

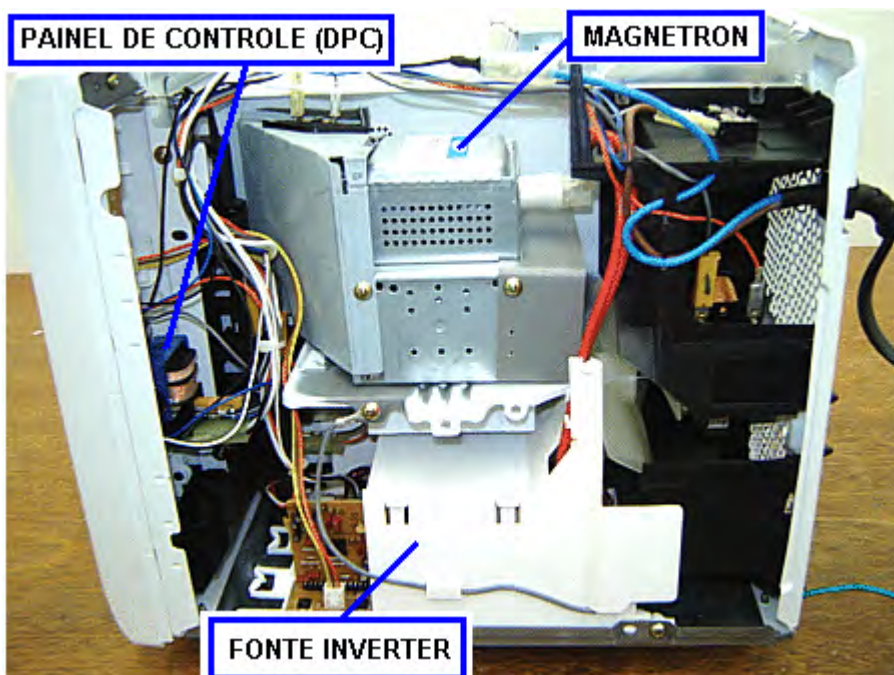
FORNO MICROONDAS PANASONIC ® INVERTER

Olá amigos. Neste trabalho estudaremos de forma geral como funcionam e como consertar os fornos microondas com a tecnologia **inverter** usada em vários modelos Panasonic. Porém não nos aprofundaremos no funcionamento de alguns componentes tais como lâmpadas, motores, microchaves e magnetron porque isto já foi explicado no curso de microondas convencional. Na figura a seguir temos o aspecto do microondas **Panasonic NN-G54BH** com a tecnologia inverter. Observe a inscrição "**inverter**" em sua porta. A inscrição também pode vir em seu painel. Os fornos Panasonic terminados em **BH** são para 110 V e os terminados em **BK** são para 220 V.



A TECNOLOGIA INVERTER E SUAS VANTAGENS

O **inverter** (ou **inversor**) nada mais é do que uma fonte chaveada. Os fornos com esta tecnologia possuem uma fonte chaveada para produzir a alta tensão de 4.000 V para alimentar o magnetron. Os fornos convencionais usam uma fonte comum (trafão, diodo e capacitor) para produzir esta tensão. Veja na figura abaixo o microondas inverter sem a tampa destacando a fonte chaveada e o magnetron.



A **fonte inverter** trabalha com frequências entre 20 e 40 KHz que são aplicadas a um

transformador grande de ferrite. Tal transformador produz a alta tensão que, após a retificação por diodos de comutação rápida e filtragem por capacitores de poliéster, será aplicada ao magnetron para a produção das microondas de 2.450 MHz. O sinal gerado na fonte inverter é um PWM (modulação por largura de pulso) controlado pela placa de controle do painel. Para alterar a potência das ondas emitidas pelo magnetron, a placa de controle muda a largura do sinal PWM aplicado à placa da fonte inverter. Desta forma o inverter muda a frequência do sinal a ser aplicado no circuito que chaveia o transformador de ferrite e assim altera o valor da tensão aplicada ao magnetron para controlar a potência das microondas.

Resumindo - No forno inverter a potência das ondas é controlada alterando a tensão aplicada no magnetron. No forno tradicional a potência é controlada ligando e desligando o magnetron em determinados intervalos de tempo.

Vantagens do inverter:

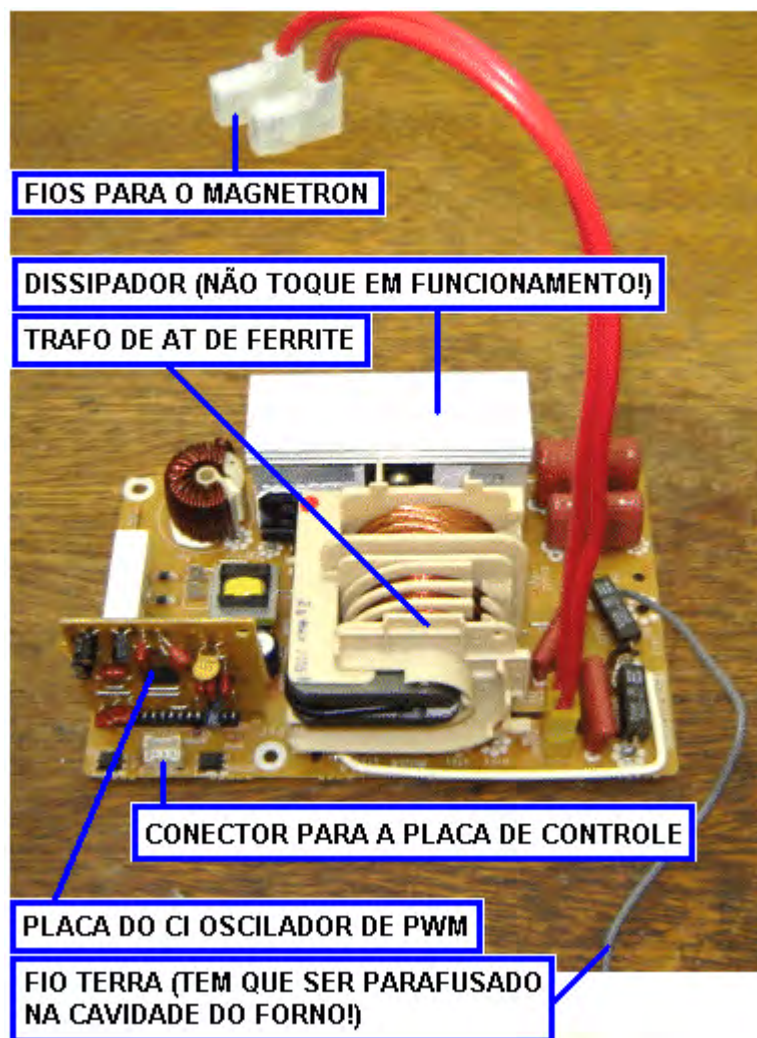
- Economia de energia - Pelo fato de se usar fonte chaveada;
- Melhor aproveitamento das ondas - O magnetron fica ligado o tempo todo;
- Aquecimento e descongelamento mais rápido - A fonte inverter mantém a tensão constante no magnetron mesmo com as variações da rede;
- Forno mais leve - Não usa um trafão pesando cerca de 5 Kg;

Desvantagens do inverter:

- Maior probabilidade de defeitos - Pelo fato de ter mais componentes na fonte de alta tensão;
- Alguns componentes da placa inverter são caros e/ou difíceis de obter reposição.

O CIRCUITO INVERTER

Conforme explicado é uma fonte chaveada e no caso do microondas funciona com frequências entre 20 e 40 KHz para controle da tensão aplicada ao magnetron. Na foto abaixo podemos uma placa inverter retirada do forno Panasonic NN-G54BH.



Devemos tomar alguns cuidados no manuseio destas placas durante a manutenção de um forno inverter: A placa inverter deve produzir alta tensão a uma corrente relativamente alta. **Portanto quando o forno estiver ligado na tomada não toque em nenhum componente da placa inverter sob o risco de choque elétrico perigosíssimo!**

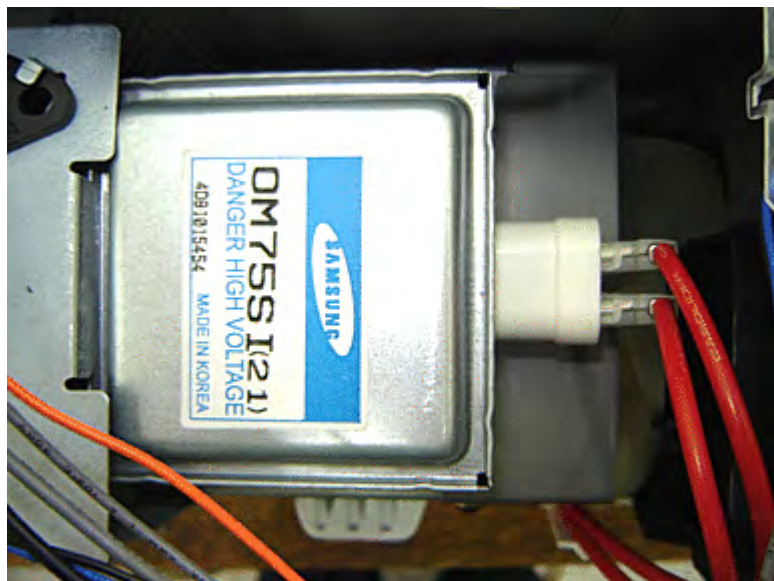
Ao retirarmos a placa inverter do microondas devidamente desligado da rede elétrica podemos identificar logo de cara um grande trafo de ferrite que irá alimentar o magnetron. Ao lado deste trafo temos um dissipador de calor que esquenta bastante durante o funcionamento. Neste dissipador encontramos uma grande ponte retificadora junto com um ou dois transistores de potência especiais chamados **IGBT ("insulated gate bipolar transistor") ou transistor bipolar com gate isolado**. Nesta mesma placa inverter temos uma placa em pé contendo um CI SMD e mais alguns componentes. Tal CI converte o sinal vindo da placa de controle do painel no sinal PWM entre 20 e 40 KHz o qual será aplicado no gate do transistor IGBT para este último chavear o trafão de ferrite. Ao lado da placa do CI há um conector que liga a placa inverter na placa do painel de controle.

Também há um fio cinza que sai da placa inverter e deve ser obrigatoriamente parafusado na cavidade (aterrado) antes do forno ser energizado. Se não for, a fonte inverter não fornecerá alta tensão para o magnetron.

MAGNETRON DO FORNO INVERTER

Fisicamente o magnetron destes fornos é igual ao dos modelos convencionais. Para a substituição sempre devemos dar preferência ao magnetron com o mesmo código ou

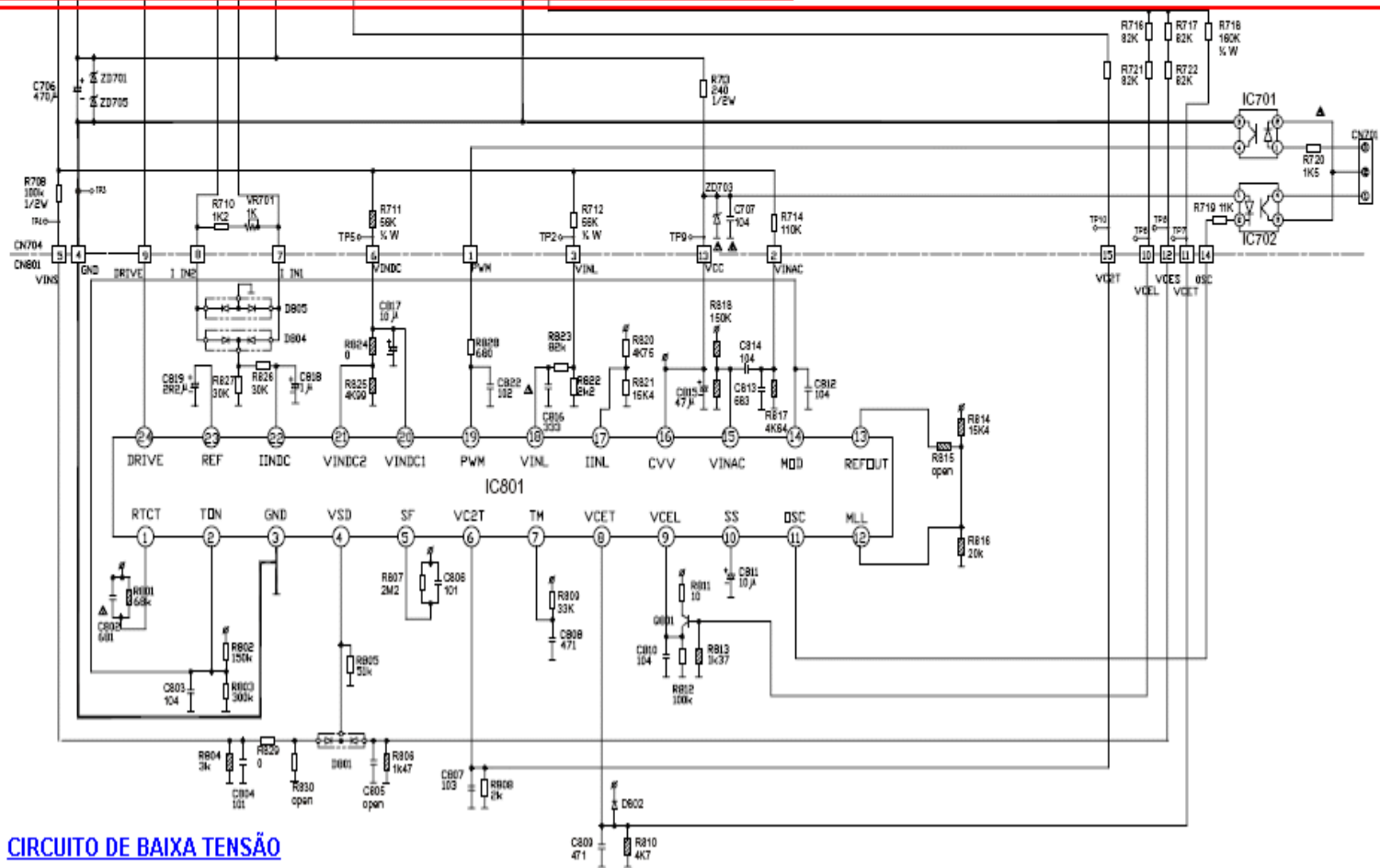
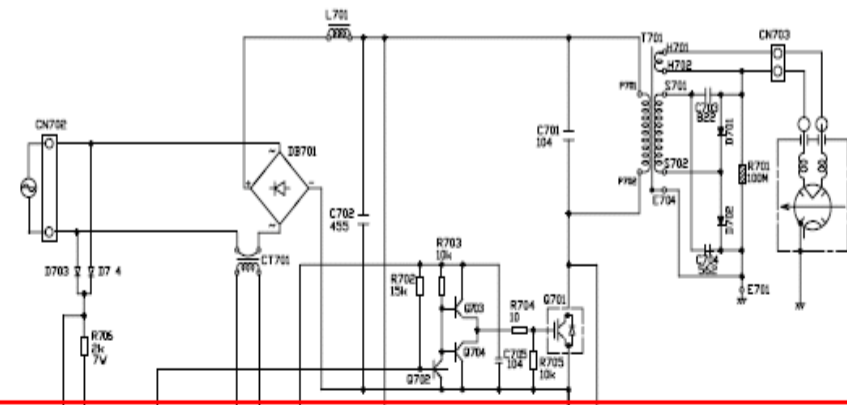
com a mesma furação, mas os modelos usados no fornos inverters. Porém em caso extremo pode ser adaptado um magnetron de forno convencional que funciona porém a durabilidade dele é menor que os feitos para os modelos inverters. Veja abaixo um exemplo de magnetron OM75SI fabricado pela Samsung e usado num microondas inverter. Outro magnetron muito comum em fornos inverters é o 2M236.



FUNCIONAMENTO DA FONTE INVERTER

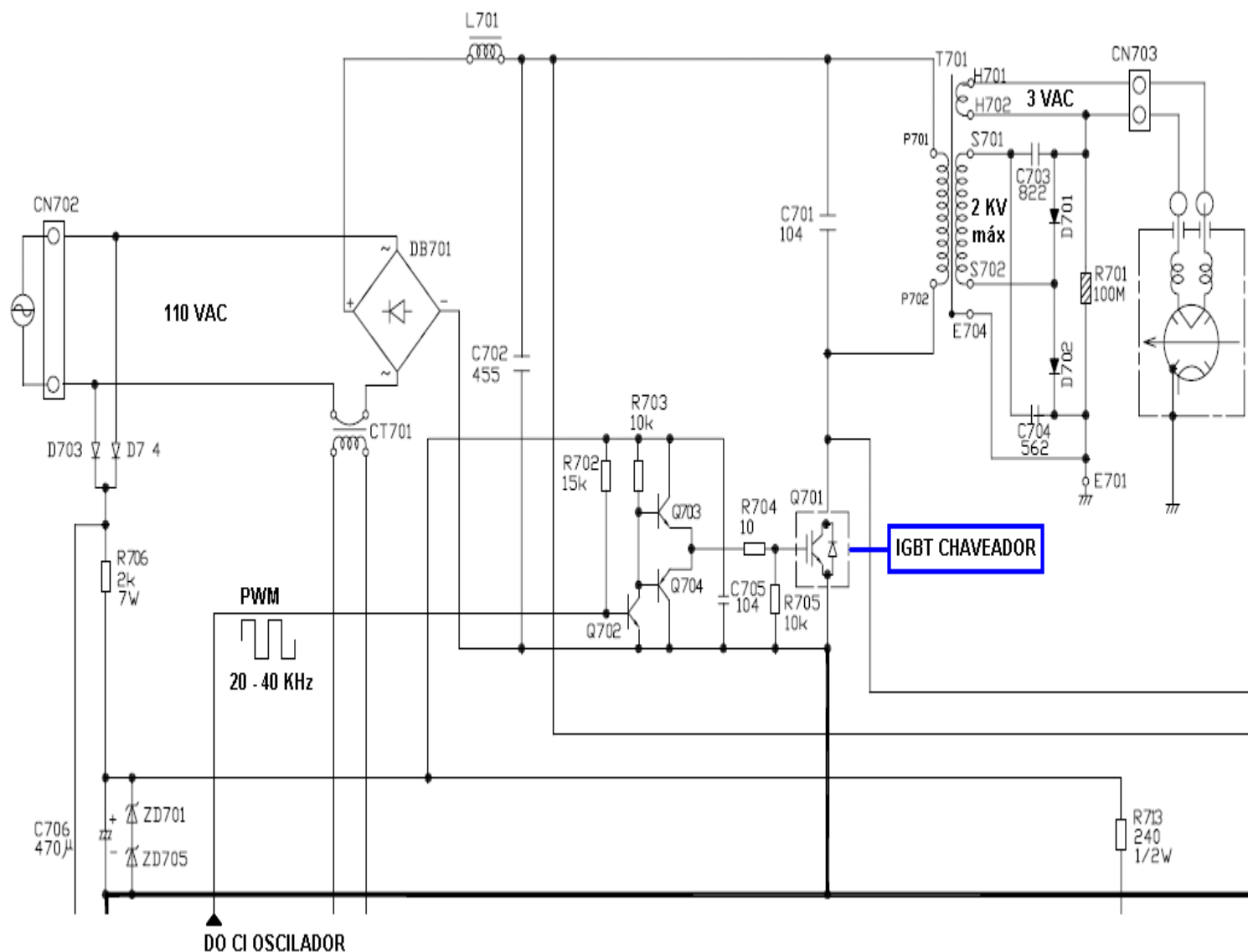
A fonte inverter pode ser dividida em duas etapas: **a de potência** que chaveia o trafão de ferrite e **a de baixa tensão** que gera e controla o sinal PWM para o circuito de potência. Explicarei separadamente cada etapa para facilitar o aprendizado. Veja abaixo a divisão entre os circuitos citados no esquema elétrico do inverter:

CIRCUITO DE POTÊNCIA



CIRCUITO DE POTÊNCIA DO INVERTER

É formado pelo trafo de alta tensão (AT) de ferrite e os componentes associados a ele. No primário temos o circuito de alimentação e chaveamento e controle do transistor IGBT. No secundário temos os diodos e capacitores de AT. Observe abaixo o circuito de potência do inverter de um forno de 110 V:



Quando apertamos a tecla "LIGA" no painel, o relê de potência da placa de controle trava e leva os 110 VAC da rede até a placa inverter via conector CN702. A tensão é retificada por DB701 (grande ponte retificadora), filtrada por C702 (capacitor de poliéster de 4,5 µF) e L701 (grande bobina toroidal) e alimenta o coletor do transistor IGBT Q701 via primário do trafo de AT T701. Nesse mesmo instante o CI oscilador da etapa de baixa tensão fornece um sinal PWM (onda quadrada) controlado cuja frequência varia entre 20 e 40 KHz. Este sinal é amplificado por Q702, 703 e 704 (drivers) e aplicado ao gate do IGBT. Desta forma o IGBT alterna condução e corte, fazendo a corrente no primário do trafo de AT variar e assim induzir as tensões nos secundários que, após retificação, filtragem e dobramento do valor, alimentam o magnetron.

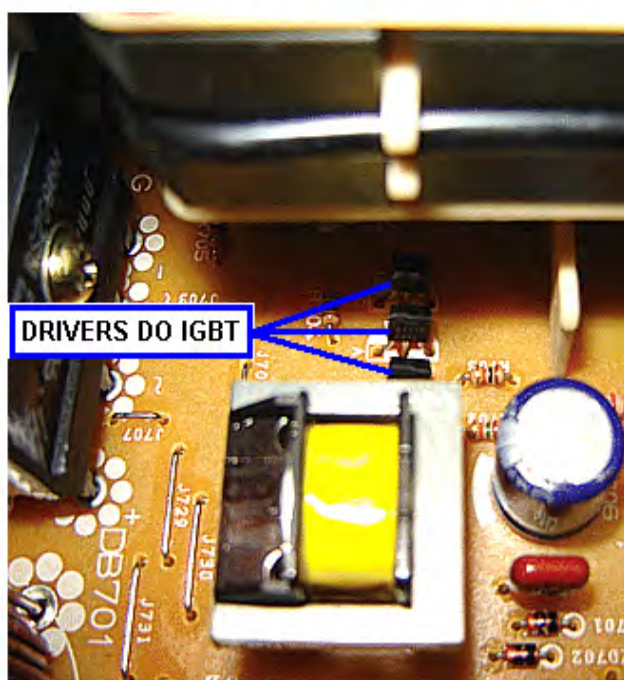
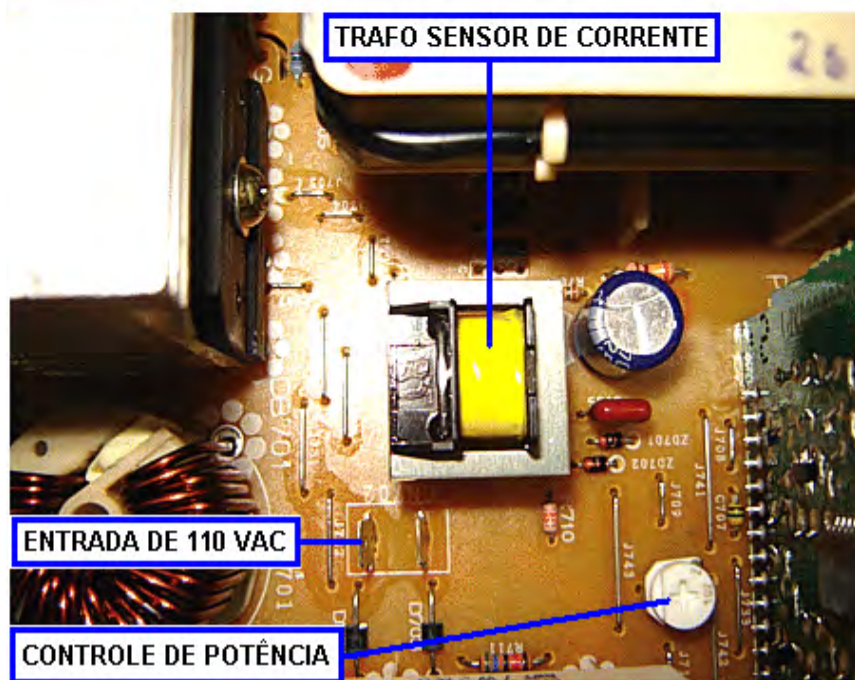
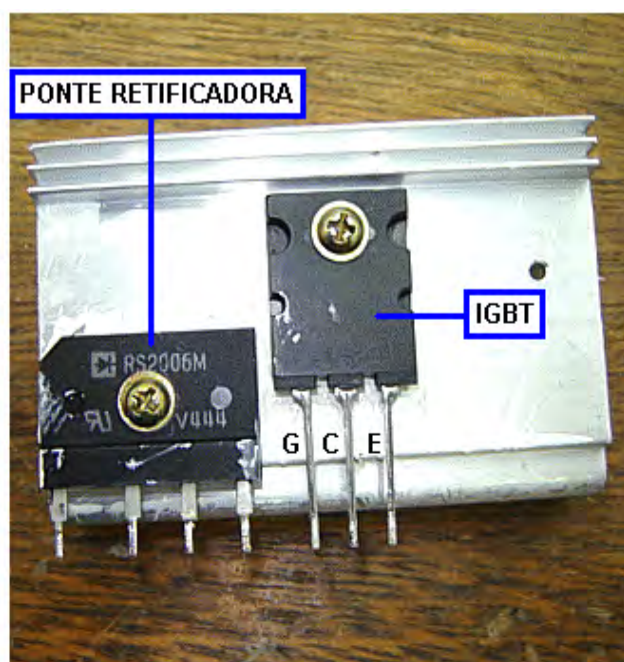
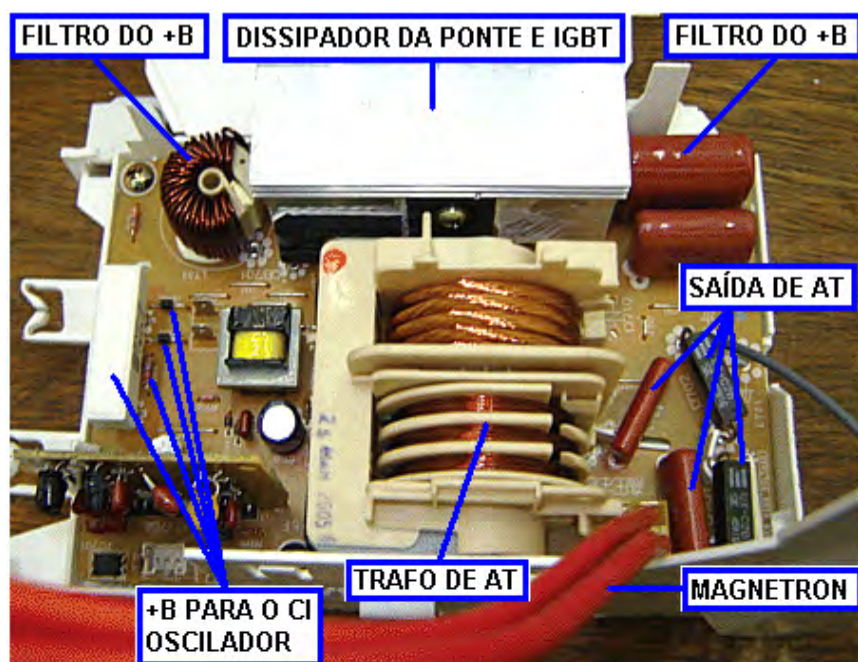
Importante - A frequência do sinal PWM determina o tempo de condução e corte do IGBT. Assim pode-se controlar a tensão fornecida pelo trafo de AT e por consequência a potência das ondas emitidas pelo magnetron. Portanto o controle de potência dos fornos inversers é feito na variação do sinal PWM.

Circuito de monitoramento de potência - É baseado no trafeinho sensor de corrente CT701. O primário dele tem uma só espira de fio grosso e fica em série com a ponte. O secundário tem muitas espiras de fio bem fino e pode fornecer de 0 a 7 V. A tensão do secundário vai alimentar um dos pinos do CI oscilador. Este trafo tem duas finalidades: 1 - Se a tensão da rede variar, a tensão no secundário dele também varia. Esta variação é detectada por um dos pinos do CI oscilador que ajustará o PWM

de modo a manter constante a tensão do magnetron e assim a potência das microondas emitidas.

2 - Se o magnetron deixar de funcionar ele não fornece a tensão para um dos pinos do CI oscilador. Assim ele deixará de produzir o PWM . Esta condição será detectada pela placa de controle que desligará o forno após 23 segundos.

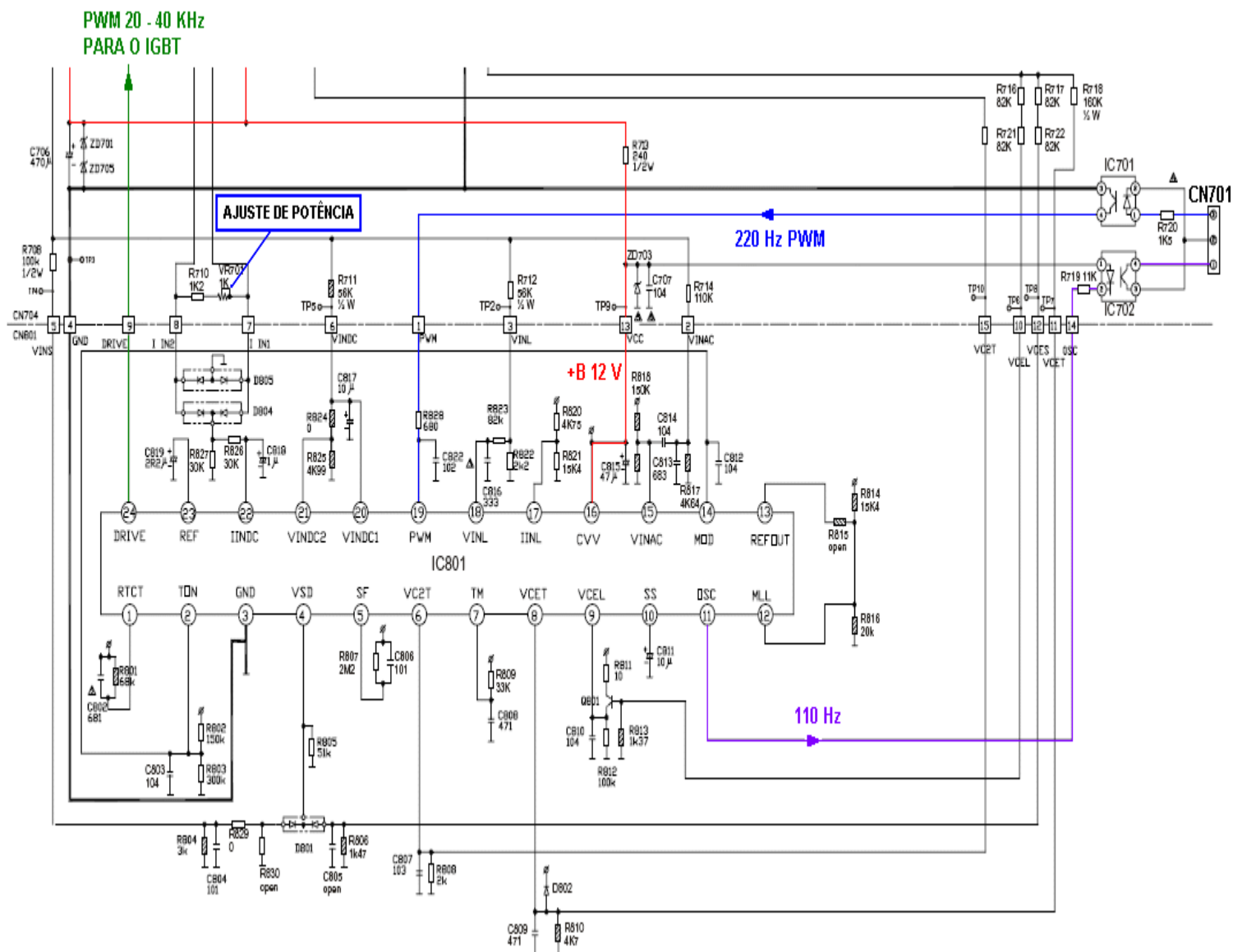
Alimentação do CI oscilador - O +B de tal CI fica em torno de 12 V fornecidos por D703, D704, R706, C706, ZD701, ZD702 e R713. Esta tensão também alimenta os transistores drivers do IGBT. Veja na figura abaixo a localização das peças principais do circuito de potência na placa inverter:



CIRCUITO DE BAIXA TENSÃO DO INVERTER

A função dele é produzir o sinal PWM usado para chavear o IGBT. O principal componente é um CI que recebe um sinal quadrado de 220 Hz vindo da placa do painel

e o transforma num PWM entre 20 e 40 KHz para o IGBT. Na figura abaixo podemos ver o esquema deste circuito:



IC801 é um CI SMD montado numa placa que fica em pé e soldada na placa inverter. Tal CI recebe o sinal PWM de 220 Hz no seu pino 19 via fotoacoplador IC701 vindo da placa de controle no painel através do conector CN701. Ele gera então o PWM entre 20 e 40 KHz que sai pelo pino 24 e vai ao IGBT. Ao mesmo tempo pelo pino 11 deste IC801 sai um sinal de 110 Hz o qual será enviado à placa de controle do painel pelo mesmo CN701 via IC702. **Portanto IC701 leva o sinal de 220 Hz da placa do painel ao inverter e IC702 leva o sinal de retorno de 110 Hz do inverter à placa do painel.** Assim a placa de controle pode controlar e monitorar a potência do magnetron. A função dos fotoacopladores é isolar o terra da placa do painel do terra da placa inverter.

Se o sinal de 220 Hz da placa de controle não chegar ao inverter, o forno se desligará em 3 segundos. É o que acontece por exemplo se você desencaixar o conector CN701. O mesmo sintoma ocorrerá se o transistor IGBT, ponte retificadora ou o trafo de AT estiver em curto na placa inverter.

Alguns outros pinos do CI gerador do PWM (IC801):

+ B = Pino 16 alimentado com 12 V;

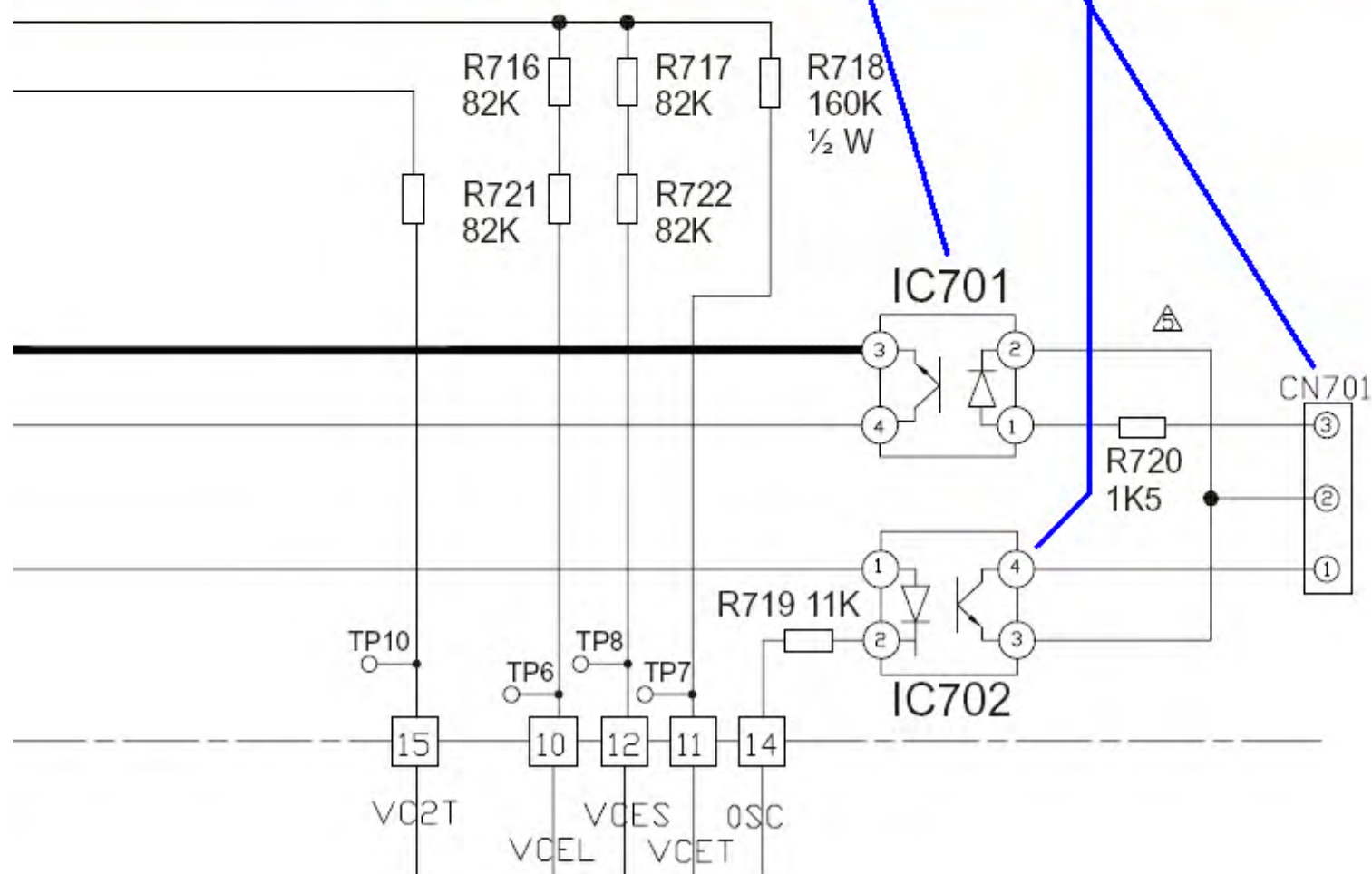
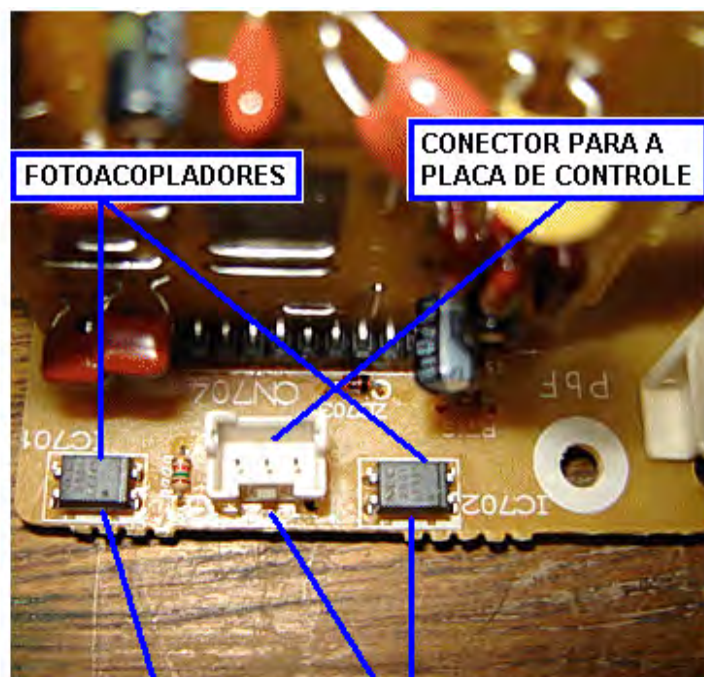
Monitor de potência do magnetron = Pino 22. Há um trimpot neste pino que ajusta

manualmente a potência emitida pelo magnetron. **Mas só deve ser feito na fábrica!**
Monitores da tensão na rede elétrica bem abaixo do normal (30 %) = Pinos 20 e 21;

Monitores do pico de tensão (acima de 600 V) no coletor do IGBT = Pinos 4, 8 e 9;

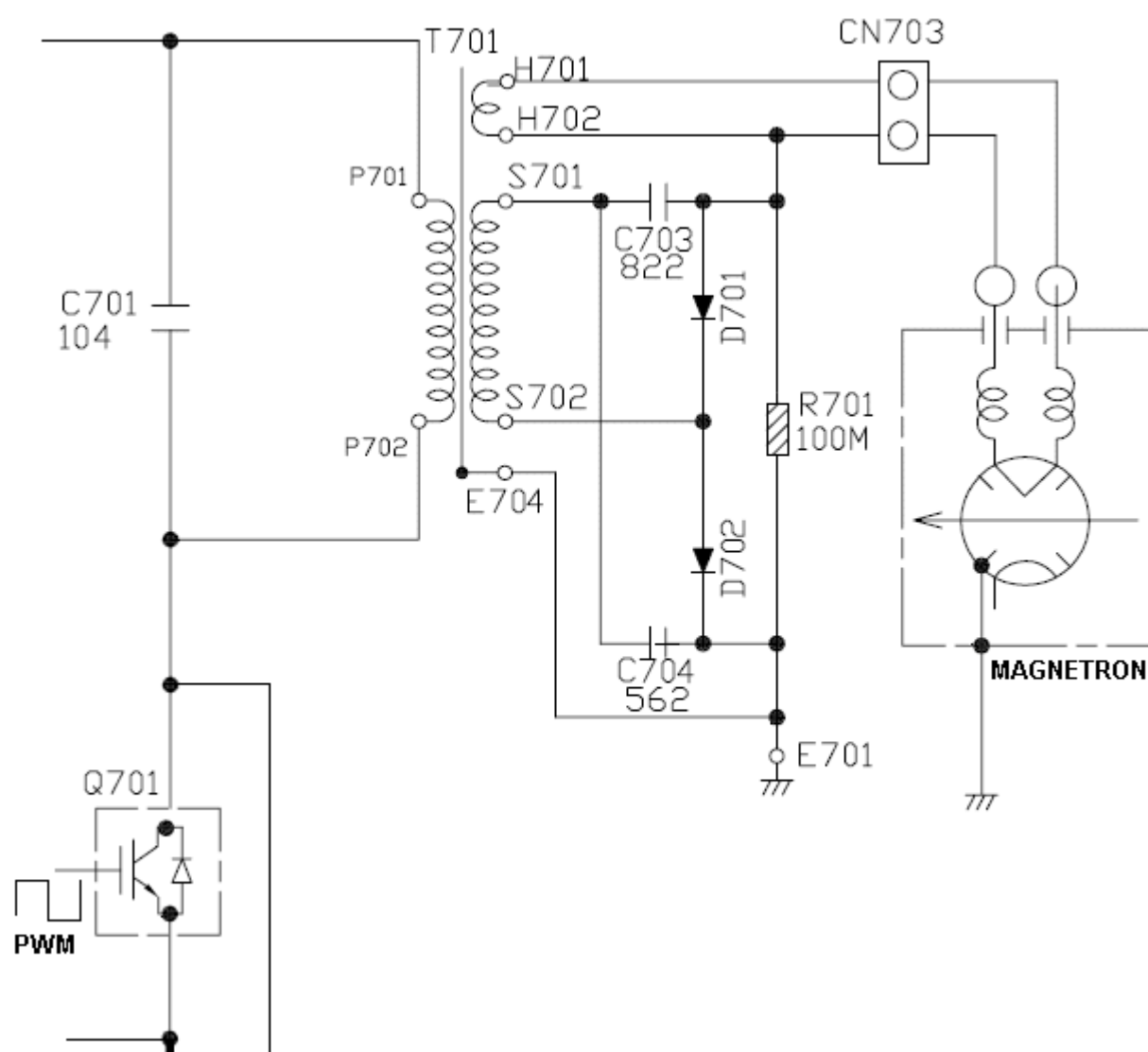
Monitor do +B alto na saída da ponte retificadora = Pino 6

Os pinos monitores de tensão fazem o forno desligar após alguns segundos (3 a 23) em caso de alterações significativas nos valores. Veja abaixo o aspecto físico dos principais componentes do circuito de baixa tensão:



SAÍDA DE AT (ALTA TENSÃO) PARA O MAGNETRON

É o circuito ligado nos secundários do trafo de AT. Fornece duas tensões para o magnetron funcionar: 3 VAC para acender o filamento e - 4.000 V aplicados no terminal FA do filamento. Como a placa do magnetron vai ligada na carcaça do forno (0 V), há uma grande diferença de potencial entre placa (0 V positiva) e o filamento-catodo (-4.000 V negativo). Desta forma a placa do magnetron atrai os elétrons do filamento-catodo (aquecido) em alta velocidade. Devido a ação dos ímãs em volta os elétrons giram e induzem uma radiação de 2.450 MHz em alta potência na placa à qual é transmitida pela antena do magnetron à cavidade do forno para aquecer os alimentos dentro dela. Abaixo temos o esquema elétrico do circuito de AT do forno inverter:

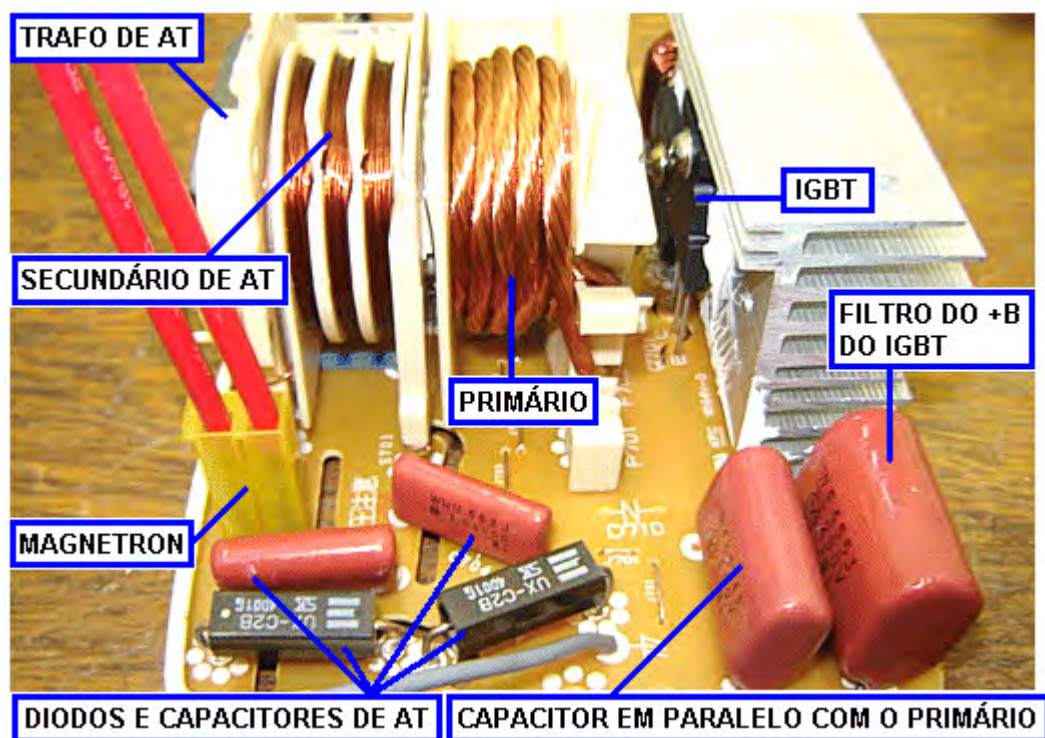


Q701 é um transistor IGBT (mistura entre transistor mosfet e bipolar) com capacidade de chavear altas correntes. **T701** é o trafo de AT com núcleo de ferrite. O primário corresponde aos pontos P701 e P702. O secundário de AT (2.000 V) corresponde aos pontos S701 e S702. O secundário de 3 V para o filamento está nos pontos H701 e H702. Os diodos **D701** e **D702** (de comutação rápida) e os capacitores de poliéster **C703** (8,2 nF x 3 kV) e **C704** (5,6 nF x 3 kV) retificam, filtram e dobram a AT aplicada ao magnetron. O ponto **E701** deve ser ligado ao terra (parafusado na cavidade do forno) para que a fonte de AT funcione.

No gate de Q701 chega um sinal PWM (onda quadrada cuja largura varia de acordo com a potência que o forno vai trabalhar). Quando o PWM é positivo, Q701 conduz,

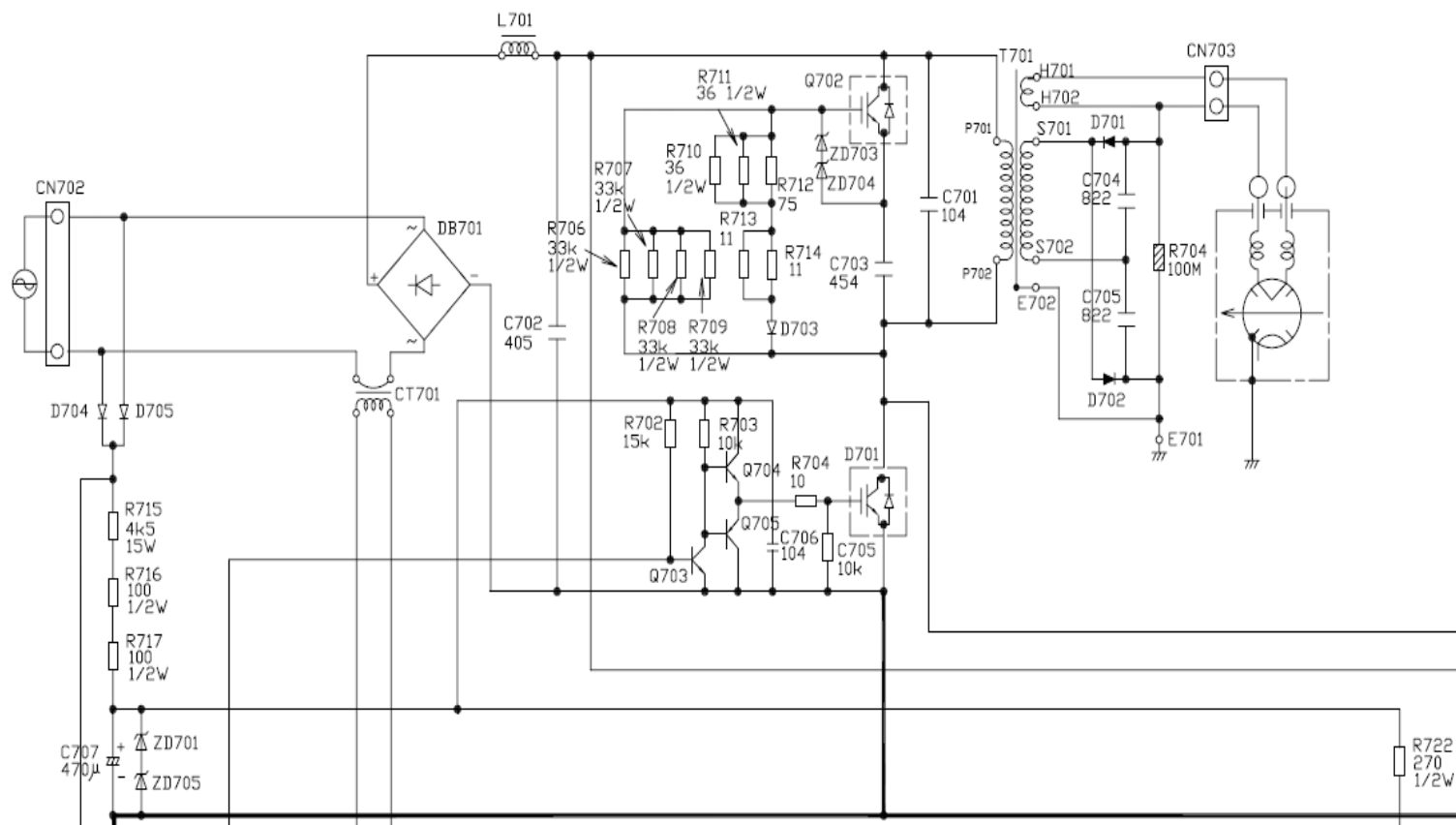
passa corrente no primário de T701 criando um campo magnético e armazenando energia magnética. Quando o PWM é 0 V, Q701 corta e a energia armazenada no primário é transferida para os secundários em forma de tensão. Dependendo da largura do PWM o primário do trafo armazenará maior ou menor energia quando Q701 conduzir. Quando ele cortar a tensão produzida nos secundários poderá ser maior ou menor. **Variando a largura do PWM controlamos as tensões produzidas nos secundários do trafo e aplicadas ao magnetron. Desta forma podemos controlar a intensidade das ondas (potência) emitidas pelo magnetron.** C701 é um grande capacitor de poliéster que se carrega quando Q701 corta, amortecendo o nível de tensão inversa induzida no primário do trafo. O diodo de proteção interno ao IGBT também ajuda nesta função evitando assim a queima do transistor devido à esta tensão reversa do primário.

Dobramento da AT - Nos terminais S701 e S702 temos 2.000 VAC com o forno na máxima potência. Em potências mais baixas, a tensão nestes dois pontos também é mais baixa. Quando S702 fica positivo e S701 negativo, D702 conduz e carrega C704 com 2.000 V (lado direito + e lado esquerdo -). Quando S702 fica negativo e S701 positivo, D701 conduz e carrega C703 com 2.000 V (lado direito - e lado esquerdo +). Como os dois capacitores estão em série, eles somam suas tensões resultando em 4.000 V. Assim como é o lado direito de C703 que está no filamento-catodo do magnetron, este terminal receberá - 4.000 V. R701 descarrega os capacitores quando o forno é desligado. Abaixo temos o aspecto real dos componentes da saída de AT:



FONTE INVERTER PARA OS FORNOS DE 220 V

Os microondas Panasonic da linha terminada com a letra K para 220 V (os terminados em H são de 110 V) possuem o circuito inverter com dois transistores IGBT ao invés de um só. Veja na figura abaixo o esquema do inverter de um forno para 220 V:

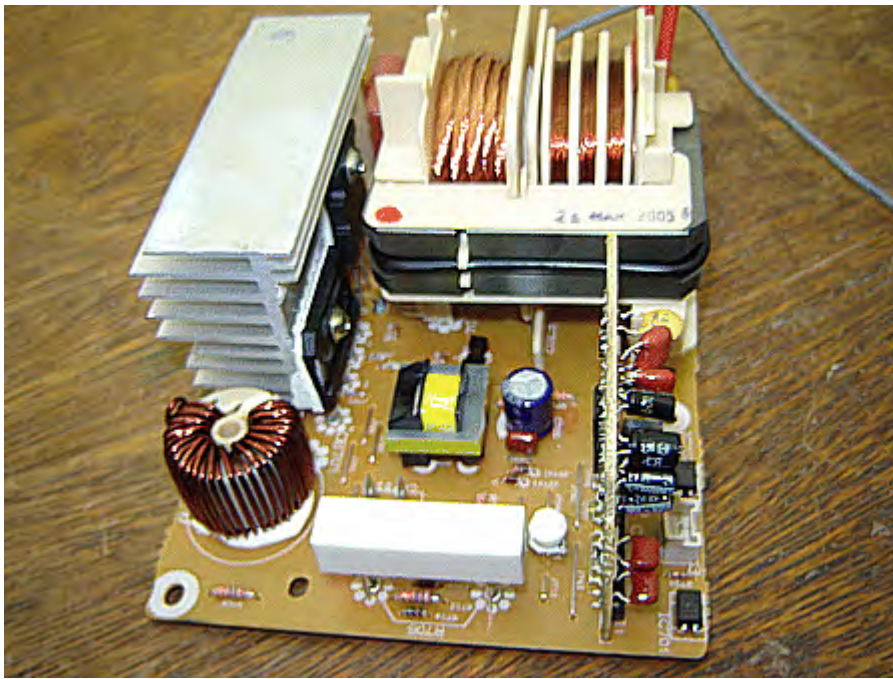


O restante do circuito é idêntico ao inverter para 220 V. Conforme explicado você encontrará dois IGBTs no dissipador de calor. Q701 (no desenho está como D701) recebe o PWM e chaveia o primário do trafo. Q702 vai ligado em paralelo com o primário e em série com C703. Quando Q701 corta, aparece um pico de tensão em seu coletor. Esta tensão é enviada ao gate de Q702 através de 4 resistores em paralelo e limitada pelos zeners ZD703 e ZD704. Assim Q702 conduz, carrega C703 que em conjunto com C701 amortecem a tensão reversa gerada no primário do trafo à qual na rede de 220 V é maior que na rede de 110 V. **Portanto quando Q701 corta, Q702 conduz e vice-versa. Se algum destes transistores estiver em curto, os dois devem ser trocados e as peças associadas principalmente ao Q702 devem ser testadas.**

COMO TESTAR A FONTE INVERTER

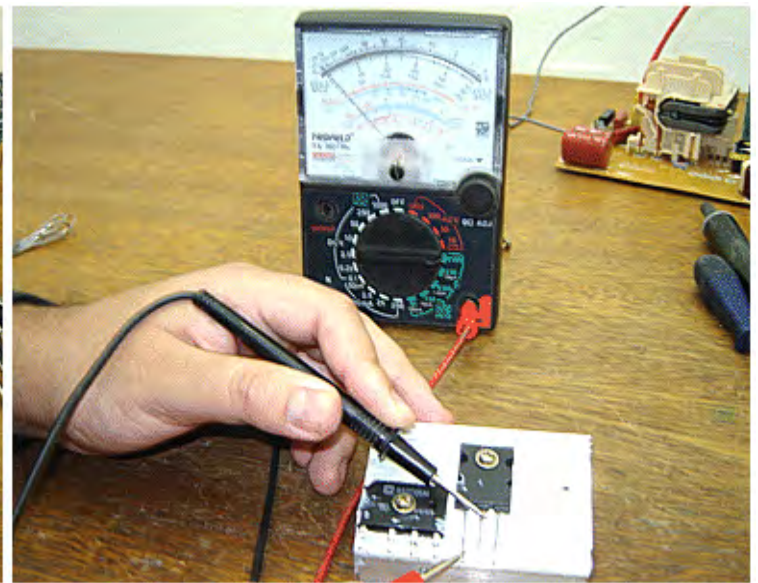
Finalmente chegamos a parte do curso que vocês todos estavam esperando: como testar e consertar a fonte inverter. Basicamente temos dois tipos de testes a fazer: **a frio** (testando os componentes com o forno desligado da tomada e a placa desconectada) e **a quente** (medindo tensões e sinais no inverter durante o funcionamento do forno).

Teste a frio - A placa deve estar desconectada do forno. Lembre-se: somente ponha a mão nesta placa com o forno fora da tomada! Veja abaixo:

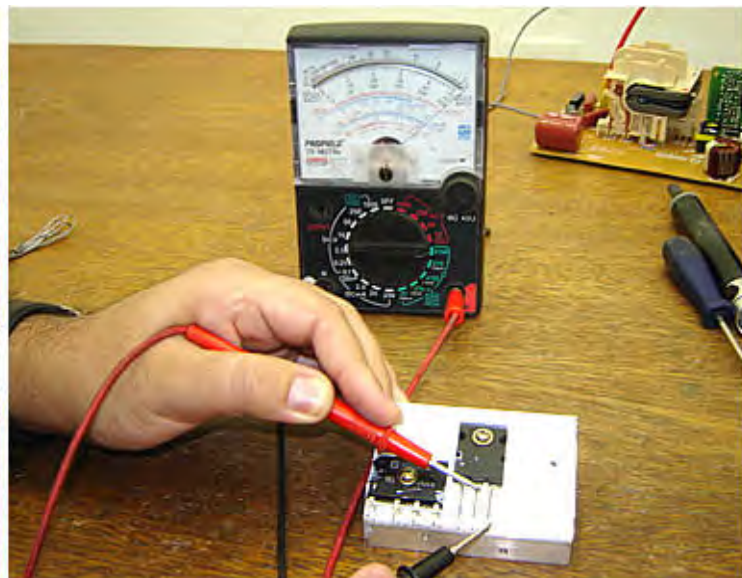
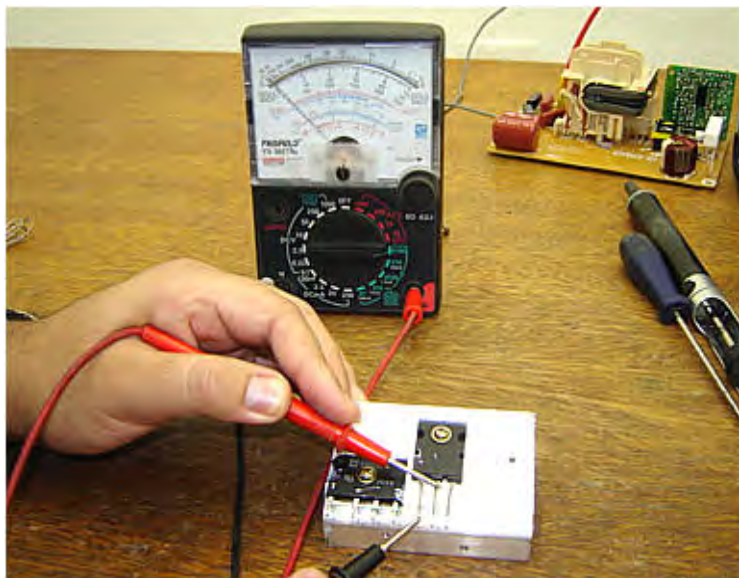


TESTE DO TRANSISTOR IGBT

Inicialmente retiramos o transistor da placa junto com a ponte retificadora e o dissipador onde eles estão parafusados. Use a escala de X10K. Coloque a ponta preta no coletor (terminal central) e a vermelha no gate e no emissor. O ponteiro não deve mexer de forma alguma. Se mexer num destes terminais, o IGBT está em curto. Veja abaixo:

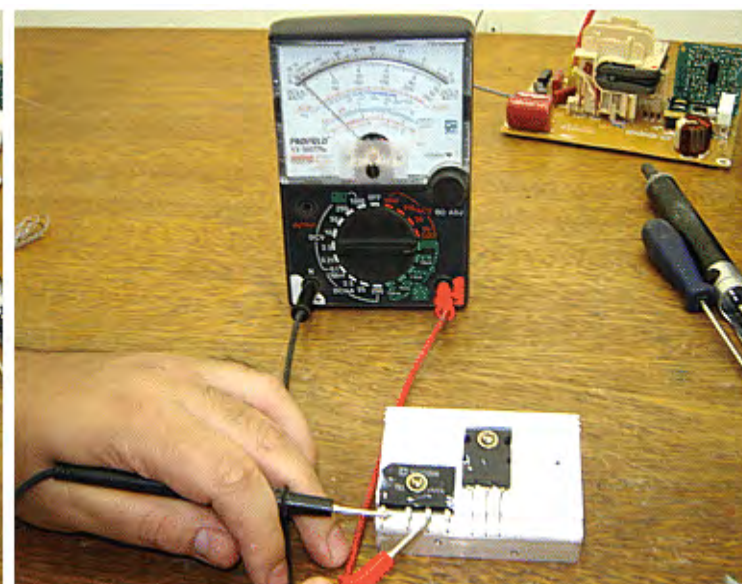
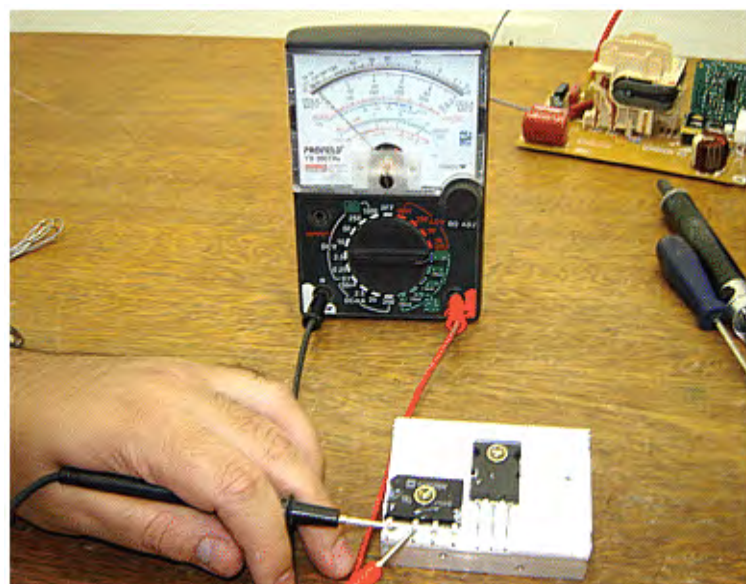


A seguir colocamos a ponta vermelha no coletor e com preta tocamos no gate (terminal da esquerda), o ponteiro não pode mexer e no emissor (direita) o ponteiro deve ir até o zero. Veja o procedimento abaixo. Se o transistor passar nos dois testes, ele está bom.

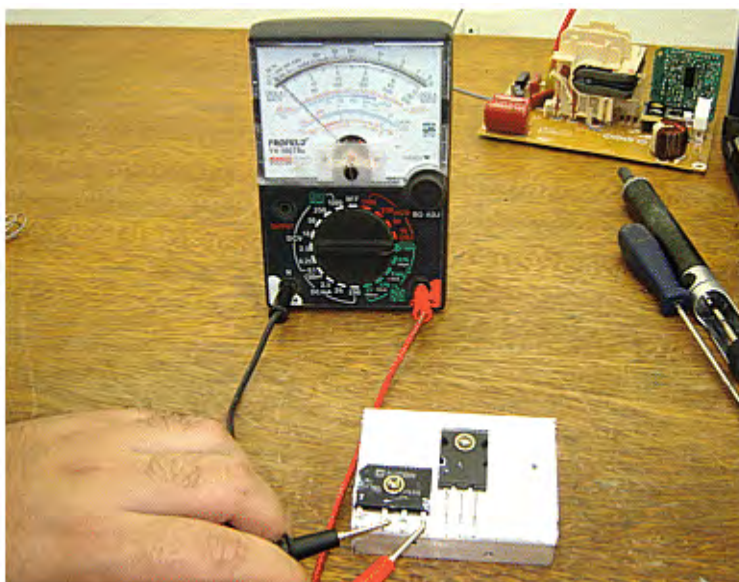
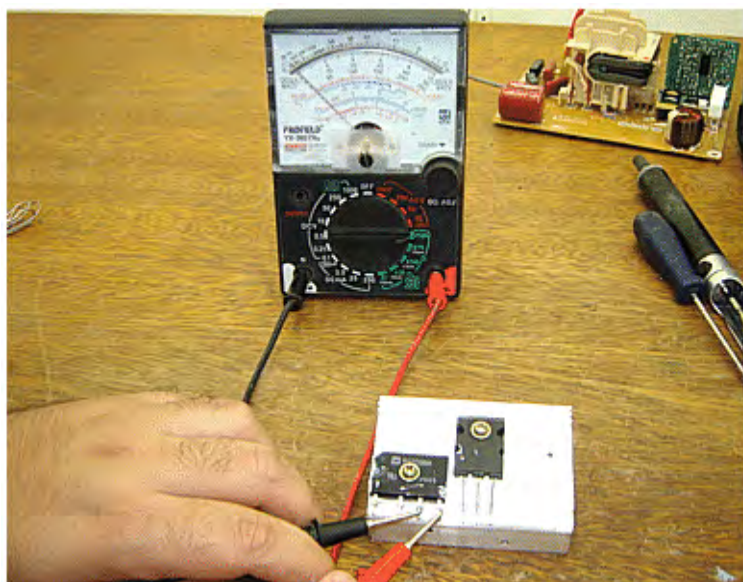


TESTE DA PONTE RETIFICADORA

Coloque o multímetro em X10K. Fixe a ponta preta no terminal (+) e encoste a vermelha em cada terminal (~) da ponte. O ponteiro **não** deve mexer. Se o ponteiro mexer em algum dos terminais, a ponte está em curto. Veja abaixo:

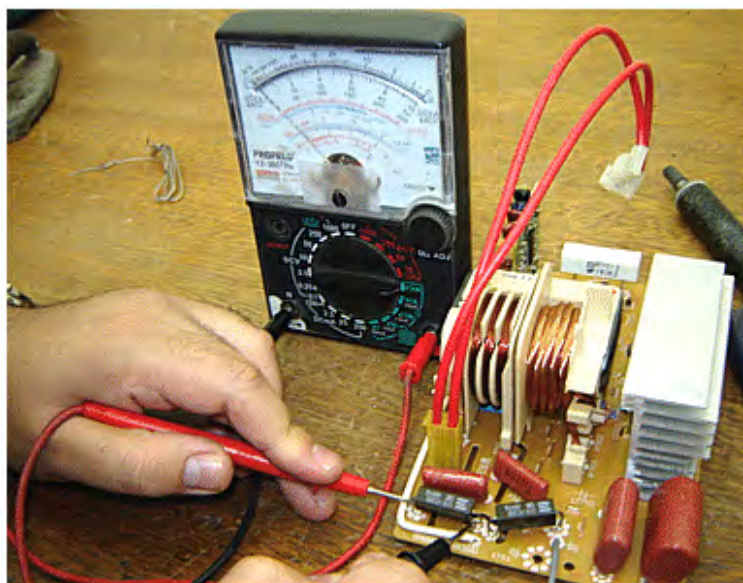


A seguir fixe a vermelha no terminal (-) e com a preta encoste em cada terminal (~) da ponte. O ponteiro **não** pode mexer conforme visto abaixo:



TESTE DOS DIODOS RETIFICADORES

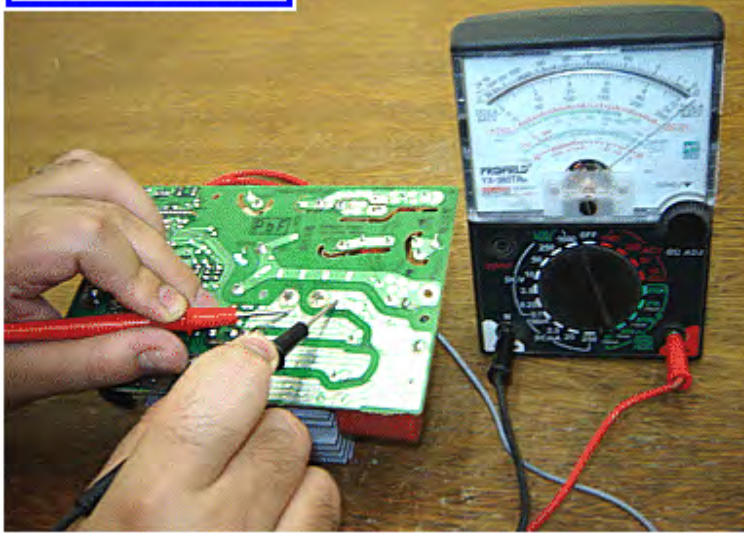
Use a escala de X10K e meça cada diodo nos dois sentidos. O ponteiro só deve mexer num deles. Se mexer nos dois, o diodo está em curto. Veja abaixo:



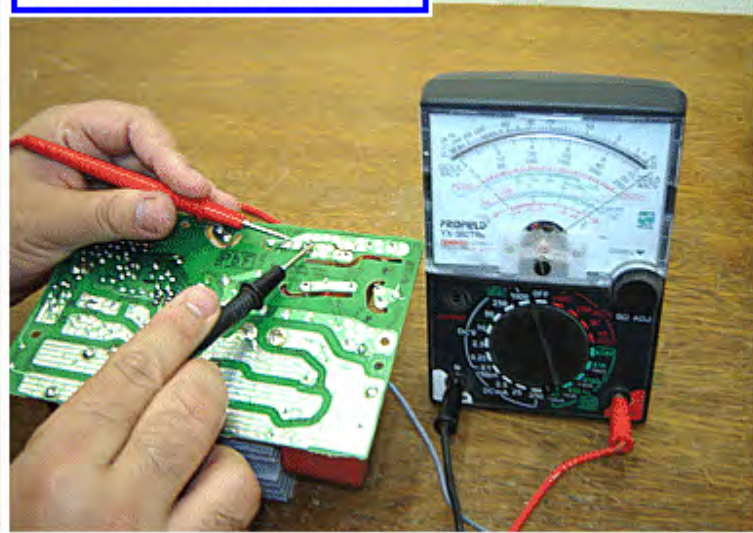
TESTE A FRIO DO TRAFÓ DE AT

Usando a escala de X1, meça os fios do primário (os dois mais grossos que ficam em série com o coletor do IGBT) e os dois do secundário da alimentação de 3 V do filamento (ficam mais próximos). Nestes dois enrolamentos devemos encontrar 0 Ω , conforme visto abaixo:

TESTE DO PRIMÁRIO



TESTE DO SECUNDÁRIO DE 3 V



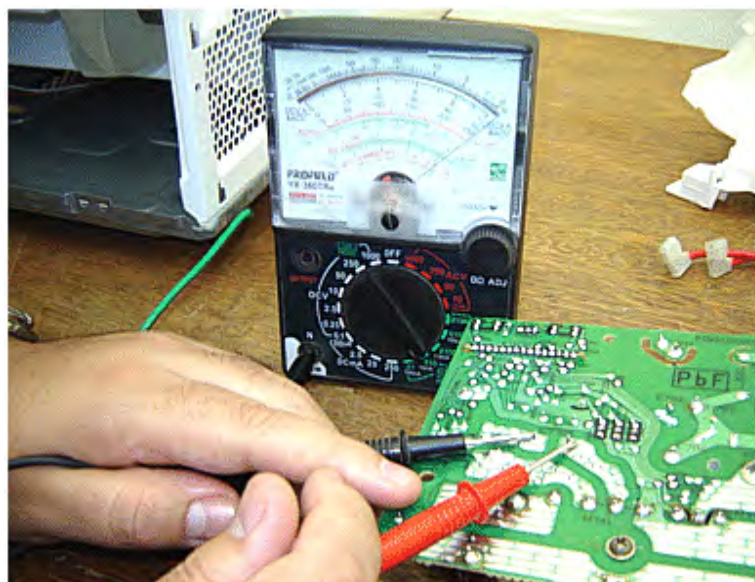
A seguir teste o secundário de AT (2.000 V) que são os dois pinos mais afastados do trafo. Inclusive num destes pinos sai o fio terra que deve ser parafusado na cavidade do forno. A resistência deste enrolamento deve ficar entre 4 e 5 Ω . Observe abaixo:

TESTE DO SECUNDÁRIO DE AT



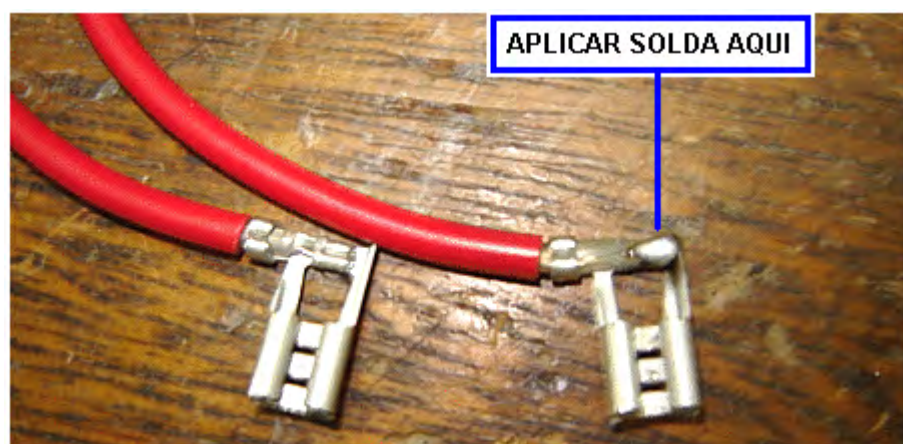
TESTE DO TRAFÓ SENSOR DE CORRENTE

Usando o multímetro em X10, meça os pinos do primário e os dois pinos extremos do secundário (o lado de três pinos). Como o primário tem uma espira só de fio grosso, a resistência será 0 Ω e no secundário devemos encontrar cerca de 40 a 50 Ω . Se o ponteiro não mexer aí, o trafo está aberto e o forno desliga em 23 segundos. Veja abaixo como deve ser feito o teste indicado:

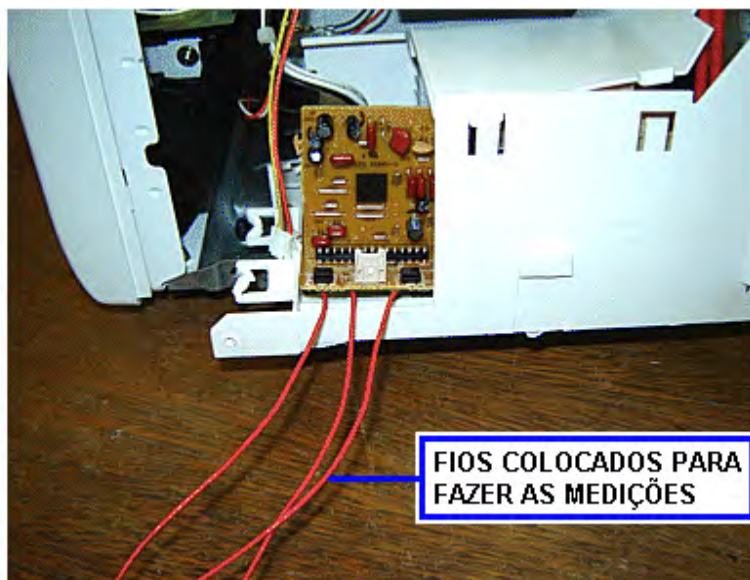
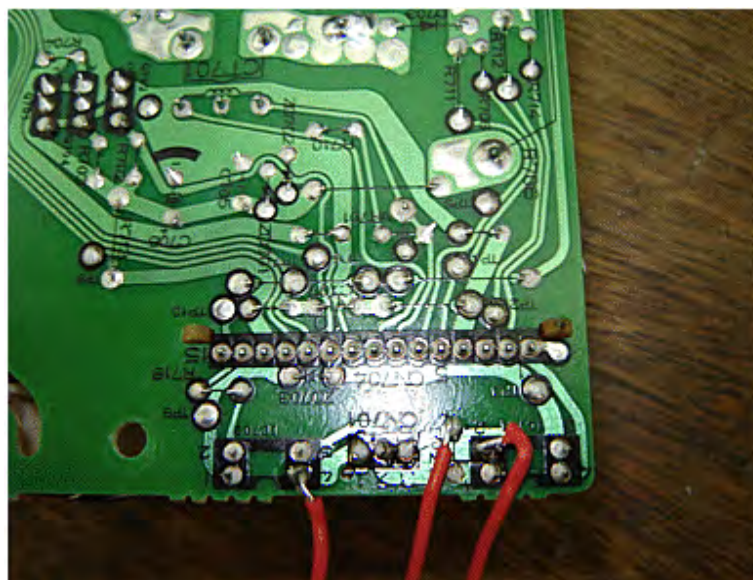


REFORÇO DOS CONTATOS DOS CABOS DO MAGNETRON

Podemos ter um forno microondas inverter que funciona por 23 segundos e se desliga. Muitas vezes o defeito se encontra no local onde o cabo do magnetron é prensado com o conector. Ali costuma ocorrer mau contato após um tempo de uso do forno. Daí o magnetron deixa de receber alimentação e o forno desliga após 23 segundos. A solução neste caso é retirar a capa do conector e aplicar solda no ponto indicado na foto abaixo:

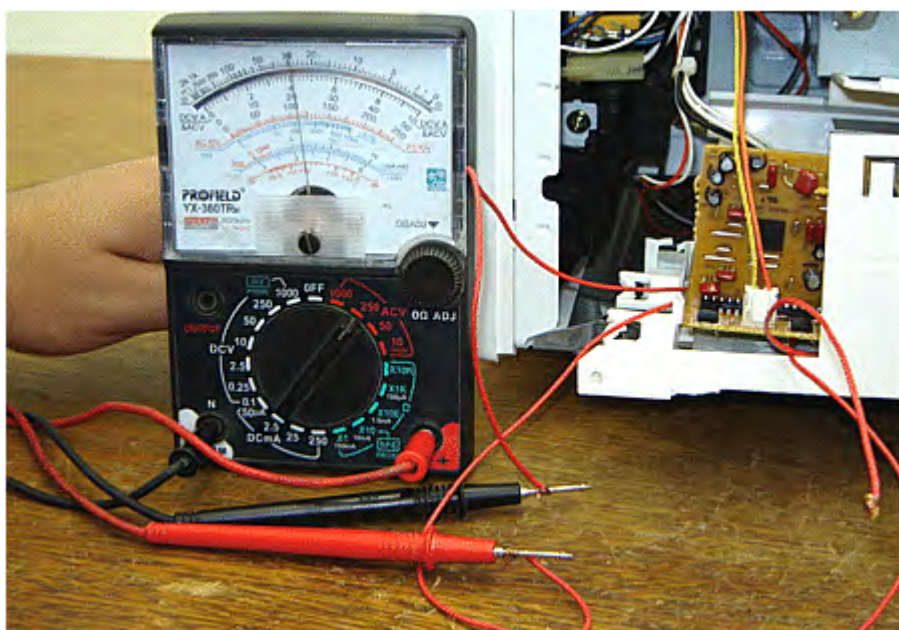


Teste a quente - Como esta placa trabalha com alta tensão e alta temperatura, desligamos o forno da tomada, desconectamos a placa, soldamos fios nos pontos chave onde precisamos medir tensão e/ou sinal, encaixamos e conectamos a placa, puxamos os fios para fora e bem afastados da placa, conectamos o multímetro ou osciloscópio nestes fios onde vamos medir, ligamos o forno e verificamos o valor da tensão ou sinal. Veja o procedimento abaixo:



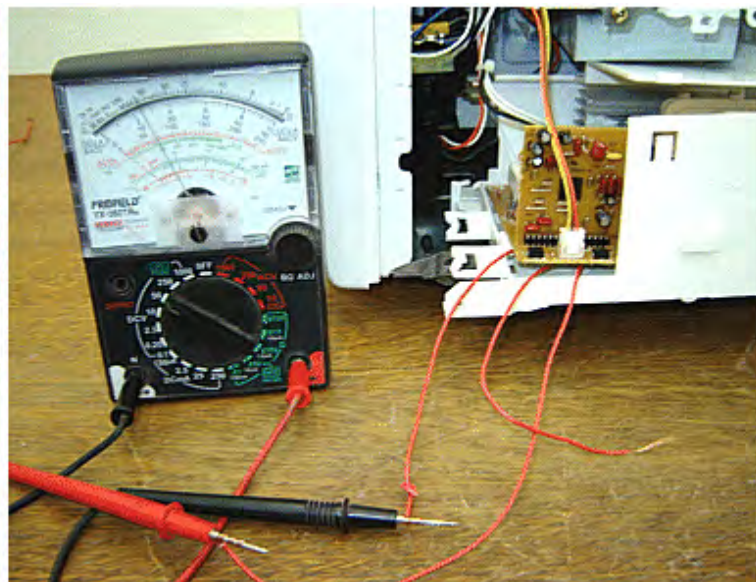
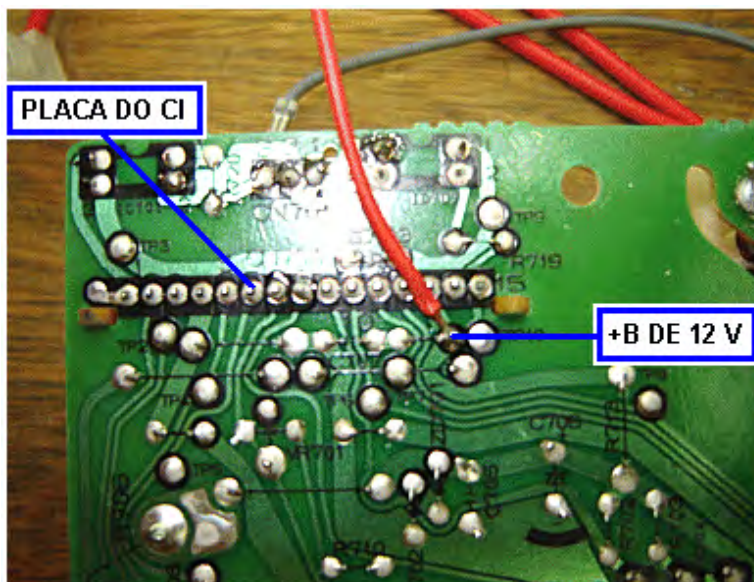
TESTE DA TENSÃO ALTERNADA DE 110 V (OU 220 V) NA PLACA INVERTER

Quando o forno inverter está desligando em 3 segundos a primeira coisa a fazer é verificar se o inverter está recebendo a tensão de 110 V da rede elétrica para certificarmos que a placa de controle está funcionando. Para isto solde dois fios em cada terminal do conector CN702 e puxe-os por baixo da placa. Ligue estes fios no multímetro e ao ligar o forno verifique se aparece a tensão da rede. Se aparecer, a placa de controle está funcionando. Veja o teste abaixo:



MEDIDA DO +B DA PLACA DO CI GERADOR DE PWM

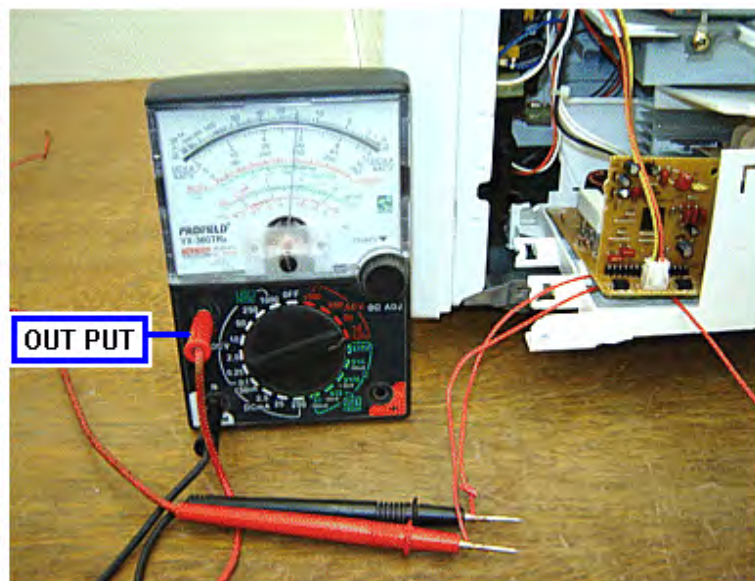
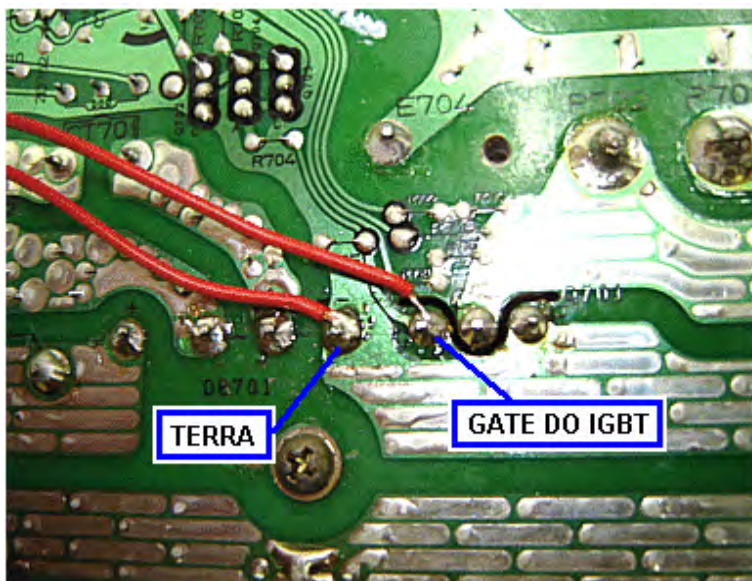
Conforme vimos, na placa inverter há uma outra placa soldada em pé. Nesta placa encontramos o CI gerador de PWM que irá controlar o transistor IGBT. Esta placa do CI trabalha com 12 V aproximadamente. A falta desta tensão fará o forno desligar após 23 segundos. Para medi-la soldamos um fio no terra da placa inverter e outro fio no pino 13 da placa em pé (CN704). A seguir medimos a tensão e devemos encontrar cerca de 12 V. Veja o procedimento abaixo:



TESTE DO SINAL PWM QUE CHEGA NO GATE DO TRANSISTOR IGBT

Aqui você deve soldar um fio no terra da placa inverter e outro no gate do IGBT. Puxe os dois fios para fora da placa. Você pode testar a presença deste sinal de três formas: **com multímetro analógico, multímetro digital com freqüencímetro ou osciloscópio** Mostrarei as três formas:

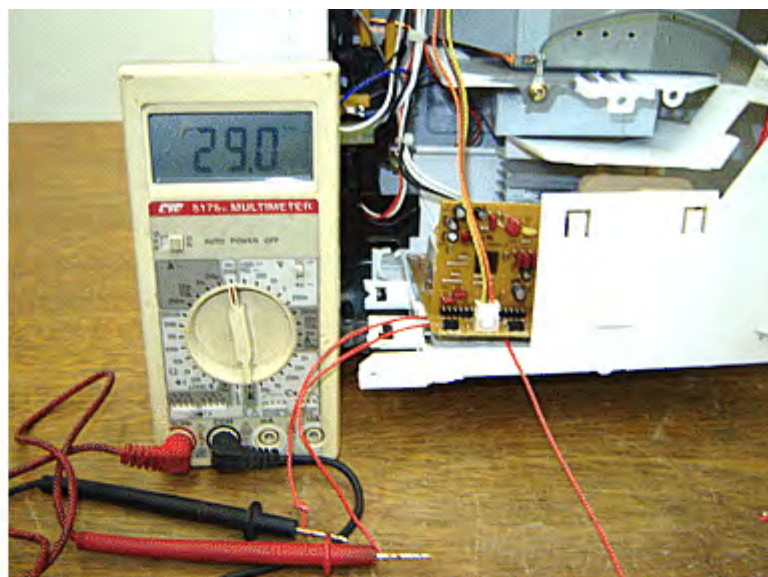
1. **Com multímetro analógico** - Use a escala de ACV10 coloque a ponta preta no fio que foi soldado ao terra da placa e a vermelha no fio do gate do IGBT. Porém a ponta vermelha deve estar no encaixe "OUT PUT" do multímetro. Ao ligar o forno devemos encontrar uma tensão alternada baixa (entre 5 e 7 V). Se não aparecer esta tensão, o forno desligará em 23 segundos e daí o defeito pode estar num dos transistores drivers do IGBT, no CI gerador de PWM ou falta de alimentação neste. Veja abaixo os locais onde devemos soldar o fio e o teste realizado commultímetro analógico:



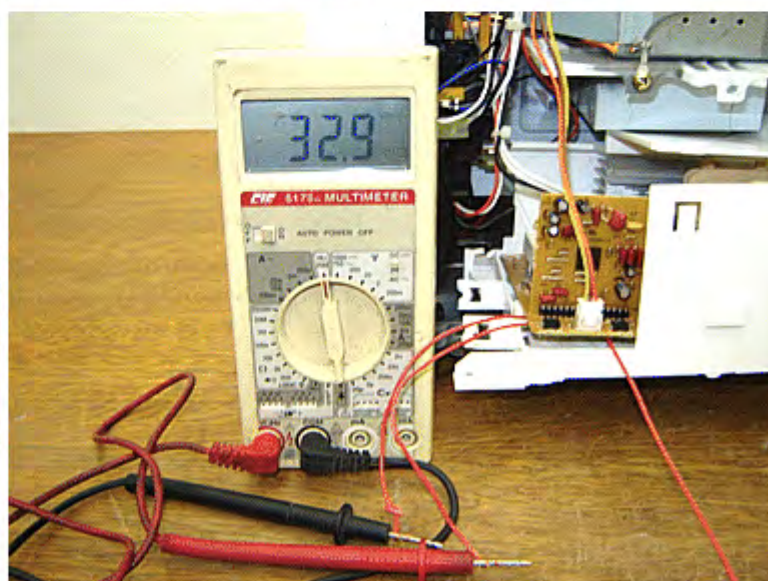
2. **Com multímetro digital com freqüencímetro** - Com a escala de Hz do multímetro meça o sinal no fio que vai ao gate do IGBT. Devemos encontrar um valor entre 20 e 40 KHz. Este valor dependerá da tensão da rede elétrica e principalmente da potência selecionada no painel. **Quanto maior a potência, menor será a freqüência do PWM e vice-versa.** Veja abaixo como medir:



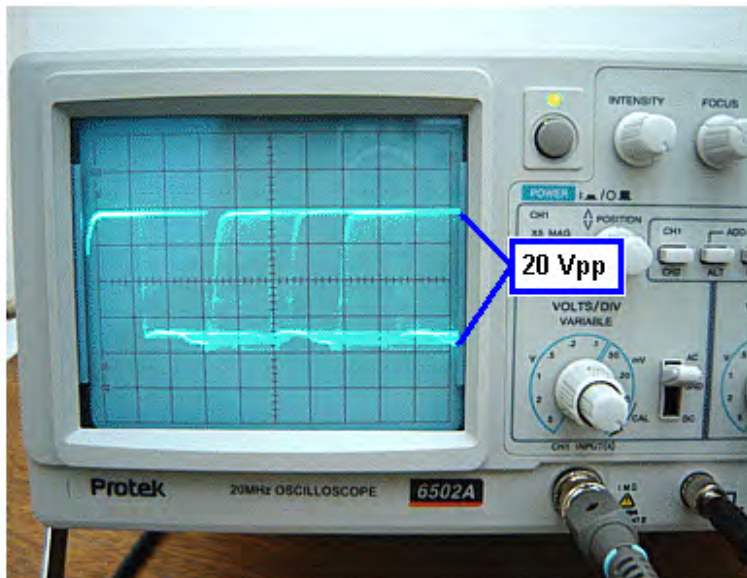
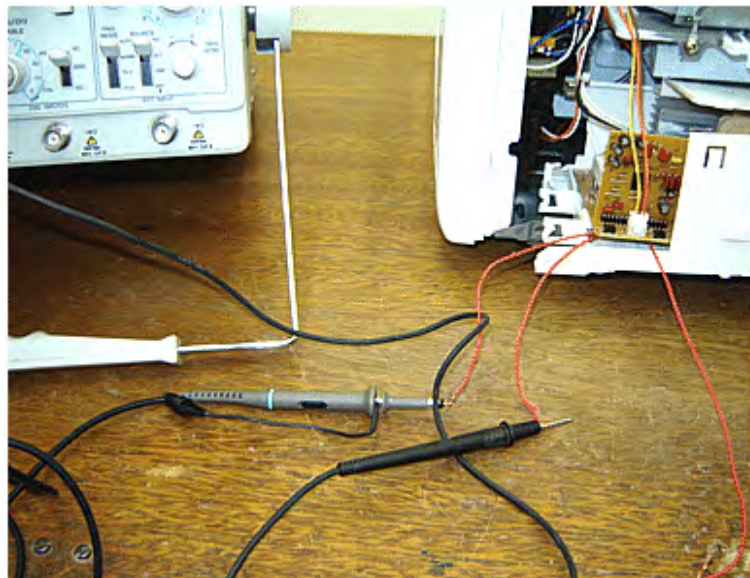
POTÊNCIA ALTA
FREQUÊNCIA BAIXA



POTÊNCIA BAIXA
FREQUÊNCIA ALTA



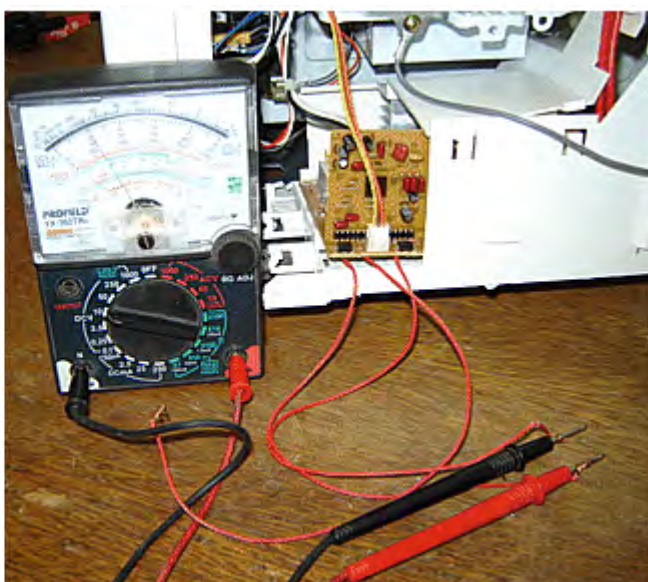
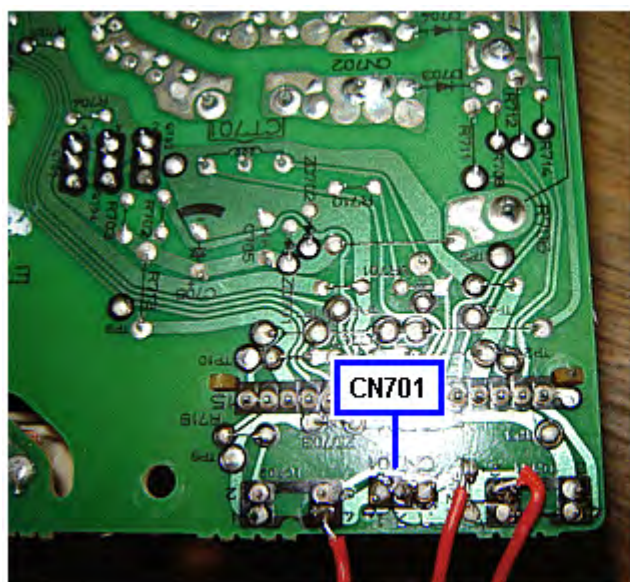
3. **Com osciloscópio** - Colocamos a ponta viva do osciloscópio (a chave de tensão deve estar em 5 V/div) no fio do gate do IGBT. Ao ligarmos o forno encontraremos um sinal quase quadrado com amplitude de aproximadamente 15 a 20 Vpp. A largura dos pulsos varia de acordo com a potência selecionada para o forno trabalhar. Veja abaixo:



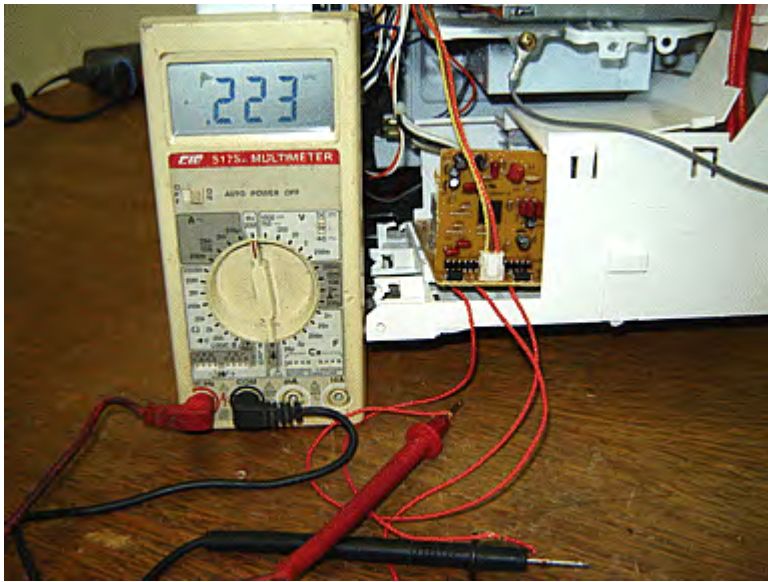
TESTE DO SINAL DE 220 Hz DA PLACA DE CONTROLE AO INVERTER

Conforme visto, é através deste sinal gerado pela placa de controle que o CI vai produzir o PWM para chavear o IGBT e fazer o trafão produzir a alta tensão para alimentar o magnetron. O sinal de 220 Hz entra no pino 3 do conector CN701 da placa inverter. Sem este sinal chegando ao inverter o forno desliga em 3 segundos. Podemos medir este sinal com o multímetro digital com freqüencímetro ou osciloscópio. Podemos medir a tensão contínua neste ponto.

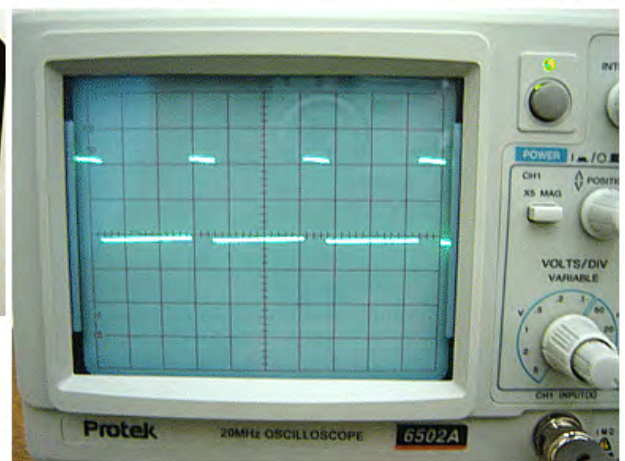
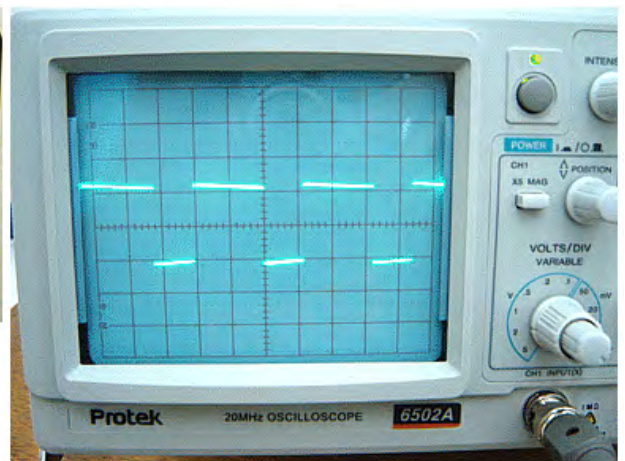
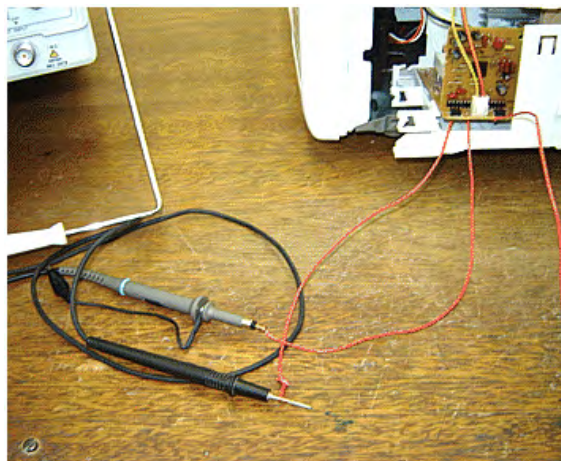
1. **Tensão contínua** - Solde três fios nos pinos 1, 2 e 3 do CN701. Puxe-os por baixo da placa e deixe-os em posição de medirmos. Meça a tensão DC no pino 3 do CN701. Com o forno funcionando devemos encontrar cerca de 2 V. Veja abaixo:



2. **Com freqüencímetro** - Medindo o sinal no pino 3 do CN701 encontramos 220 Hz qualquer que seja a potência selecionada. A diferença está na largura dos pulsos conforme veremos no próximo item. Veja abaixo o teste citado:



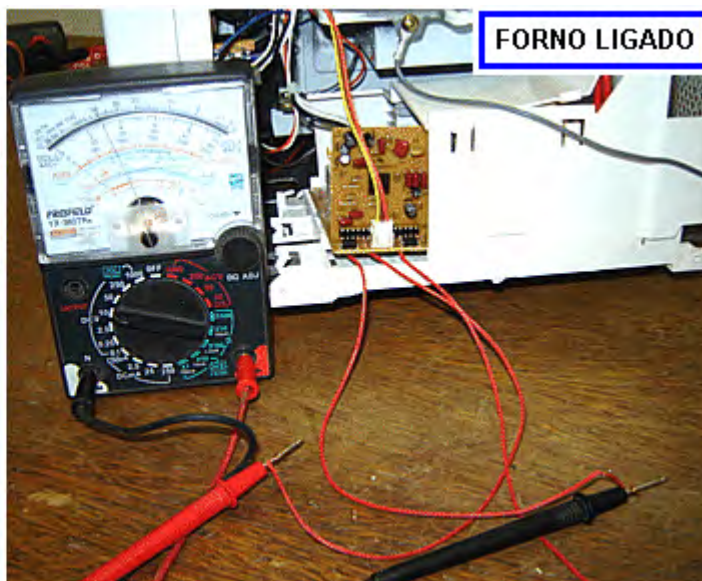
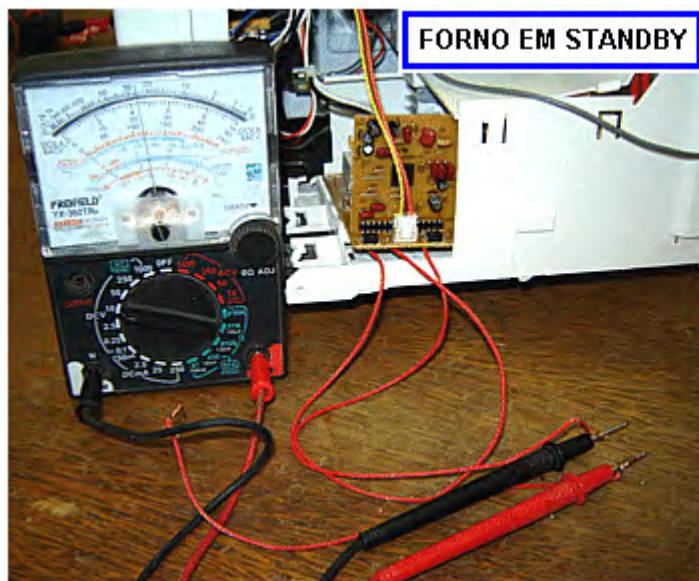
3. **Com osciloscópio** - Medimos os sinal no pino 3 de CN701 na escala de 2 V/div. Encontraremos um sinal quadrado de 4 Vpp gerado pela placa de controle cuja largura varia de acordo com a potência selecionada no painel. Quanto maior a potência, maior a largura dos pulsos. Veja abaixo:



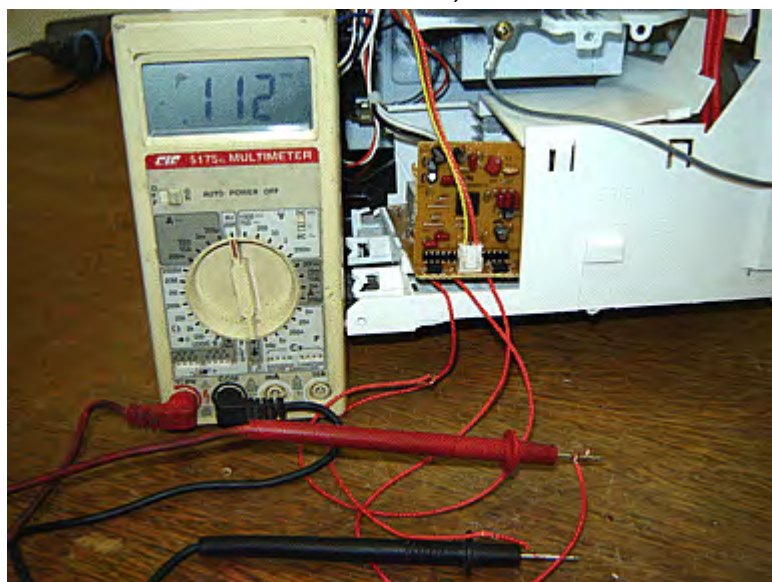
TESTE DO SINAL DE 110 Hz DE RETORNO DO INVERTER

Pelo pino 1 do conector CN701 sai um sinal de 110 Hz proveniente do CI gerador de PWM do inverter. Sempre que a placa inverter estiver funcionando corretamente este sinal é produzido e entregue a placa do painel para que esta mantenha o forno funcionando e possa ajustar a largura do PWM de acordo com a potência selecionada e a tensão da rede elétrica. Podemos medir este sinal de 110 Hz com freqüencímetro ou osciloscópio. Também podemos medir a tensão contínua neste ponto.

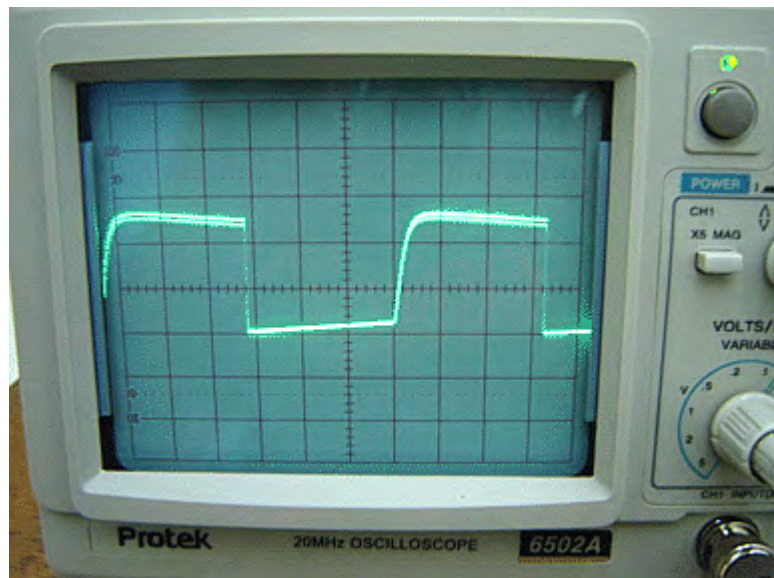
1. **Medida de tensão contínua** - Meça a tensão no pino 1 do CN701. Com o forno em standby a tensão fica perto dos 5 V. Quando ligamos o forno ela diminui para cerca de 3 V conforme vemos abaixo:



2. **Teste com freqüencímetro** - Medir o sinal no pino 1 de CN701 e devemos encontrar cerca de 110 Hz, conforme vemos abaixo:



3. **Teste com osciloscópio** - Colocar a ponta do osciloscópio no pino 1 do CN701. Devemos encontrar um sinal quadrado de 5 Vpp, conforme visto abaixo:



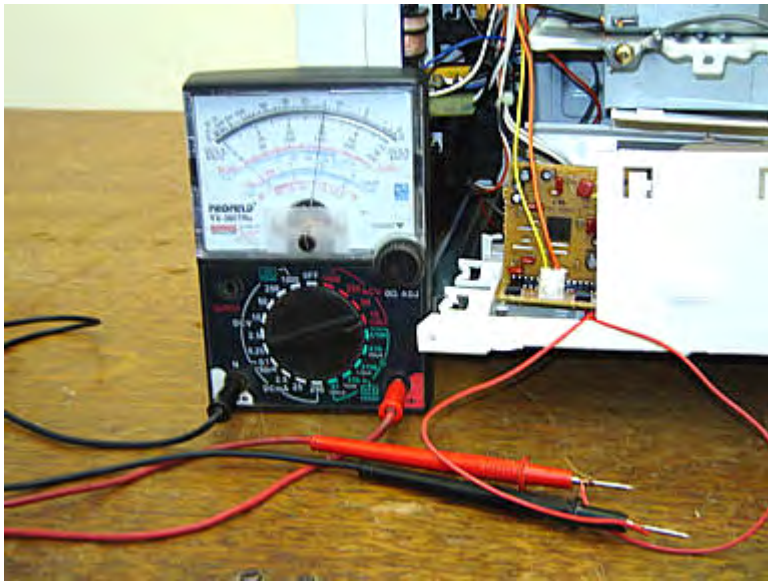
TESTE DOS SINAIS DE 110 E 220 Hz COM MULTÍMETRO ANALÓGICO

Se você não possui um freqüencímetro ou osciloscópio é possível verificar a presença dos sinais de 220 Hz e 110 Hz com o multímetro analógico embora não seja possível medir a freqüência. Coloque o multímetro em ACV10 e a ponteira vermelha no encaixe "OUT PUT". Meça a tensão AC nos pinos 1 e 3 do conector CN701. Se aparecer tensão no pino 3 temos o sinal de 220 Hz e se aparecer no pino 1 temos o sinal de 110 Hz. Veja o teste abaixo:



TESTE DA TENSÃO FORNECIDA PELO TRAFINHO SENSOR DE CORRENTE

Solde dois fios no secundário do trafo sensor de corrente, puxe-os por baixo da placa e meça a tensão AC. Aí encontraremos entre 1 e 7 VAC dependendo da potência selecionada. Se este trafo queimar, não levará a tensão de monitoramento ao CI gerador de PWM e desta forma o forno desligará após 23 segundos. Veja o teste abaixo:



TESTE DO INVERTER PELO PAINEL DE CONTROLE

Estes microondas Panasonic inverter possuem um roteiro de teste para a placa inverter acessado através de uma seqüência de teclas no painel. Embora este roteiro não seja tão preciso (há alguns defeitos na placa inverter que ele deixa passar), eu vou ensinar a vocês agora como executá-lo. O roteiro se divide em duas partes:

1. Com o forno fora da tomada desencaixe CN701 da placa inverter. Ligue o forno na tomada e aperte as teclas na seguinte seqüência: CANCELA - RELÓGIO - TEMPO - LIGA - POTÊNCIA - LIGA (3 vezes) e deve aparecer as palavra "CHECK" no display. A seguir programe um tempo qualquer normalmente e aperte a tecla LIGA. O forno deve funcionar por 3 segundos e aparecer a indicação **H97** no display conforme visto abaixo:



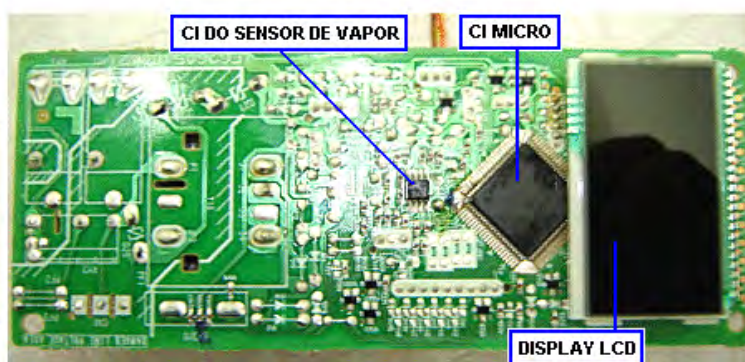
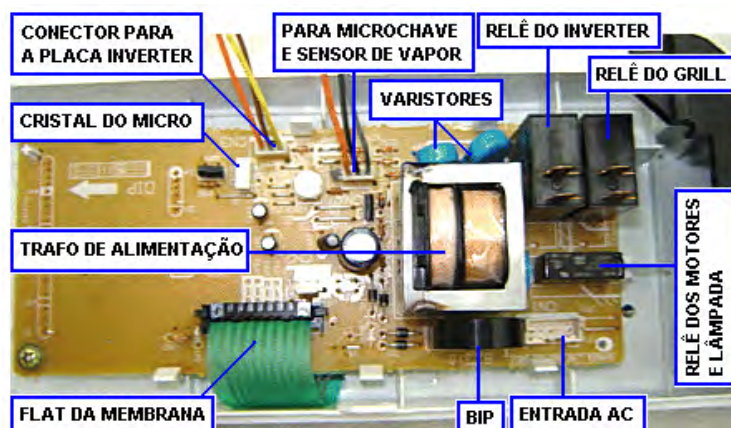
2. Agora encaixe CN701 e desencaixe os terminais do magnetron. Ligue o forno na tomada. Aperte as teclas na seguinte seqüência: CANCELA - RELÓGIO - TEMPO - LIGA - POTÊNCIA - LIGA (3 vezes) e deve aparecer as palavra "CHECK" no display. A seguir programe um tempo qualquer normalmente e aperte a tecla LIGA. O forno deve funcionar por 23 segundos e aparecer a indicação **H98** no display conforme visto abaixo:



Se o forno passar nestes dois testes (apresentar estas duas indicações no display), é provável que a placa inverter esteja funcionando. Se não apresentar estas indicações, daí a placa inverter está danificada mesmo.

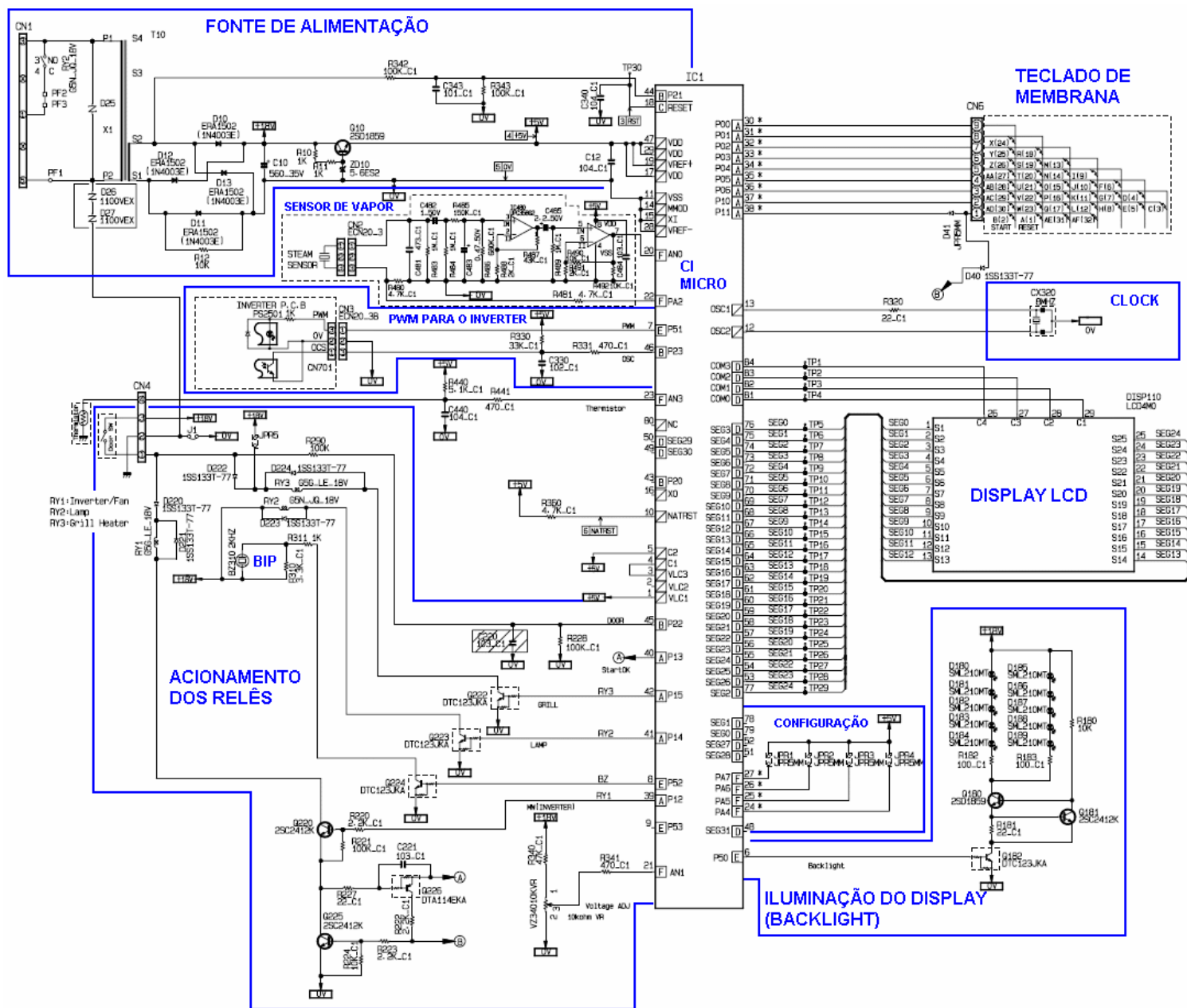
A PLACA DE CONTROLE (DPC)

Tal qual nos microondas tradicionais, a placa de controle fica localizada atrás do painel e tem como funções receber os comandos do teclado e acionar o magnetron, a resistência do grill (se houver), os motores e a lâmpada. Porém no inverter ela tem outra função que é a de produzir o sinal PWM de 220 Hz usado para controlar o chaveamento do transistor IGBT da placa inverter. Conforme visto, assim é feito o controle de potência nestes fornos. Veja abaixo a placa de controle do Panasonic NN-G54BH:



ESQUEMA ELÉTRICO DA PLACA DE CONTROLE

Abaixo temos uma visão geral do esquema elétrico da placa de controle do forno Panasonic usada em vários modelos:



Conforme destacamos a placa é dividida em etapas:

CI micro - Ou microcontrolador é um CI SMD que recebe os comandos do teclado e controla o funcionamento do forno;

Fonte de alimentação - Transforma a tensão AC da rede em duas tensões DC para alimentar os circuitos: 18 V (na verdade 23 V) para os relês e 5 V para o micro;

Acionamento dos relês - São transistores controlados pelo micro que chaveiam as bobinas dos relês usados para ligar as funções do forno;

BIP - Pequeno alto falante de cristal que emite um som agudo quando apertamos alguma tecla ou quando termina o preparo;

PWM - Duas trilhas saindo do micro: Uma delas leva o sinal de 220 Hz para o inverter e a outra traz o sinal de 110 Hz de retorno do inverter;

Teclado - Membrana de poliéster que junta os contatos para cada tecla pressionada e assim determina a função a ser executada pelo micro;

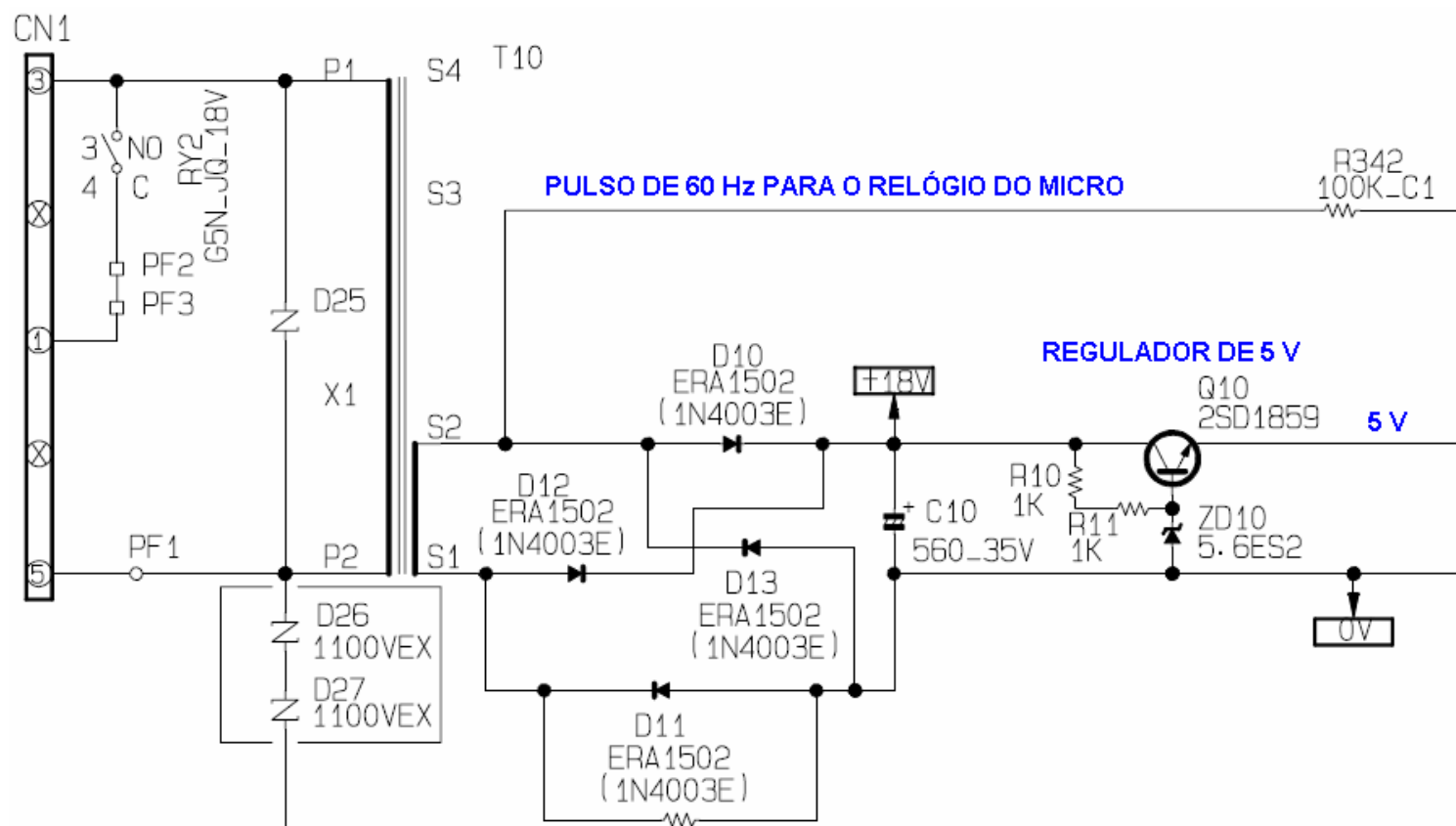
Display LCD - O mostrador deste forno é de cristal líquido, portanto precisa de iluminação traseira ("backlight") para ser visto;

Iluminação do display - Conjunto de leds localizado atrás do display para iluminá-lo;

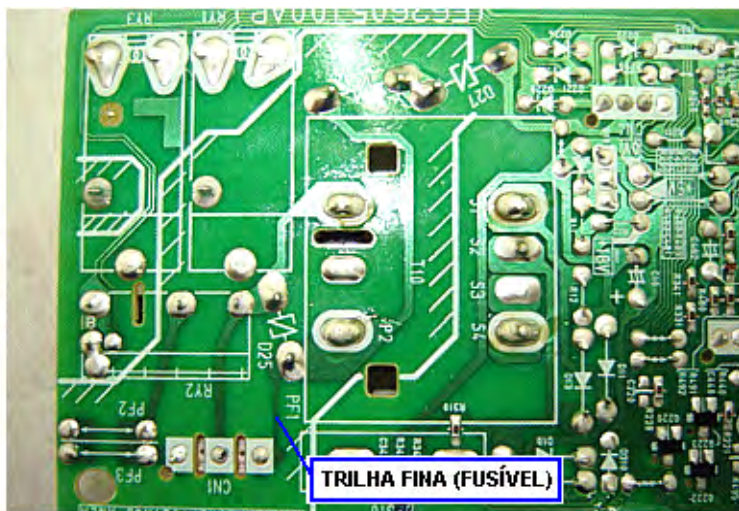
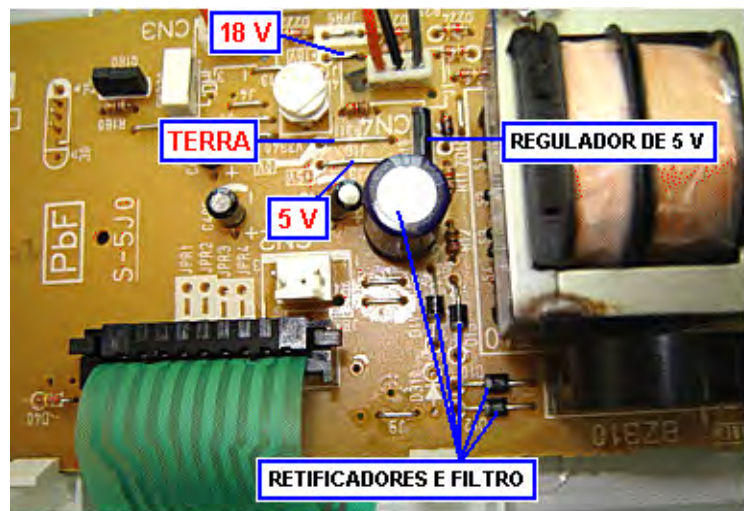
Cristal de clock - Produz um sinal de 8 MHz para o micro funcionar;

Sensor de vapor - Um pequeno sensor que detecta (gera uma tensão) se houver uma grande quantidade de vapor na cavidade. Assim o micro pode desligar o forno.

Abaixo temos o esquema da fonte que alimenta a placa de controle do forno:

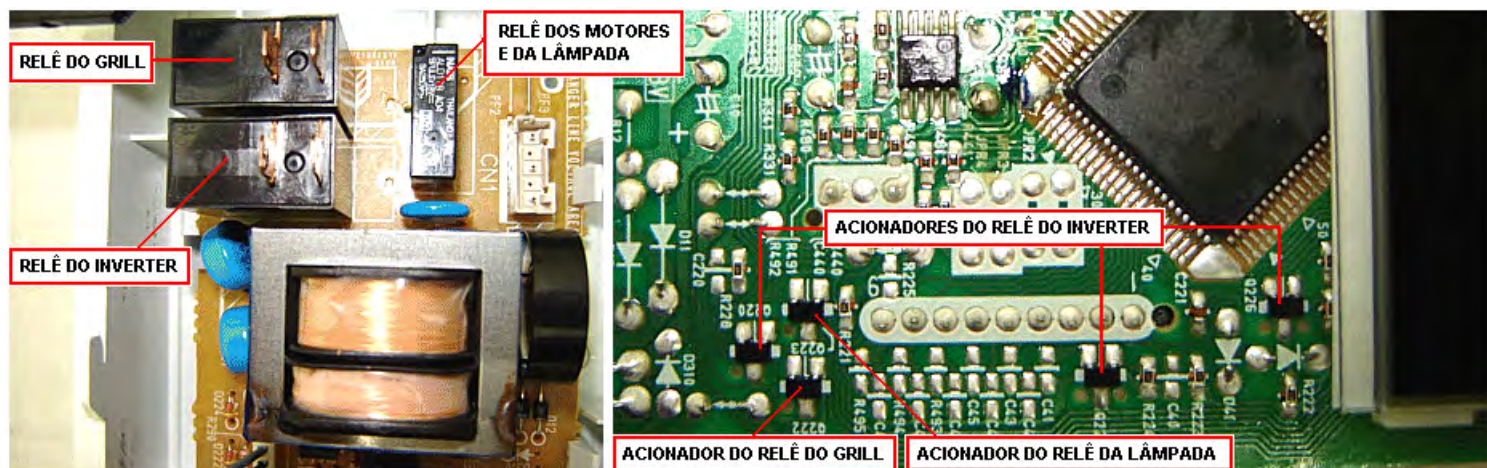


T10 é o trafo de força que recebe 110 V da rede e diminui para 18 V. Esta tensão é retificada por D10 a D13, filtrada por C10 e vai alimentar os relês e o transistor Q10. Este último regula a tensão para 5 V a fim de alimentar o micro. Do terminal S2 sai uma amostra de tensão na frequência de 60 Hz para fazer o relógio interno do micro funcionar. D25, D26 e D27 são os varistores que protegem a placa do painel do aumento súbito da tensão da rede. PF1 é uma trilha fina funcionando como um fusível. Assim se o forno de 110 V é ligado por engano em 220 V, D25 entra em curto, abrindo a trilha PF1 e protegendo o primário do trafo. Veja o aspecto desta fonte na placa do forno inclusive mostrando os pontos da placa onde são indicadas as tensões fornecidas por esta fonte:



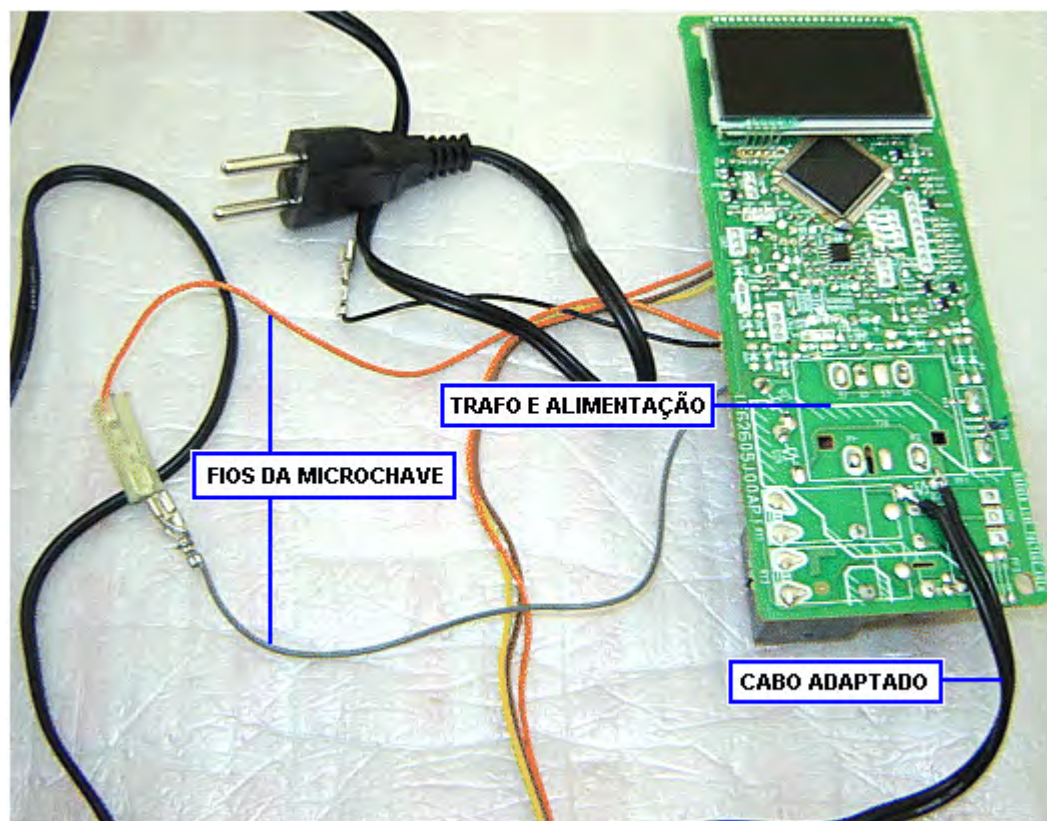
ACIONAMENTO DOS RELÊS

Observe no esquema abaixo o circuito que aciona os relês do microondas Panasonic usado no estudo:



COMO TESTAR A PLACA DE CONTROLE

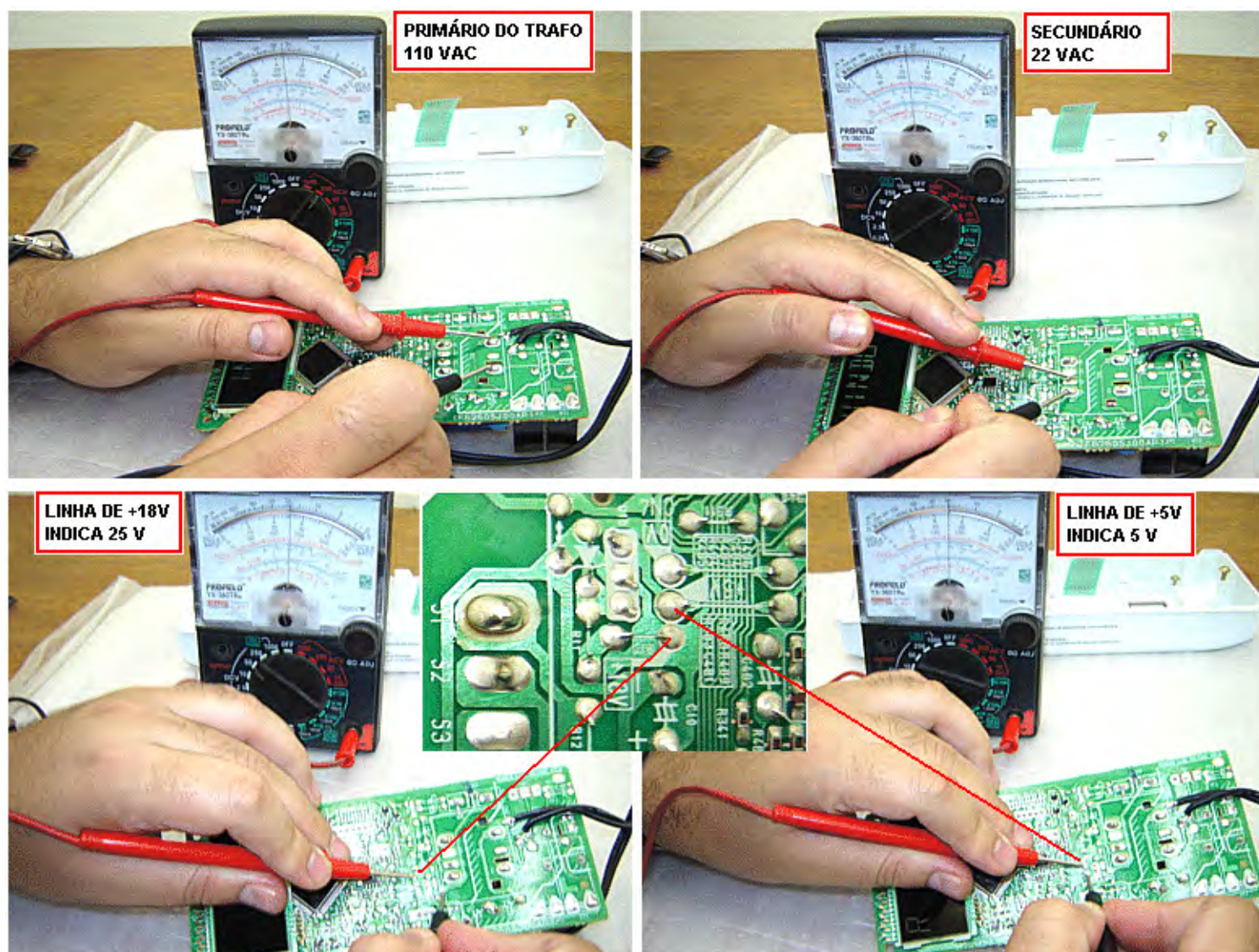
Em primeiro lugar devemos preparar a placa para fazermos os testes necessários. Primeiro desencaixamos o flat cable da membrana. Tome muito cuidado aí. Solte com cuidado para não estragar este flat que é muito frágil. Senão terá que trocar a membrana. Evite de ficar tirando e colocando este flat para não danificá-lo. Você só deve colocar de volta quando a placa já estiver consertada, testada e pronta para ser montada no forno. A seguir desparafuse e desencaixe a placa do painel. Guarde o painel para não danificar durante o conserto da placa. Ligue entre si os fios 1 e 3 do conector CN4. Estes fios vão para a microchave secundária e se não ligá-los os comandos não atuarão. Solde um cabo de força nos pinos do primário do trafo de alimentação e a placa estará pronta para testarmos fora do forno. Veja como ficou abaixo:



TESTE DA ALIMENTAÇÃO DA PLACA DE CONTROLE

Para sabermos se a placa de controle está alimentada no caso dela não estar funcionando (display apagado e não atua nenhuma função), devemos medir as tensões:

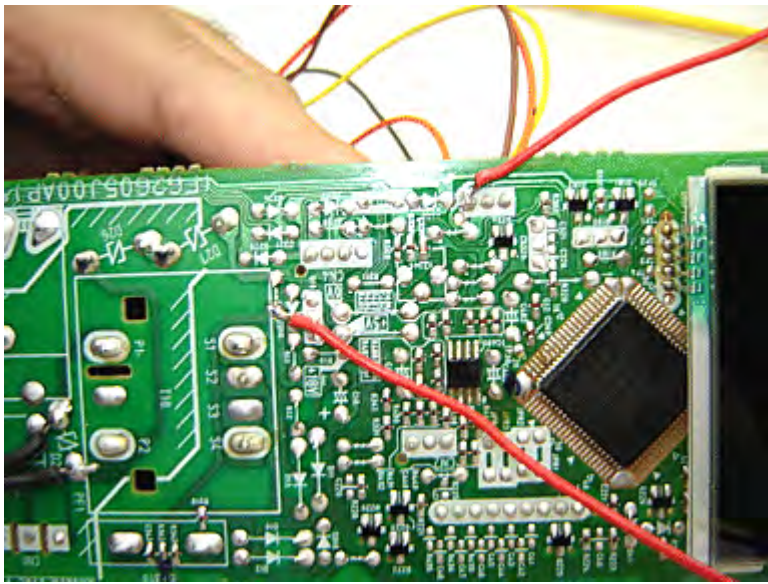
no primário e secundário do trafo de alimentação e nos pontos indicados +18V e +5V. Usaremos como terra uma trilha relativamente larga com a indicação (0V) nela. Veja na figura abaixo que devemos ter tensão nestes quatro pontos antes de testar qualquer outra coisa:



TESTE DO SINAL DE 220 Hz PRODUZIDO PELA PLACA DE CONTROLE

Conforme estudamos, este sinal será enviado à placa inverter para controlar o chaveamento do IGBT e a tensão a ser aplicada ao magnetron. Porém antes de testar este sinal na placa de controle temos duas observações importantes a saber:

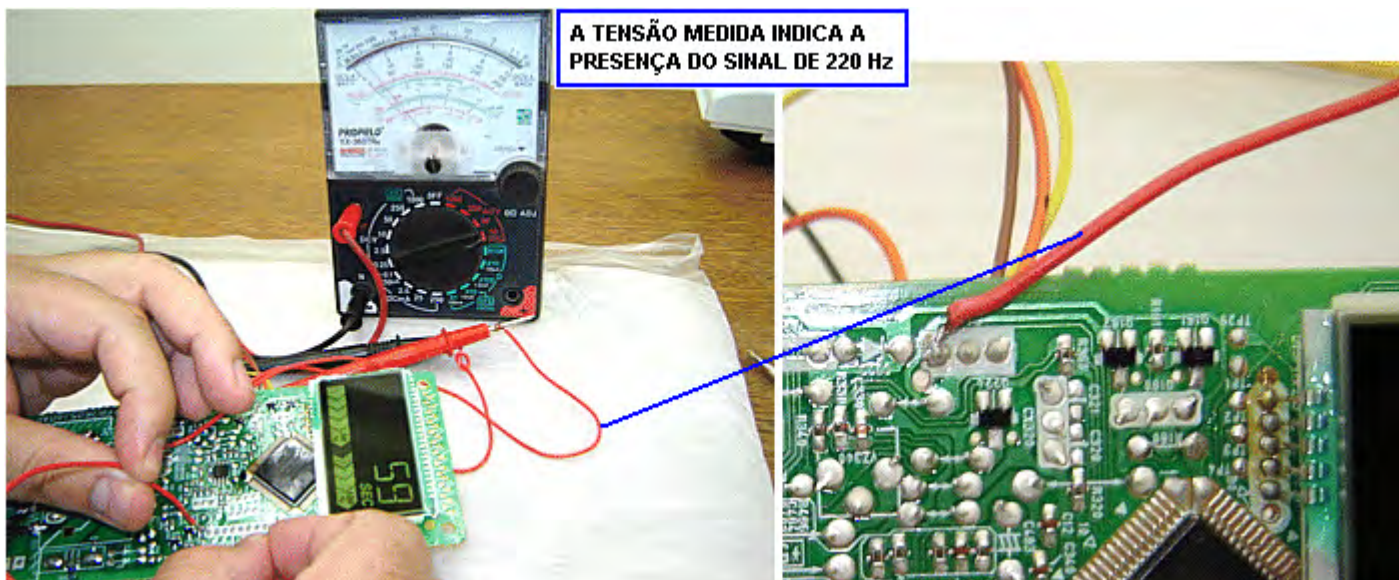
1 - A placa do painel só se mantém funcionando por 3 segundos quando ela não está ligada no inverter. Portanto soldamos fios nos pontos onde devemos medir tensão (exceto no caso das alimentações) ou o sinal de 220 Hz. Deixamos o multímetro já encaixado nestes fios para dar tempo de ler os valores assim que acionamos a função liga. Veja abaixo como ficam os fios soldados na placa para fazer estas medições:



2 - Como a placa está desconectada da membrana de teclas, temos que ir colocando em curto o encaixe de 9 pinos do conector do flat cable da membrana para acionar as funções. Você deve com um pedaço de fio ir fazendo curtos neste conector até achar pelo menos as funções principais. No caso deste forno que estamos estudando, os pinos 1 e 8 fazem a função CANCELA, os pinos 3 e 4 a função + 1 MINUTO e os pinos 1 e 9 a função LIGA. Veja abaixo como fazer os curtos no conector citado:



Agora vamos ao teste do sinal propriamente dito. Coloque um multímetro digital com freqüencímetro no fio soldado no pino 1 do CN3 da placa de controle. Ao ligar o forno cortocircuitando os pinos 1 e 9 do conector da membrana, o multímetro deve indicar cerca de 220 Hz por 3 segundos. Se isto ocorrer, a placa de controle está funcionando. Se não indicar o sinal, a placa de controle está com defeito. Também pode ser feito com um multímetro em ACV10 na função de OUT PUT*. Veja abaixo o teste com o multímetro analógico:



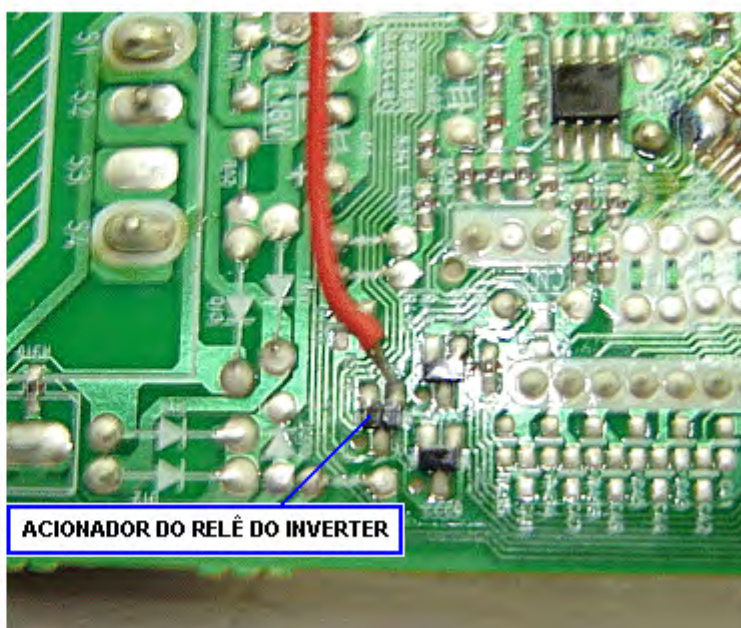
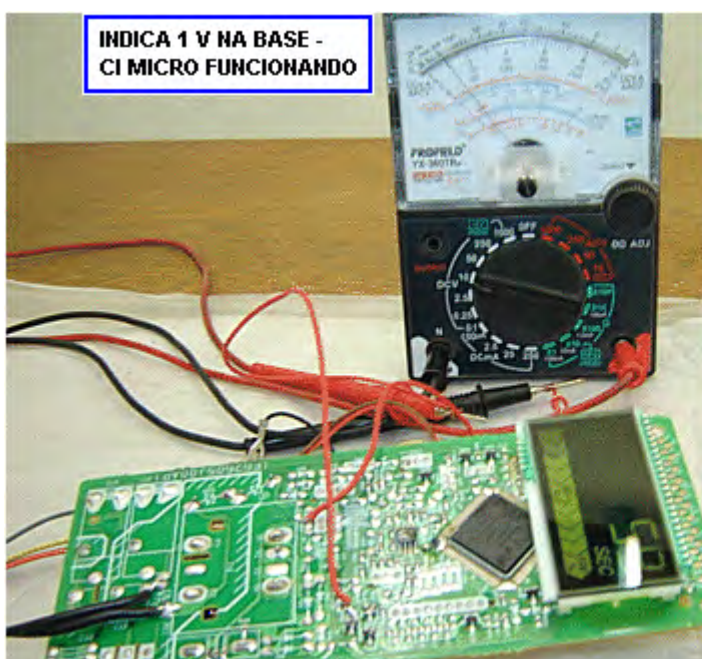
A TENSÃO MEDIDA INDICA A PRESENÇA DO SINAL DE 220 Hz

* Multímetros que não tem o encaixe OUT PUT deixe- na escala de ACV, a ponta vermelha no encaixe (+) e coloque em série com esta mesma ponta de prova um capacitor de poliéster de 220 nF x 250 V. Fará o mesmo efeito do encaixe OUT PUT.

TESTE DE ACIONAMENTO DOS RELÊS

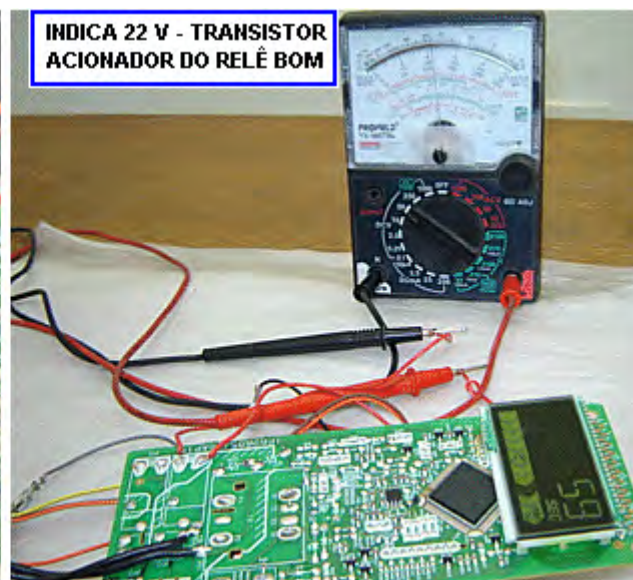
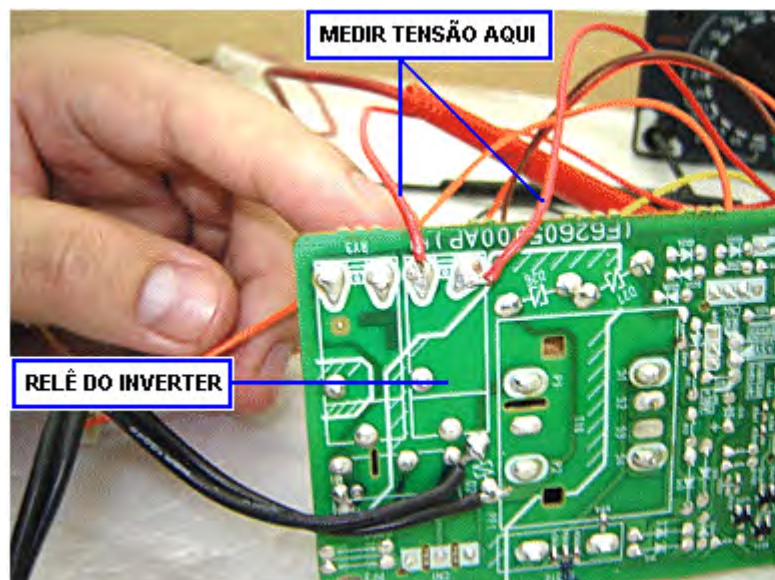
O teste do acionamento para cada relê da placa de controle segue o mesmo procedimento e é dividido em 3 etapas:

1 - Teste da tensão na base do transistor acionador - Para ver se o CI micro está funcionando - Medimos a tensão na base do transistor acionador e ao acionar a função LIGA, a tensão deve ir de 0 a 5 V se for um transistor DT ou de 0 a 1 V no caso de um transistor comum. Se isto acontecer, o CI micro está funcionando. Vamos mostrar um exemplo de teste de acionamento para o relê que alimenta a placa inverter. Abaixo temos a tensão medida na base do transistor acionador do relê do inverter:

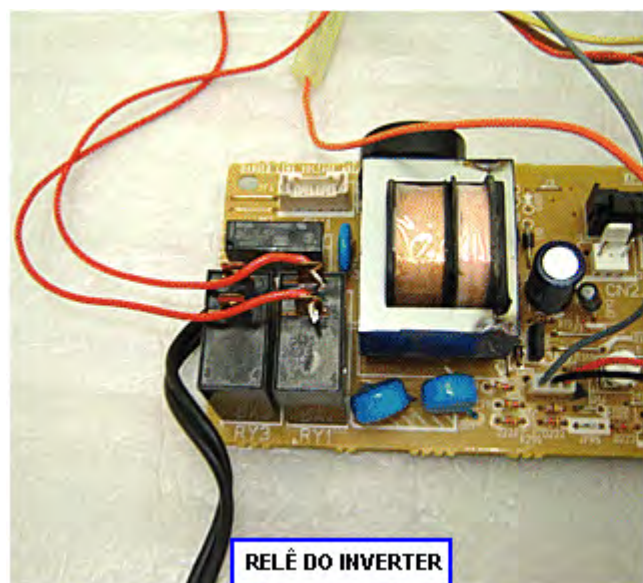


2 - Teste da tensão entre os terminais da bobina do relê - Para testar o transistor acionador - Medimos a tensão entre os terminais da bobina do relê e ao acionar a função LIGA devemos encontrar uma tensão de cerca de 22 V. Se aparecer esta

tensão, o transistor que aciona este relê está bom. Se não aparecer, o transistor está com defeito. Veja abaixo a tensão a ser medida nos terminais da bobina do relê:



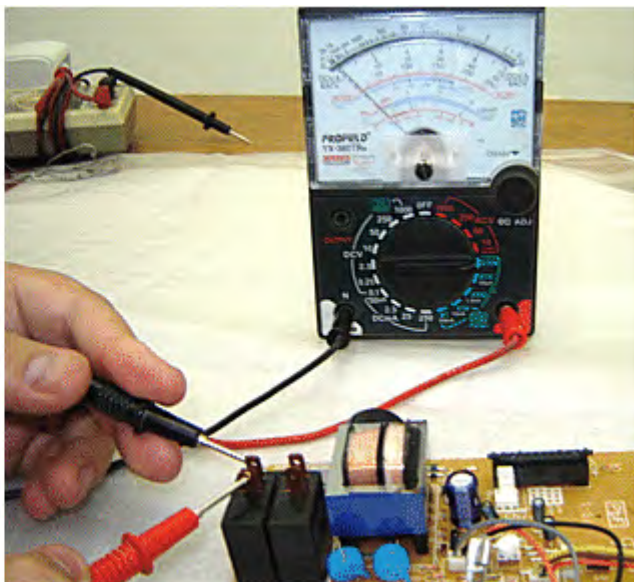
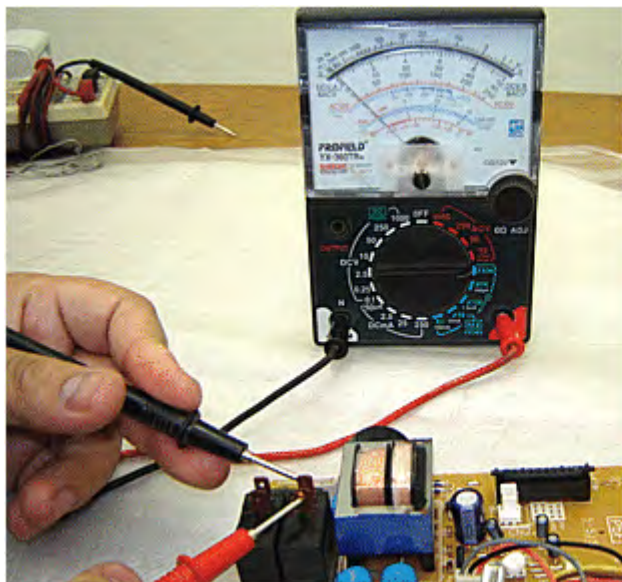
3 - Teste do fechamento dos contatos do relê - Para testar o próprio relê - Com o multímetro em X1 coloque as pontas nos contatos do relê. Ao acionar a função LIGA, o ponteiro deve ir ao zero ou bem próximo. Se isto acontecer, os contatos do relê estão bons. Se o ponteiro não mexer ou não for próximo ao zero, o relê está com defeito (contatos ruins). Veja o teste abaixo. Note que o ponteiro não foi ao zero porque o multímetro da foto não estava zerado.



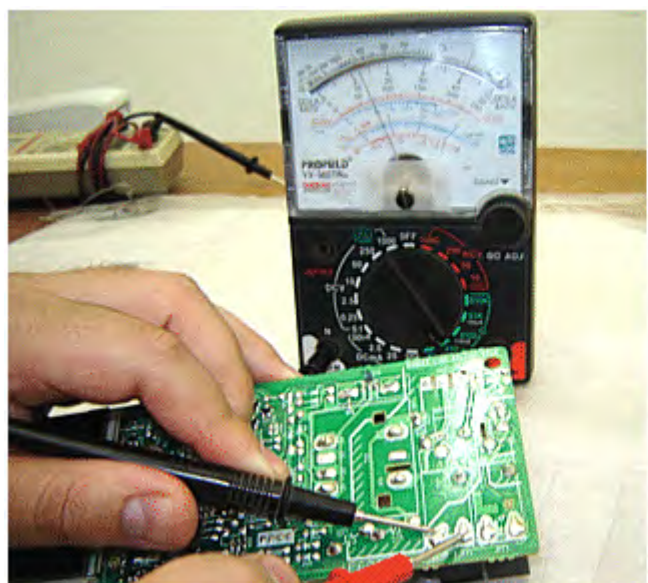
TESTE DOS RELÊS A FRIO

Também podemos testar os relês na própria placa de comando quando ela está desenergizada. O teste será dividido em duas etapas:

1 - Teste dos contatos da chave - Usando a escala de X10K ou a mais alta de resistências, meça os dois terminais da chave do relê. O ponteiro **não** deve mexer. Se o ponteiro mexer, o relê está em curto. Observe abaixo:



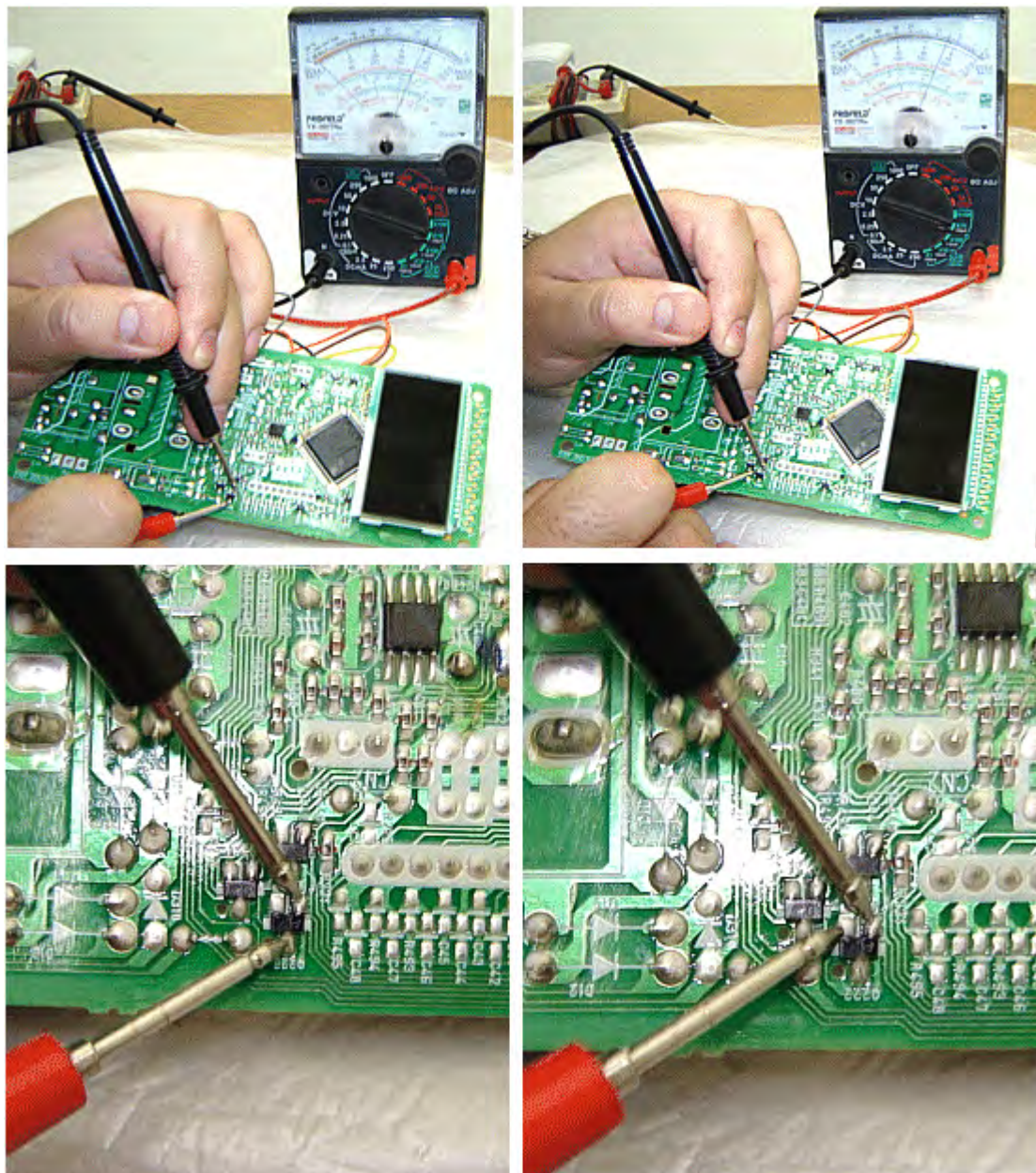
2 - Teste da bobina - No circuito a bobina do relê está ligada em paralelo com um diodo que amortece o pulso de tensão gerado quando o relê é desligado pelo seu transistor driver. Usando a escala de X10, meça a bobina do relê nos dois sentidos. Num deles o ponteiro mexe mais (diodo conduzindo) e no outro o ponteiro mexe menos (resistência da bobina). Se o ponteiro mexer igual nos dois sentidos, o diodo em paralelo com o relê está com defeito. Se mexer num sentido só, a bobina do relê está aberta. Veja abaixo:



TESTE DOS TRANSISTORES DT NO CIRCUITO

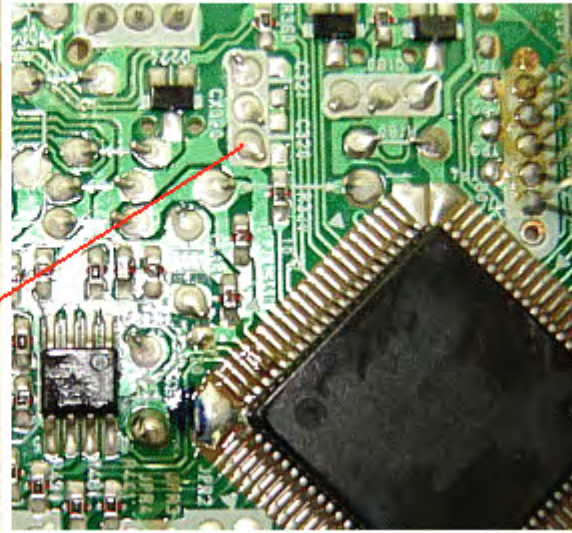
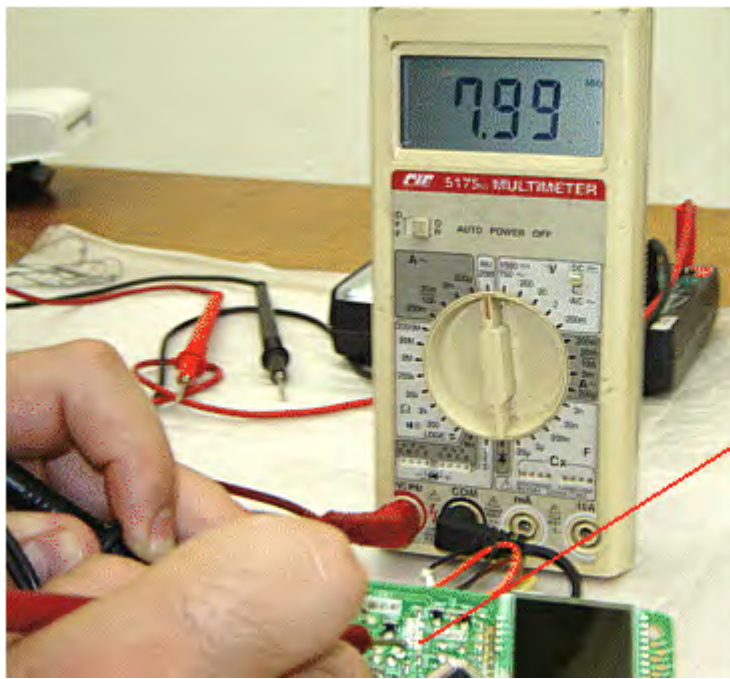
Estes transistores possuem dois resistores internos da ordem de vários K Ω . O certo é testar estes transistores fora do circuitos, porém é possível fazer um teste rápido neles dentro do circuito (o que não é muito preciso). Usando a escala de X1K coloque a ponta preta na base se ele for NPN e a vermelha em cada terminal restante. O ponteiro deve parar na mesma posição (indicar mesma resistência). Se parar em posições diferentes, repetimos o teste com ele fora do circuito. Se der valores diferentes novamente, o transistor está com defeito e deve ser trocado. Se o transistor for PNP, o teste será feito da mesma forma só que com a ponta vermelha na base. Com o transistor fora da placa podemos medir entre coletor e emissor nos dois sentidos na mesma escala de X1K. O ponteiro só pode mexer num sentido. Se mexer nos dois, o transistor está em curto. Há um diodo dentro do transistor entre coletor e emissor. Veja o teste com ele na

placa na foto abaixo:



TESTE DO SINAL DE CLOCK

Para testarmos o sinal de clock produzido pelo cristal ligado no CI micro precisamos de um multímetro com freqüencímetro até pelo menos 10 MHz. Coloque a ponta preta no terra da placa de controle e a vermelha em cada terminal do cristal, um de cada vez. Em pelo menos um deles devemos encontrar a freqüência bem próxima à marcada no corpo do cristal. No exemplo abaixo o cristal é de 8 MHz e o multímetro indica um valor bem próximo.

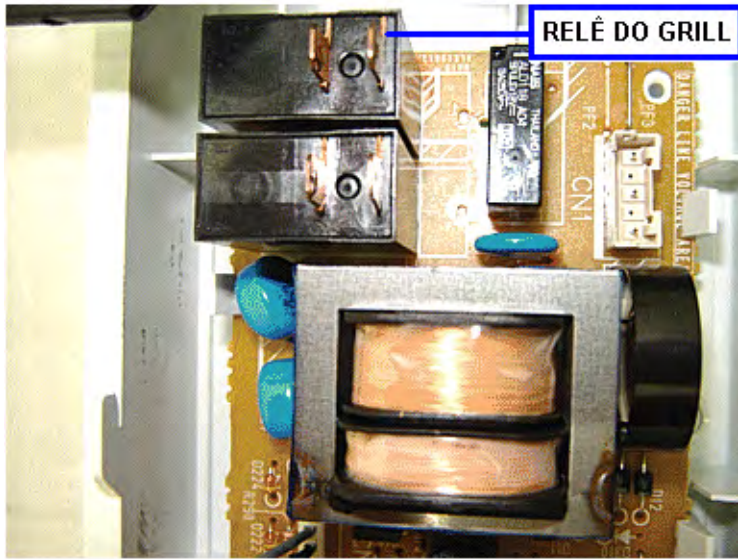


O CIRCUITO DOURADOR

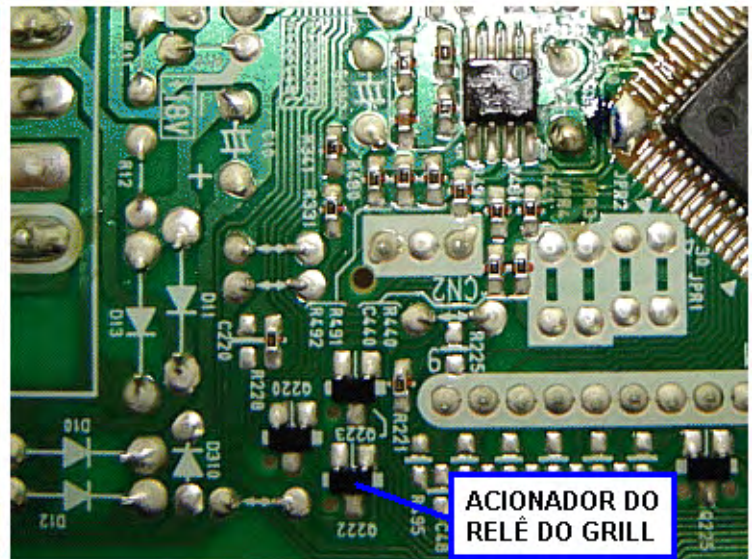
O dourador ou "grill" é formado por duas resistências envolvidas numa proteção de cerâmica ligadas em série e localizadas no teto da cavidade do forno. São usadas para tostar os alimentos após o preparo com as microondas. Para acionar a resistências temos um relê na placa de controle ativado por um transistor DT comandado pelo CI micro. No caso do relê da resistência ele fica ligado o tempo todo selecionado para a função grill. O dourador é independente do funcionamento do inverter. Veja abaixo: a resistência por dentro e fora da cavidade, o relê e o transistor acionador do grill:



RESISTÊNCIAS GRILL



RELÊ DO GRILL



ACIONADOR DO RELÊ DO GRILL

TESTE DO CIRCUITO DOURADOR

Este circuito deve ser testado seguindo os passos a seguir:

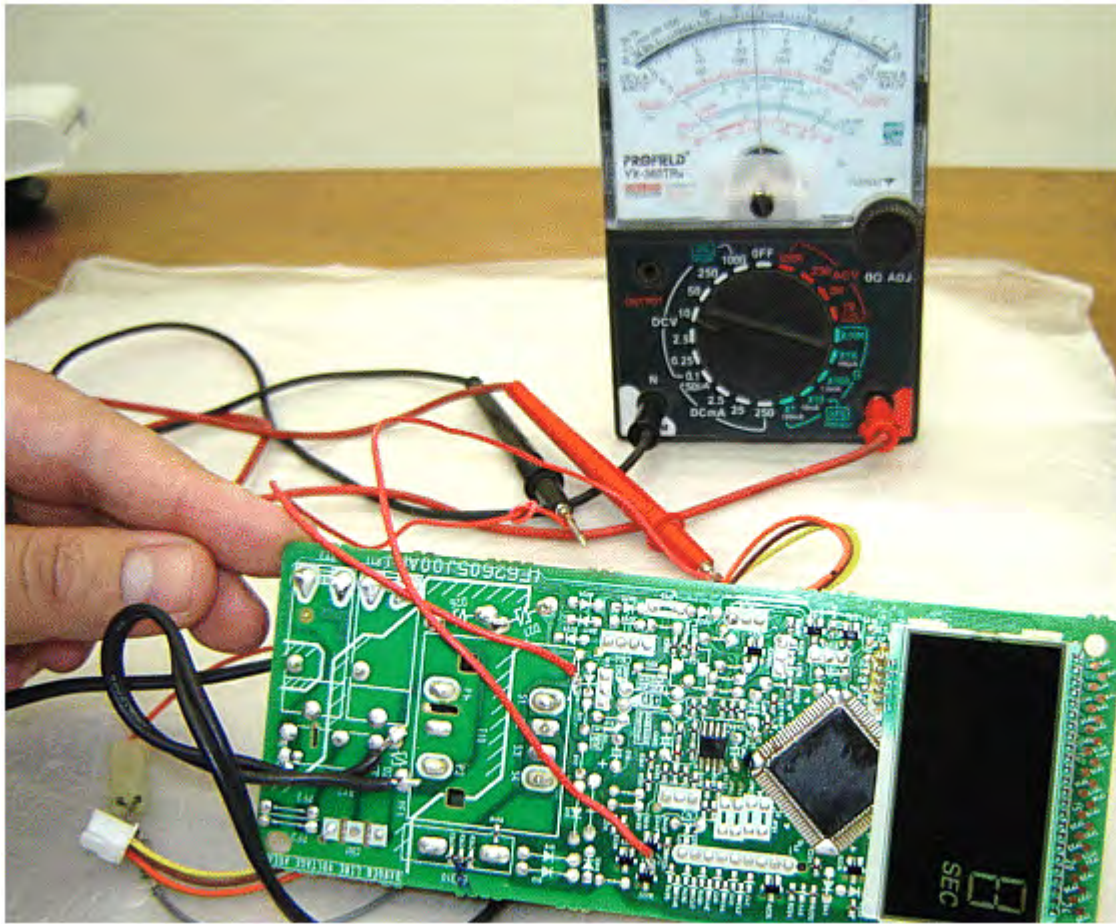
1 - Teste a frio das resistências douradoras - Com o multímetro em X1 teste a continuidade das resistências, conforme indicado abaixo. O multímetro deve indicar entre 10 e 15 Ω . Se o ponteiro não mexer, a resistência está aberta.



2 - Teste da continuidade do relê e da alimentação em sua bobina - Usando o multímetro em X1, ligue as pontas nos terminais da chave do relê do grill e acione a função DOURADOR MANUAL. O ponteiro deve ir no zero ou bem próximo. Se o ponteiro não mexer (indicação que o relê não está fechando os contatos), meça a tensão nos terminais da bobina deste mesmo relê e acione a função DOURADOR. Se houver tensão de 22 V nos terminais da bobina, indica que o próprio relê está com defeito (recebe tensão, mas não fecha os contatos). Se não houver tensão na bobina, o defeito pode ser no transistor acionador ou no CI micro e passamos ao teste nº 3. Veja abaixo:



3 - Teste no acionamento do transistor driver do relê do grill - Meça a tensão na base do transistor Q222 neste modelo de forno. Acione a função DOURADOR MANUAL. Se a tensão passar de 0 a 5 V, o CI micro está controlando normalmente o grill. Se a tensão não variar, o CI micro está com defeito. Veja o teste abaixo:



jelltech@hotmail.com