espiras em curto.

### **Outros Testes**

Testes com uma ponte de indutância também podem ser realizados para se verificar o estado de uma bobina de ignição. verifique o item que trata das provas de bobina, reatores, motores e outros dispositivos indutivos de comportamento semelhante.

## Fusíveis – Lâmpadas – Chaves (Automotivos)

### O que são

Os fusíveis de uso automotivo têm as mesmas características dos outros tipos de fusíveis, mudando apenas sua aparência, conforme mostra a figura 101.



Figura 101

Esses componentes tem uma resistência muito baixa, rompendo-se (abrindo) quando a intensidade da corrente supera certo valor.

As lâmpadas de uso automotivo também têm as mesmas características das lâmpadas incandescentes comuns, exceto pelo fato de que trabalham com 12 V e têm uma resistência de filamento muito menor. Seu tamanho e forma também são diferentes, conforme mostra a figura 102.



Figura 102

Finalmente, interruptores e chaves de automotivos também devem apresentar uma resistência nula quando fechadas e infinita quando abertas.

Seu formato apenas difere das encontradas em outros usos. Evidentemente os fusíveis com invólucros de vidro ou abertos podem ser rverificados pela simples observação, já que vemos claramente quando o seu elemento protetor está aberto (queimado).

### **O que testar**

Todos os dispositivos indicados podem ser testados pela simples medida da continuidade, exatamente como vimos para chaves, fusíveis e lâmpadas de outros usos.

### **Instrumentos Usados**

- Provador de continuidade
- Multímetro

### **Procedimentos**

Os mesmos descritos para fusíveis, lâmpadas e chaves de uso na eletrônica. Veja os itens anteriores.

## Cabos e Conectores de Computadores

### O que são

Os cabos usados em computadores são formados normalmente por diversos condutores independentes, tendo nas suas extremidades conectores que dependem da sua aplicação, conforme mostra a figura 103.



Figura 103

### O que testar

Da mesma forma que qualquer outro tipo de cabo, testamos sua continuidade, verificando se estão abertos ou em curto. Para os conectores fazemos o mesmo verificando se os sinais podem passar ou não por esses elementos.

### Instrumentos Usados

- Provador de continuidade
- Multímetro

### Procedimento

Meça a resistência entre as extremidades do mesmo cabo ou dos pinos do conector que tenham, conexão entre si. A resistência ou continuidade deve ser baixa. Se for infinita teremos um cabo aberto. Veja no teste de fios e condutores um procedimento mais detalhado.

## Outros Testes

Dois outros testes podem ser sugeridos para o caso de testes de cabos usados em computadores e na transmissão de dados. Um deles, consiste no emprego de um arranjo que testa todos os condutores de uma vez só, o que leva o profissional a ganhar muito tempo.

O outro consiste em se verificar eventuais deformações que um sinal apresenta quando transmitido pelo cabo. Analisemos o segundo caso.

### a. Verificação com o Osciloscópio

Esse teste é interessante para se verificar como um cabo longo se comporta ao transmitir sinais digitais. O que fazemos é aplicar um sinal digital e verificar no osciloscópio eventuais deformações que ocorram num determinado percurso.

Para essa finalidade devemos utilizar o circuito mostrado na figura 104 que exige o uso de um osciloscópio (simples ou duplo traço) e um gerador de funções.

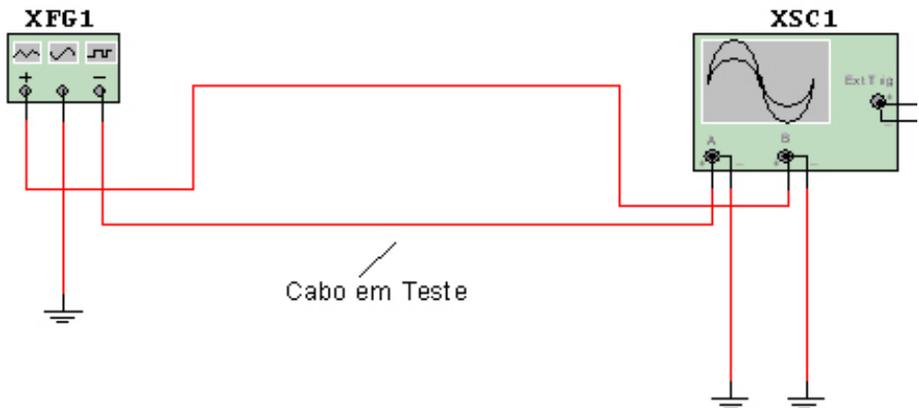


Figura 104

### **Procedimento**

a) Monte o circuito indicado, aplicando numa extremidade os sinais do gerador de funções.

b) O gerador de funções deve ser ajustado para produzir um sinal retangular de 5 V de amplitude com ciclo ativo de 50% numa frequência de 1 kHz.

c) Ajuste o osciloscópio para visualizar esse sinal. Se o osciloscópio for de duplo traço podemos visualizar o sinal na entrada e na saída do circuito.

d) Se o osciloscópio tiver a função “zoom”, analise os pontos de transição do sinal que chega ao osciloscópio.

### **Interpretação dos Resultados**

Pequenas deformações sempre existem, devido às capacitâncias e indutâncias parasitas do próprio cabo. No entanto, se essas deformações forem muito grandes, o circuito que recebe os sinais pode não reconhecê-los.