

COLETÂNEA DE

# respostas técnicas

PRODUZIDAS E VEICULADAS NO ÂMBITO DO  
SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS – SBRT

---

## 10. EQUIPAMENTO DE MEDIDA, TESTE, CONTROLE DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

---

ORGANIZAÇÃO

Oswaldo Massambani

- |   |  |
|---|--|
| 01. Agricultura e pecuária  | 13. Madeira  |
| 02. Alimentos e bebidas   | 14. Máquinas e equipamentos  |
| 03. Borracha e plástico   | 15. Material eletrônico e aparelhos e<br>equipamentos de comunicação |
| 04. Brinquedos e jogos  | 16. Meio ambiente, reciclagem e<br>tratamento de resíduos            |
| 05. Celulose e papel  | 17. Metal  |
| 06. Construção  | 18. Metalurgia básica  |
| 07. Couro e calçados  | 19. Minerais não metálicos   |
| 08. Eletricidade, gás e água  | 20. Mobiliário   |
| 09. Equipamentos de instrumentação<br>médico                          | 21. Produtos químicos  |
| 10. Equipamento de medida, teste,<br>controle de automação industrial | 22. Serviços industriais   |
| 11. Equipamento de segurança<br>profissional                          | 23. Têxtil   |
| 12. Gemas e metais preciosos  | 24. Transporte e armazenagem   |
|   | 25. Vestuário e acessórios   |





## UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

### Reitora

Suely Vilela

### Vice-Reitor

Franco Maria Lajolo

### Pró-Reitora de Graduação

Selma Garrido Pimenta

### Pró-Reitor de Cultura e Extensão Universitária

Ruy Alberto Corrêa Altafim - 2008-2009

### Pró-Reitora de Pesquisa

Mayana Zatz

### Pró-Reitor de Pós-graduação

Armando Corbani Ferraz



## AGÊNCIA USP DE INOVAÇÃO

### Coordenador

Oswaldo Massambani

### Diretor Técnico de Empresa e Empreendedorismo

Jose Antonio Lerosa de Siqueira

### Diretor de Processos de Inovação

Claudio Tervydís

### Diretor Técnico de Propriedade Intelectual

Maria Aparecida de Souza

### Diretor Técnico de Transf. de Tecnologia

Alexandre Venturini Lima

### Diretor Técnico de Inovações para Sustentabilidade

Elizabeth Teixeira Lima

### Pólo Pirassununga/Piracicaba

Daniel Dias

### Pólo Ribeirão/Bauru

Flávia Oliveira do Prado

### Pólo São Carlos

Freid Artur

Leonardo Augusto Garnica

Agência USP de Inovação  
Av. Prof. Luciano  
Gualberto, trav. J, 374  
7º andar  
Prédio da Antiga Reitoria  
Cidade Universitária  
Butantã  
São Paulo - SP - Brasil  
05508-010  
Telefone: 11 3091 4495

[www.inovacao.usp.br](http://www.inovacao.usp.br)

### Produção visual e web:

Thais Helena dos Santos [ Midiamix Editora Digital ]

COLETÂNEA DE

# respostas técnicas

PRODUZIDAS E VEICULADAS NO ÂMBITO DO  
SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS – SBRT

---

## 10. EQUIPAMENTO DE MEDIDA, TESTE, CONTROLE DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

---

ORGANIZAÇÃO

Oswaldo Massambani

01. Agricultura e pecuária
02. Alimentos e bebidas
03. Borracha e plástico
04. Brinquedos e jogos
05. Celulose e papel
06. Construção
07. Couro e calçados
08. Eletricidade, gás e água
09. Equipamentos de instrumentação médico
10. Equipamento de medida, teste, controle de automação industrial
11. Equipamento de segurança profissional
12. Gemas e metais preciosos
13. Madeira
14. Máquinas e equipamentos
15. Material eletrônico e aparelhos e equipamentos de comunicação
16. Meio ambiente, reciclagem e tratamento de resíduos
17. Metal
18. Metalurgia básica
19. Minerais não metálicos
20. Mobiliário
21. Produtos químicos
22. Serviços industriais
23. Têxtil
24. Transporte e armazenagem
25. Vestuário e acessórios



# PREFÁCIO

O Programa Disque Tecnologia, em parceria com o Sistema Integrado de Bibliotecas, ambos da Universidade de São Paulo, está oferecendo ao público essa importante coletânea de respostas técnicas produzidas e veiculadas no âmbito do Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT, abrangendo um conjunto de temas distribuídos por diversos setores da Indústria e da Agropecuária.

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas é uma iniciativa do Ministério da Ciência e Tecnologia, por meio do Programa Tecnologia Industrial Básica, com recursos dos fundos setoriais, mediante convênio com o CNPq.

O SBRT resulta de parceria entre diversas instituições que dispõem de serviços de apoio às empresas nos moldes do Disque Tecnologia. São elas: o Centro de Desenvolvimento Tecnológico, da Universidade de Brasília; o CETEC, de Minas Gerais; o Disque Tecnologia/ Agência USP de Inovação, da Universidade de São Paulo; a Rede de Tecnologia da Bahia (IEL); a Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro; e o SENAI, do Rio Grande do Sul. Esse grupo de entidades técnicas é apoiado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT, do MCT, e pelo SEBRAE Nacional.

A idéia básica que norteou a constituição do SBRT foi a de prover a informação tecnológica diretamente ao demandante e de acordo com sua necessidade específica; na verdade o SBRT é fruto da evolução da experiência brasileira com a organização de serviços de informação tecnológica a partir da década de 1970, desde o Centro de Informação Tecnológica do Instituto Nacional de Tecnologia, em cooperação com a CNI, passando pelos Núcleos de Informação Tecnológica apoiados pelo Programa TIB no âmbito do PADCT e também por diversas iniciativas como o Disque Tecnologia, cujo mérito é justamente o de prover respostas de forma mais direta e expedita.



Se na época das primeiras iniciativas a ausência de profissionais especializados, a mobilização de departamentos nas universidades e institutos de pesquisa e mesmo a disponibilidade de um computador eram obstáculos, hoje o acesso amplo à Internet, pode ser também um obstáculo de outra ordem, exigindo mecanismos que possam trabalhar a informação e mesmo buscar fontes mais adequadas; é esse o ambiente do SBRT: prover informações de baixa e média complexidade, em uma fase inicial e posteriormente atender também demandas de alta complexidade.

O fato é que o SBRT se firmou como ferramenta de inovação no sentido lato e o simples registro sistemático das informações no seu portal se tornou um canal para futuros demandantes; também a publicação de algumas respostas em jornais tiveram sucesso, estendendo seu alcance.

Por todas as razões, essa surpreendente e importantíssima iniciativa do Disque Tecnologia vem oferecer a evidência objetiva da informação útil e vem materializar na forma de livro todo um esforço dirigido à capacitação tecnológica da empresa e do empreendedor brasileiro. Foi com alegria e emoção que percorri as respostas procurando imaginar desde o demandante formulando a pergunta, passando pela complexa construção da resposta, até a sua entrega, muitas vezes decisiva para a viabilização de negócios, para a criação de empregos e para a conquista de mercados.

É, portanto, com um sentimento de gratidão que registro a preciosa inspiração dos dirigentes da Agência USP de Inovação ao oferecer esse magnífico incentivo ao desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil.

**Reinaldo Dias Ferraz de Souza**

*Coordenador - Geral de Serviços Tecnológicos*

Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

Ministério da Ciência e Tecnologia



# SUMÁRIO

AEQUIPAMENTO TRIFÁSICO .....	11
FUGA DE CORRENTE EM ALTA TENSÃO .....	15
PRESSÃO .....	23



# EQUIPAMENTO TRIFÁSICO

## PALAVRAS-CHAVE

Tensão de alimentação, comutação automática, equipamento trifásico

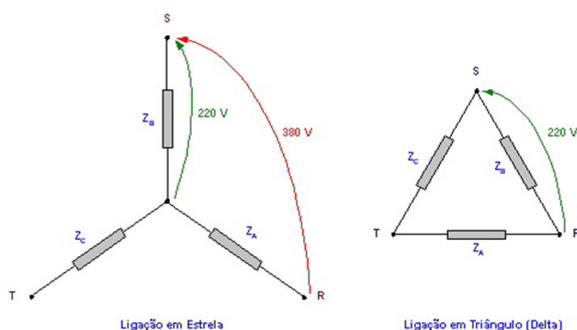
## IDENTIFICAÇÃO DA DEMANDA

Necessidade de identificar automaticamente a tensão de alimentação de equipamento trifásico com motor, com potência nominal acima de 5 CV, que opera em locais com tensão nominal de linha de 220 Vca e de 380 Vca.

O equipamento tem (atualmente) um dispositivo manual para executar o chaveamento da alimentação de 220 Vca para 380 Vca, mas que às vezes (por esquecimento) não é comutado, danificando as bobinas das chaves magnéticas utilizadas na energização deste equipamento.

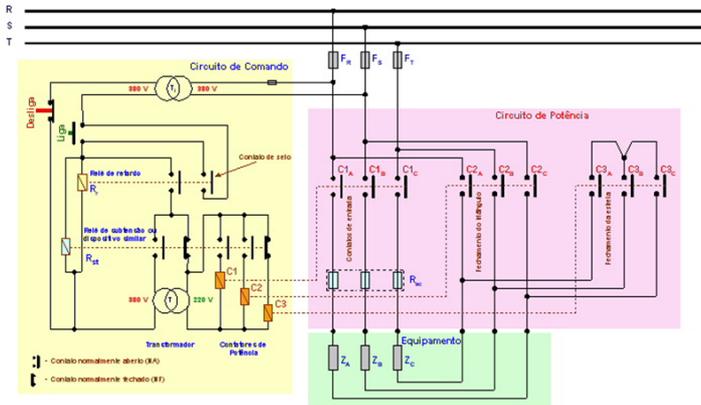
## SOLUÇÃO APRESENTADA

Como já existe um dispositivo manual para a comutação da tensão de alimentação, pressupõe-se que o acesso aos terminais dos elementos de cada uma das fases do equipamento está disponível, para configurá-los (executar suas ligações) em estrela (380 V), ou em triângulo (220 V), como mostrado na Figura 1.



**Figura 1: Ligação do equipamento em estrela e em triângulo.  $Z_A$ ,  $Z_B$  e  $Z_C$  são os três elementos (3 fases) do equipamento, cujos terminais precisam ter acesso pela parte externa.**

Portanto, uma possível solução é instalar um conjunto de chaves magnéticas (contatores) para comutação estrela-triângulo (similar ao que já deve estar sendo utilizado no equipamento como limitador de corrente de partida), cujo circuito de comando é acionado por um relé de subtensão<sup>1</sup>, com tensão nominal de 380 V, como apresentado na Figura 2.



**Figura 2: Diagrama para comutação delta-estrela em função da tensão de alimentação**

Assim, se a tensão da rede for de 380 V, o equipamento é alimentado na configuração estrela, com o fechamento dos contatos C1<sub>A</sub>, C1<sub>B</sub>, C1<sub>C</sub> e C2<sub>A</sub>, C2<sub>B</sub>, C2<sub>C</sub>. Se a rede for de 220 V, o relé de subtensão atua, comutando o equipamento para ser alimentado em triângulo, com o fechamento dos contatos C1<sub>A</sub>, C1<sub>B</sub>, C1<sub>C</sub> e C3<sub>A</sub>, C3<sub>B</sub>, C3<sub>C</sub>.

O relé de retardo (R<sub>r</sub>) foi utilizado apenas para a “inicialização” do relé de subtensão (R<sub>st</sub>), ou seja, para que os contatores não recebam tensão antes que R<sub>st</sub> possa identificar a tensão da rede. Portanto, o tempo de retardo pode ser pequeno (≈ 1s).

O transformador de isolamento (T<sub>i</sub>) foi inserido apenas para assegurar um grau de proteção adicional ao circuito de comando.

Para não utilizar um contator adicional, o contato de selo é do próprio relé de retardo, por isso, há necessidade de se manter o botão Liga

<sup>1</sup> Relé que atua quando a tensão de entrada (alimentação) for inferior a uma porcentagem (ajustável) da tensão nominal.

pressionado até transcorrer o tempo de retardo. Pode-se utilizar um interruptor liga-desliga de dois polos (fase-fase) e duas posições no lugar do conjunto botoeiras e contato de selo.

Por segurança, a condição normal de operação é na posição estrela, ou seja, o equipamento (quando não energizado) ficará sempre configurado para a alimentação de 380 V. Desta forma, mesmo que o relé de subtensão falhe, o equipamento estará na condição segura. Porém, se a tensão de 220 V não for capaz de dar partida no motor (configurado para 380 V), o mesmo poderá ser danificado. Assim, é recomendável verificar se o relé de sobrecorrente está calibrado para atuar (desligar) com a corrente absorvida pelo motor na condição de rotor<sup>2</sup> travado (sem girar).

O relé de subtensão pode ser substituído por um simples circuito eletrônico que utiliza um amplificador operacional como comparador de tensão.

Outra alternativa é consultar a empresa Dexter, telefone: (51) 3343-5532, Eng. Claudio, disponível em: <http://www.dexter.ind.br/prod0525.htm>, para verificar as características de um produto comercial<sup>3</sup> (provavelmente necessitará de adequação), que atenda às necessidades.

## CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A solução apresentada funciona como se fosse um dispositivo de chaveamento instalado “em paralelo” com a chave manual, sensoriando a tensão de alimentação através do relé de subtensão, que comanda o conjunto de chaves magnéticas para ligação em estrela se a tensão local for de 380 V, ou em triângulo se a tensão for de 220 V.

Mesmo que a tensão da rede seja inferior à da configuração do motor, ele pode ser danificado se o rotor não conseguir girar. Por isso, é recomendável verificar as características do motor e utilizar um dispositivo de proteção adequado ( $R_{sc}$ ) para quando o motor não conseguir dar partida.

Se houver dificuldade para encontrar relés de subtensão com ten-

---

<sup>2</sup> Parte rotativa do motor, que inclui o eixo.

<sup>3</sup> Provavelmente, necessitará de adequação.

são nominal de 380 V, pode-se utilizar um de 220 V, ligado à tensão de linha através de um transformador de sinal que tenha relação de transformação de 380/220, com capacidade suficiente para alimentar a bobina de atuação deste relé.

## **REFERÊNCIAS**

SCHIDT, et al. Introdução a Sistemas Elétricos de Potência. Editora Edgard Blücher, 2ª Edição, 1996.

FALCONE, A.G. Eletromecânica. Editora Edgard Blücher, 1979.

KOSOW, I.I. Máquinas Elétricas e Transformadores. Editora Globo, 12ª Edição, 1996.

## **NOME DO TÉCNICO RESPONSÁVEL**

Sérgio Vallejo e Alberto Onoe

## **DATA DE FINALIZAÇÃO**

15 de ago. 2005

# FUGA DE CORRENTE EM ALTA TENSÃO

## PALAVRAS-CHAVE

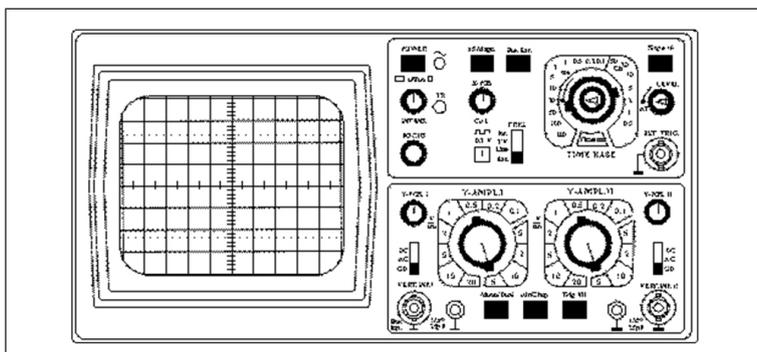
Fuga de corrente, automóvel

## IDENTIFICAÇÃO DA DEMANDA

Tem dificuldade de detectar fuga de corrente em alta tensão no sistema de ignição em automóveis. Quando em marcha lenta não percebe a fuga. Quando o motor recebe carga a fuga ocorre. Como só consegue testar visualmente o motor em marcha lenta. Borrifa água com sal e detectou a fuga, mas o sal permaneceu no motor e foi difícil de tirar, teria produto que não fosse corrosivo.

## SOLUÇÃO APRESENTADA

Segundo a área de Assessoria Técnica e Tecnológica do SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, o aparelho mais adequado para a detecção de correntes elétricas em alta tensão é o osciloscópio.



Fonte: Bertulani

O osciloscópio é um instrumento que permite observar numa tela plana uma diferença de potencial ( $ddp$ ) em função do tempo, ou em função de uma outra  $ddp$ . O elemento sensor é um feixe de elétrons

que, devido ao baixo valor da sua massa e por serem partículas carregadas, podem ser facilmente aceleradas e defletidas pela ação de um campo elétrico ou magnético.

A diferença de potencial é lida a partir da posição de uma mancha luminosa numa tela retangular graduada. A mancha resulta do impacto do feixe de elétrons num alvo revestido de um material fluorescente.

Como muitas grandezas físicas são medidas através de um sinal elétrico, o osciloscópio é um instrumento indispensável em qualquer tipo de laboratório e em situações tão diversas como o diagnóstico médico, mecânica de automóveis, prospecção mineral, etc. O osciloscópio permite obter os valores instantâneos de sinais elétricos rápidos, a medição de tensões e correntes elétricas, e ainda freqüências e diferenças de fase de oscilações.

O osciloscópio é essencialmente constituído por duas partes:

- Tubo de raios catódicos com tela fluorescente;
- Circuitos eletrônicos.

## **1. Tubo de raios catódicos com tela fluorescente**

O tubo de raios catódicos é o elemento essencial do osciloscópio. Este consiste numa ampola de vidro fechada no interior da qual se encontram, sob vácuo (cerca de  $10^{-3}$  mbar), os seguintes componentes:

*Canhão eletrônico*

*Sistema de desvio magnético ou eletrostático*

*Alvo fluorescente em sulfureto de zinco*

### Canhão eletrônico

O canhão eletrônico é o dispositivo que produz e controla o feixe de elétrons que, relativamente à figura abaixo, pode ser subdividido em três partes principais:

### Cátodo emissor de elétrons

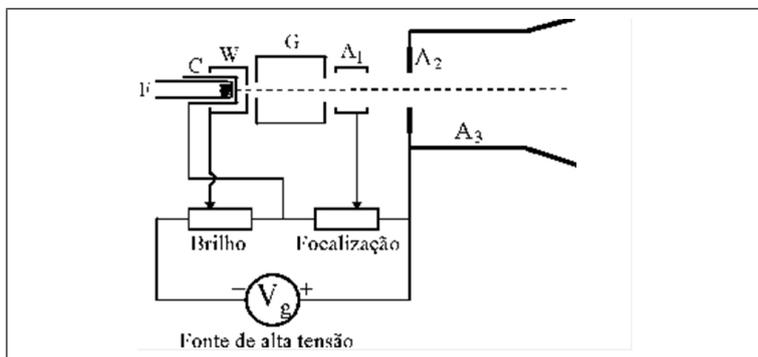
Este é constituído pelo filamento F que quando aquecido, pela passagem de corrente elétrica, promove a emissão de elétrons do cátodo C por efeito termiônico.

### Grelha de comando (cilindro de Ewhnelt)

A grelha W quando é polarizada negativamente em relação ao eletrodo  $A_2$  (ânodo) forma e acelera o feixe de elétrons. A intensidade do feixe, brilho, é controlada através da ddp entre a grelha e o ânodo: quanto maior for a ddp maior é o número de elétrons no feixe, ou seja, mais brilhante é o feixe.

### Sistema de aceleração e focagem:

Constituído pelos eletrodos G e  $A_1$ , posicionados entre a grelha W e o ânodo, limitam a secção do feixe, focagem, por um ou mais diafragmas e imprimem-lhe ainda uma certa aceleração. O eletrodo G permite eliminar a interação entre os comando de brilho de focagem.



**Figura 1a - Canhão eletrônico de um tubo de raios catódicos.**

Fonte: Bertulani

### Sistema de desvio magnético ou eletrostático

Relativamente à figura que se segue (Fig. 1b), vemos que o sistema de deflexão é constituído pelos eletrodos  $X_1$  e  $X_2$ , dispostos segundo a horizontal, e pelos eletrodos  $Y_1$  e  $Y_2$ , dispostos segundo a vertical. Se os eletrodos estiverem todos ao mesmo potencial, o feixe de elétrons atravessa a região do espaço compreendida entre os dois pares de eletrodos e incide no centro do alvo fluorescente, onde se verá uma mancha luminosa.

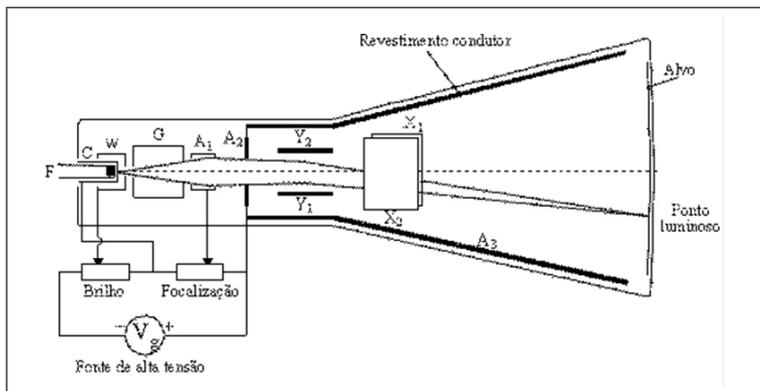
Quando se aplica uma ddp aos eletrodos o feixe eletrônico é *defletido*. Como resultado, a mancha luminosa apresenta um deslocamento da sua posição sobre o alvo diretamente proporcional à ddp entre os

dois pares de eletrodos:

$$x = K_x V_x$$

$$y = K_y V_y$$

$V_x$  e  $V_y$  são as ddp's aplicadas às placas.  $K_x$  e  $K_y$  são constantes de proporcionalidade que dependem da montagem.



**Figura 1b - Esquema simplificado de um tubo de raios catódicos, onde F é o filamento de tungstênio, C é o cátodo de um material alcalino, W é a grelha de Wehnelt, G, A1 e A2 são eletrodos, X1, X2, Y1 e Y2 são as placas defletoras do feixe de elétrons, e A3 é um revestimento condutor.**

Fonte: Bertulani

Se o osciloscópio for usado para observar a variação de uma ddp em função do tempo, esta tensão será aplicada às placas horizontais  $Y_1, Y_2$ , provocando o deslocamento vertical do feixe. O deslocamento vertical será proporcional à ddp  $V_y$  aplicada. Às placas verticais  $X_1, X_2$ , aplica-se uma ddp  $V_x$ , fornecida por um circuito eletrônico designado por BASE DE TEMPO.

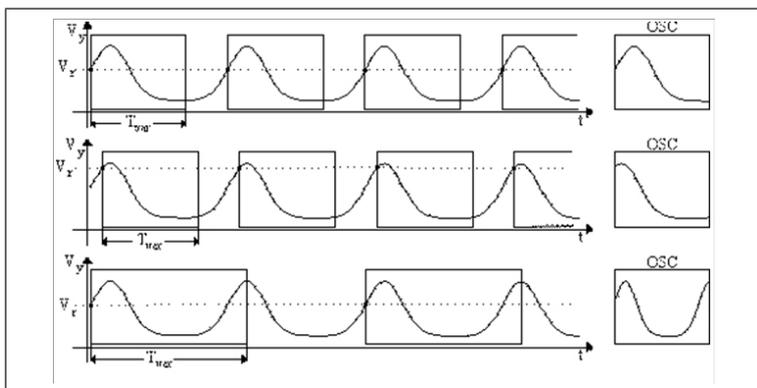
A ddp aplicada pelo circuito da base de tempo atuará sobre o feixe deslocando-o na horizontal, da esquerda para a direita, com uma velocidade constante designada por velocidade de varrimento. Na tela obter-se-á a imagem da função  $y(x) = V_y(t)$ . Neste modo de funcionamento diz-se que o OSC está a funcionar em MODO y-t. Se em vez de aplicarmos a tensão de varrimento às placas verticais, aplicarmos uma outra ddp  $V_y$ , obteremos na tela a imagem da função  $V_y = V_y(V_x)$ . Neste último caso diz-se que o OSC está a funcionar no modo x-y.

### c. Alvo fluorescente em sulfureto de zinco

O alvo fluorescente converte a energia do feixe de elétrons em luz visível permitindo assim a observação do ponto de incidência do feixe no alvo (Fig. 1c). Além da emissão de luz, o alvo emite também elétrons secundários que são atraídos pelo revestimento condutor do tubo, fechando assim o circuito elétrico. Os elétrons secundários ao acumularem-se sobre a superfície da tela dão origem ao fenômeno bem conhecido de eletricidade estática.

A eficiência da luminosidade do alvo depende essencialmente de três fatores: a concentração do dopante fluorescente do alvo, da energia cinética e da intensidade do feixe eletrônico. A concentração de dopante e é estabelecida pelo fabricante do aparelho. A energia do feixe de elétrons depende da geometria e potenciais do canhão eletrônico e do dispositivo de pós-aceleração. A intensidade do feixe pode ser ajustada através do comando de brilho que permite controlar o número de elétrons emitidos pelo cátodo.

A persistência da fluorescência do alvo é muito pequena de modo a ser possível observar sinais muito rápidos. Mas como nem o olho nem o cérebro humano têm capacidade de analisar acontecimentos tão rápidos, a visualização dos traços na tela é conseguida através de passagens sucessivas do feixe eletrônico pelos mesmos pontos, cujo sincronismo é controlado pelo circuito da base de tempo.



**Figura 1c - A sobreposição sucessiva do varrimento do feixe eletrônico sobre o alvo fluorescente origina um traço estável no monitor (OSC).**

Fonte: Bertulani

## Circuitos eletrônicos

O osciloscópio é um aparelho que mede diferenças de potencial devendo, portanto, ter uma resistência interna elevada, tal como é exigido a qualquer voltímetro. Na maioria dos osciloscópios essa resistência é de 1 M Ohm, podendo ser aumentada para 10 M Ohm com o auxílio de uma ponta de prova.

O esquema de blocos representado na figura seguinte (Fig. 2) apresenta os componentes eletrônicos principais de um osciloscópio onde se destacam:

### Circuito de entrada

Seletor de ganho do módulo de amplificação

Seletor de modo de entrada

Seletor de modo de funcionamento

Seletor da fonte do trigger

### Filtro

Circuito da base de tempo: base de tempo

Tubo de raios catódicos

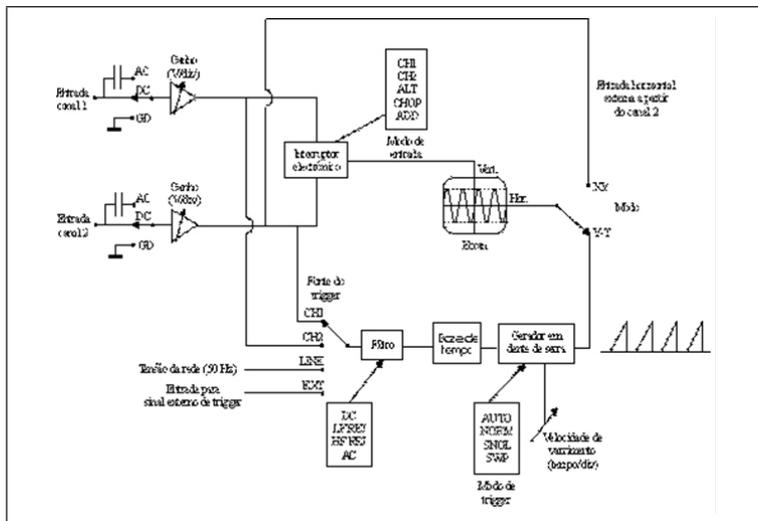


Figura 2 - Esquema de blocos de um osciloscópio típico.

Fonte: Bertulani

E é através desse aparelho que se pode constatar fuga de corrente elétrica no sistema de ignição em automóveis.

Vale a ressalva que, segundo professores da Escola Politécnica da USP, não se pode de maneira alguma utilizar água com sal para tal fim, uma vez que além de ser uma solução alcalina, ou seja, condutora de eletricidade, também porque ao colocarmos essa em contato com o motor quente, há uma evaporação da água, fazendo com que o sal fique e grude ao metal, corroendo-o ao longo do tempo.

## INDICAÇÕES DE INSTITUIÇÕES

Escola Politécnica da USP  
End. Avenida Prof. Luciano Gualberto travessa 3 nº 380  
CEP - 05508-900 - São Paulo – SP  
Site: <http://www.poli.usp.br/>

Instituto de Física - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Site: <http://www.if.ufrj.br/>

## CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Primeiramente, parar de usar a solução de água com sal, pois danifica os motores ao longo do tempo.

Segundo, procurar apoio do SENAI, instituição especializada na solução de problemas técnicos de todos os tipos industriais, para uma instrução mais detalhada e direcionada a fim de solucionar seu problema.

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
End.: Av. Dr. Renato de Andrade Maia, 601  
Jd. Paraventi - Guarulhos/SP  
Cep: 07114-000  
Tel: (11) 6408-3299 / Fax: (11) 6468-9090  
e-mail: [senaigarulhos@sp.senai.br](mailto:senaigarulhos@sp.senai.br)  
Site: <http://www.sp.senai.br/home/index.html>

E por fim, consultar o endereço abaixo sobre o Curso de Osciloscópio, nele encontrará um manual de como operar um osciloscópio de uma maneira didática e que pode vir a ajudar a compreender melhor o aparelho.

Curso de Osciloscópio – Universidade Federal de São João Del Rei  
Site: <http://www.ufsj.edu.br/>

Link para o curso:

<http://www.eletrica.ufsj.edu.br/ensino/eletronica1/osciloscopia/oscilosc.htm#fontes>

## **REFERÊNCIAS**

BERTULANI, C.A. Osciloscópio. Disponível em:

<<http://www.if.ufirj.br/teaching/oscilo/intro.html>>. Acesso em 20 de jun. 2005.

## **NOME DO TÉCNICO RESPONSÁVEL**

Rodrigo Ravani Gurgel

## **DATA DE FINALIZAÇÃO**

20 de jun. 2005

# PRESSÃO

## **PALAVRAS-CHAVE**

Pressão, medidor de pressão, coluna de água

## **IDENTIFICAÇÃO DA DEMANDA**

Qual a diferença entre as unidades de medida  $\text{inH}_2\text{O}@20^\circ\text{C}$  e  $\text{inH}_2\text{O}@4^\circ\text{C}$ ? Quando pode utilizar o medidor  $\text{inH}_2\text{O}@20^\circ\text{C}$ ?

## **SOLUÇÃO APRESENTADA**

Para a questão apresentada foi consultado Cláudio Furukawa do Laboratório Didático do IFUSP.

Segundo ele, a única diferença entre as medidas é a da temperatura da coluna de água. À  $20^\circ\text{C}$  a coluna ocuparia um volume maior, mas a variação seria muito pequena.

## **CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES**

A recomendação é que o medidor de  $\text{inH}_2\text{O}@20^\circ\text{C}$  seja utilizado quando a temperatura da água for  $20^\circ\text{C}$ .

## **REFERÊNCIAS**

Cláudio Furukawa - Laboratório Didático do IFUSP.

## **NOME DO TÉCNICO RESPONSÁVEL**

Adriana Sabino Sotolani

## **DATA DE FINALIZAÇÃO**

29 de maio 2006.

1934 | 2009  
USP 75 ANOS



Av. Prof. Luciano Gualberto, trav. J, 374  
7º andar - Prédio da Antiga Reitoria  
Cidade Universitária - Butantã  
São Paulo - SP - Brasil  
05508-010  
Site: [www.inovacao.usp.br](http://www.inovacao.usp.br)