

C u r s o p r á t i c o
de
reparação de fontes chaveadas

Paulo Brites

Este material encontra-se protegido pelas leis do Direito Autoral

[Clique aqui](#)



Parabéns

Você acaba de iniciar uma nova fase na sua vida.

O que você irá começar a fazer a partir de agora chama-se investir em você mesmo e acreditar no futuro.

Bons estudos!



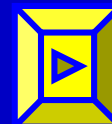
1ª Aula

Na primeira aula do nosso curso de Reparação de Fontes Chaveadas trataremos dos seguintes assuntos:

- ☑ Qual a principal diferença entre uma fonte convencional ou linear e uma fonte chaveada.
- ☑ O diagrama em blocos genérico de uma fonte chaveada.
- ☑ As duas estruturas básicas das fonte chaveadas: Tipo Série e Tipo Paralelo.
- ☑ Exemplos práticos
- ☑ Exercícios nº 1
- ☑ Avaliação da 1ª aula

Mãos à Obra

Clique aqui
p/continuar



Fonte Linear e Fonte Chaveada

- Antigamente as fontes eram construídas a partir de um transformador com várias derivações.
- Sabemos que os transformadores só funcionam em Corrente Alternada.
- Conforme os valores de tensão e corrente necessários para alimentar as cargas esse transformador se torna grande e pesado.
- O peso e o tamanho do transformador poderia ser menor se a frequência da Corrente Alternada aplicada ao transformador pudesse ser maior que os 60 Hz da nossa rede elétrica.
- Entretanto, não se pode mudar essa frequência porque ela é definida pela concessionária de energia elétrica e deve ser padronizada em todo país.
- Por outro lado trabalhar com frequências mais altas, embora fosse conveniente do ponto de vista teórico, trazia a complicação - veja mais - de construir transformadores para frequências altas e capazes de trabalhar com correntes relativamente altas.
- Por isso, durante muitos anos as fontes tiveram o aspecto mostrado na página

5



← Clique p/voltar



As "complicações" do transformador de fontes chaveadas

- Estes "transformadores" trabalham de forma diferente que um trafo convencional que é excitado por uma onda alternada senoidal.
- A primeira diferença é que eles trabalham com pulsos e por isso costumam ser chamados de *chopper*, palavra inglesa que pode ser traduzida como "pulsar".
- Uma outra questão é que os *chopper* irão trabalhar com frequências relativamente altas se comparadas com os 60 Hz da rede elétrica.
- Quando aumentamos a frequência de um circuito ou de um componente do mesmo, questões como capacitâncias distribuídas e/ou parasitas precisam ser levadas em conta.
- O núcleo também precisar ter características adequadas para trabalhar com frequências altas e pulsantes.
- Medir a resistência ôhmica de um *chopper* certamente não o levará a nenhuma conclusão.
- Os ohmímetro fazem medições nos transformadores tendo como referência corrente contínua, mas quando um *chopper* está trabalhado ele está submetido a frequências relativamente altas (10 a 100 KHz) e pulsante e aí tudo "muda de figura"

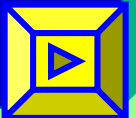
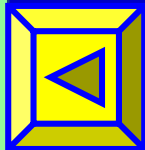


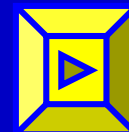
FIGURE 12-30 LOW-VOLTAGE POWER SUPPLY WITH FULL-WAVE BRIDGE RECTIFIER AND SERIES REGULATOR. C IN μ F. (SONY CHASSIS KV 1210 U)

Até aqui nada de novo, será mesmo?

- Até aqui a fonte se comporta como uma fonte linear convencional trabalhando na frequência da rede, ou seja, 60 Hz.
- Este é o formato mais utilizado atualmente embora você possa encontrar fontes chaveadas para 110/220 volts com outras "caras". Trataremos delas mais tarde.
- Antes porém, é bom que se esclareça que as novas fontes automáticas estão otimizadas para trabalhar, geralmente, entre 90 e 240 volts.
- Por esta razão aquele capacitor de filtro que vem logo depois da fonte costuma ter uma **tensão de trabalho (WV = Work Voltage)** da ordem de 400 volts.
- E por falar neste capacitor é bom lembrar que você não deve menosprezá-lo e talvez seja uma boa "política" começar examinando como ele anda de carga e descarga.
- Neste caso o bom e velho método do ohmímetro analógico pode ajudar.
- Uma outra maneira que alguns técnicos utilizam é colocar um capacitor de mesmo valor (ou próximo) e com a mesma **WV** em paralelo com o capacitor original, mas

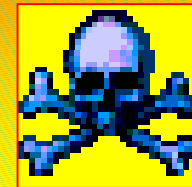


CUIDADO...

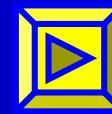
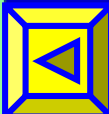




Você não deve fazer isso!

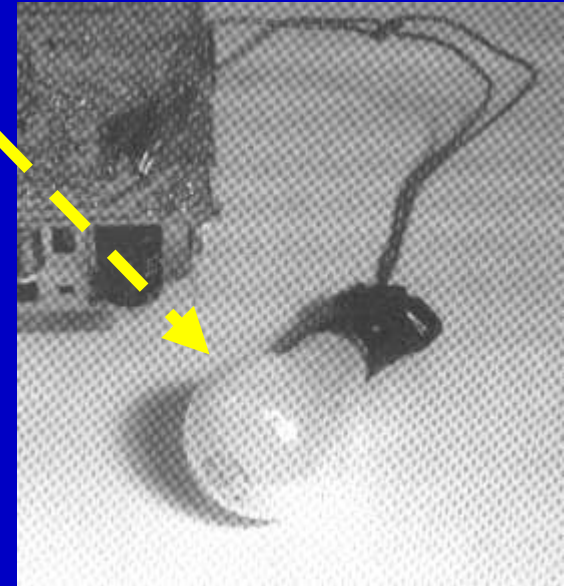


- Se quiser colocar um capacitor em paralelo com o original da fonte, antes de mais nada, certifique-se de que ele está realmente descarregado.
- **Desligue** a fonte e **solde** o capacitor de teste em paralelo com o original e só depois volte a ligar a fonte
- **JAMAIS** encoste o capacitor de teste no outro, com a fonte ligada.
- A carga do "novo" capacitor pode produzir um pico de corrente inicial e danificar o MOSFET da fonte.
- Outra coisa que você **NÃO DEVE** fazer é descarregar o capacitor original da fonte provocando um curto nos seus terminais.
- Se quiser descarregar **QUALQUER** capacitor da fonte use um resistor.
- O capacitor de filtro principal (aquele que nós vimos lá atrás) também pode ser descarregado com uma lâmpada incandescente.



Utilizando uma lâmpada para descarregar o capacitor e testar a fonte

- A lâmpada deverá ser sempre do tipo incandescente. Lâmpadas eletrônicas, NÃO servem.
- A potência da lâmpada pode ser entre 25 e 40 watts.
- A tensão de trabalho da lâmpada deverá ser **220** volts.
- Você pode utilizá-la também para verificar se a fonte está suportando carga.
- Mesmo sem medir a tensão sobre o capacitor você já terá uma idéia do que está acontecendo observando o brilho que a lâmpada apresentar.



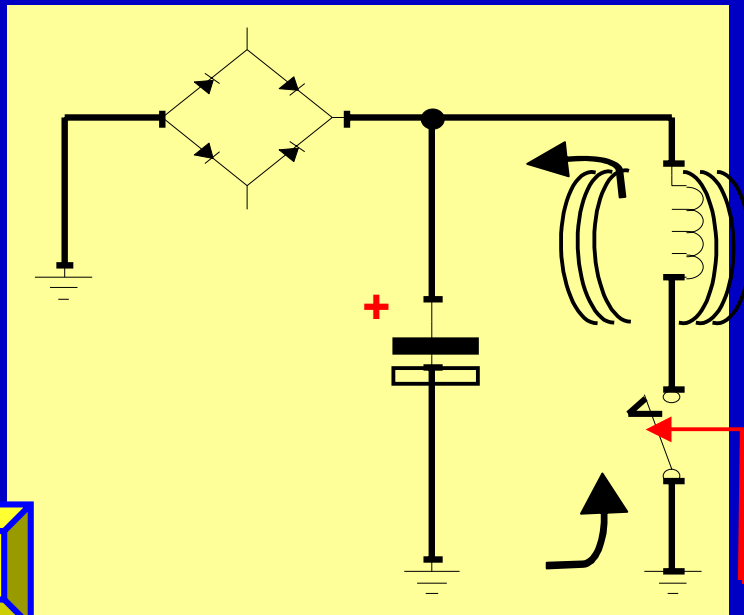
Não confunda esse procedimento com a Lâmpada Série que será estudada na 2ª aula.

Nas próximas páginas começaremos a falar das fontes chaveadas propriamente ditas e mais adiante retornaremos a alguns temas práticos interessantes.



Começando a entender o funcionamento de uma SMPS

- Se você se assustou com a sigla SMPS devemos dizer que é assim que as fontes chaveadas costumam ser chamadas por causa da abreviatura do termo em inglês **SWITCHING MODE POWER SUPPLY**.
- Tudo começa com a descarga da tensão DC armazenada no capacitor de filtro, que apareceu na página 6, sobre o enrolamento primário de um transformador *chopper*.
- A corrente começará a fluir no enrolamento e produzirá um campo magnético variável que induzirá tensões em enrolamento próximos.



Quando a corrente chegar ao seu valor máximo o campo cessará a sua expansão e não haverá mais indução.

Neste momento, precisamos interromper o caminho da corrente para que o campo comece a decrescer e produza uma corrente induzida no enrolamento que, por sua vez, irá produzir uma indução nos enrolamentos próximos.

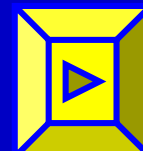
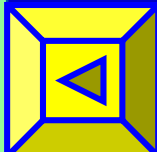
Em todo este procedimento é que consiste o chaveamento e é similar ao que acontece no Fly Back.

Chave simulando
o transistor

Algumas questões importantes

- Este transistor trabalhará em regime de condução e corte e, em tese, quanto "mais depressa" ele mudar de um estado para outro, maiores serão os valores das tensões induzidas nos demais enrolamentos.
- A "rapidez" com que o transistor é chaveado não é o único parâmetro responsável pelos valores das tensões induzidas, questões como o número de espiras dos enrolamentos e a qualidade do próprio chopper contribuirão muito também.
- Se você é um bom observador deve ter notado que grifamos a expressão "qualidade do transformador *chopper*".
- E aqui já começam os primeiros pontos que devem ser observados na reparação e que enumeramos abaixo:

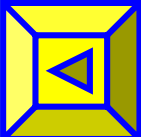
1. Umidade no transformador
2. Núcleo de ferrite em perfeito estado
3. Solda fria nos terminais do chopper



Parâmetros importantes do transistor chaveador da SMPS

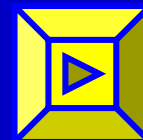
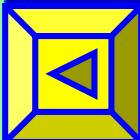
- Até hoje a maioria dos técnicos reparadores costuma se preocupar apenas com dois parâmetros quando precisa encontrar um transistor para substituir aquele que não consegue encontrar para comprar.
- Eles olham apenas a corrente de coletor e a tensão coletor-emissor.
- No tempo das fontes lineares, quase sempre, isso era o suficiente.
- Em outras palavras, podia se usar um transistor "mais forte" e dava tudo certo.
- Com as SMPS trabalhando em frequências cada vez mais altas precisamos nos preocupar com **os tempos de chaveamento e recuperação** do transistor.
- Atualmente há uma tendência ao uso de MOSFETs em lugar de transistores bipolares.
- Outra tendência é a utilização de circuitos integrados que já trazem "embutido" o transistor chaveador.

Trataremos mais detalhadamente destes assuntos no futuro.



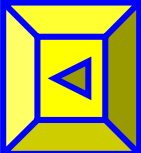
Solda Fria: Tem gente que não acredita!

- Muita gente confunde solda fria com solda rachada.
- Neste caso é, relativamente, fácil descobrir uma solda ruim com o auxílio de uma boa lente e uma boa iluminação.
- Às vezes o problema é tão óbvio que até a olho nu se percebe uma solda rachada.
- Entretanto, existem situações que são completamente invisíveis aos nossos olhos e só poderiam ser descobertas se fizéssemos um Raio X da solda!
- Micro bolhas de ar podem ter se formado originalmente por dentro da solda e com o tempo irão produzir resistências e capacitâncias invisíveis mas, que poderão se tornar inconvenientes em circuitos digitais e de alta frequência.
- Não acredite que a solda está boa só pelo que você vê por fora. Aqui vale o ditado "quem vê cara, não vê coração"!
- RETIRE A SOLDA ANTIGA (RETIRE MESMO) E PROVIDENCIE UMA SOLDAGEM NOVA COM SOLDA DE BOA QUALIDADE.



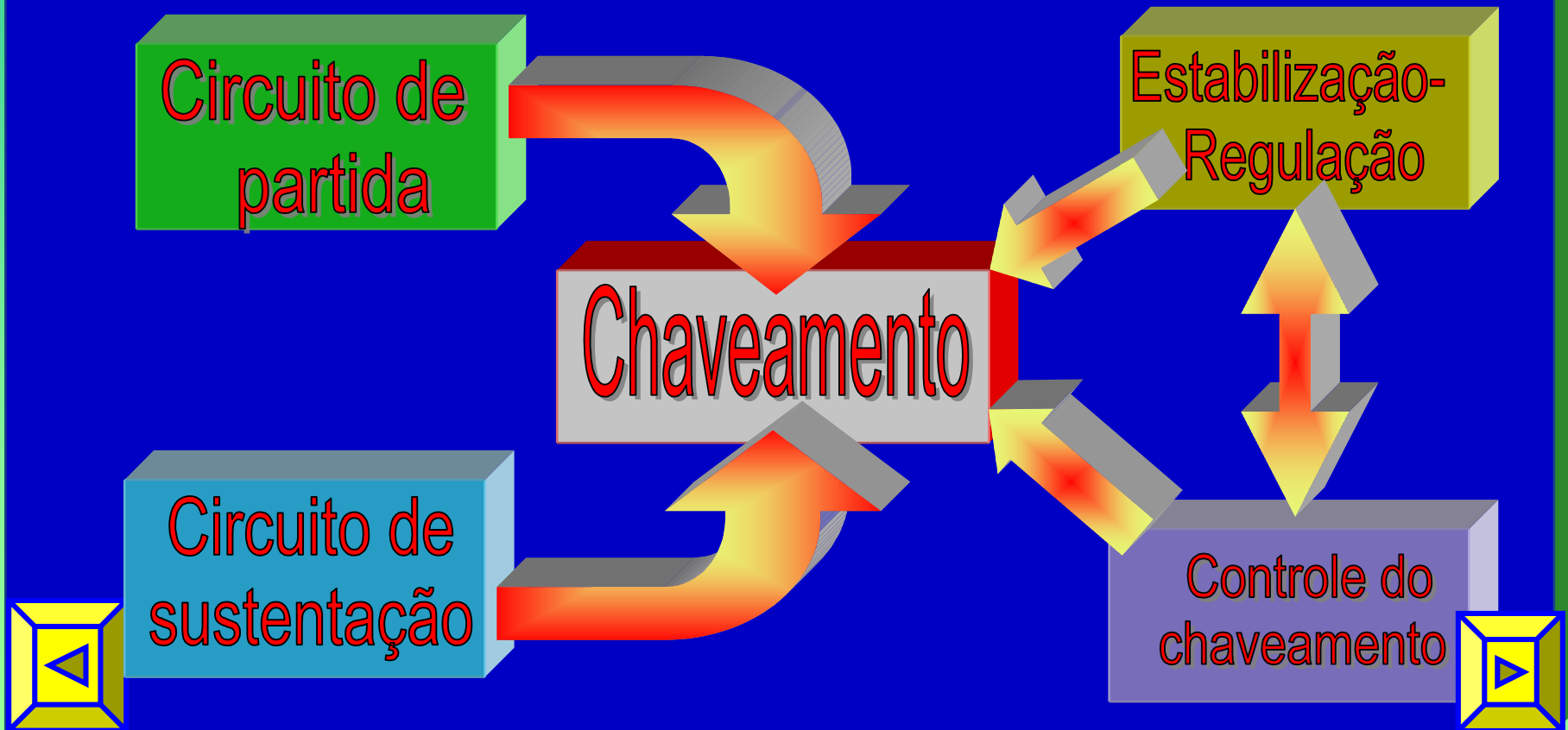
A Importância da qualidade da solda

- Se você pensa que solda é tudo igual, está completamente enganado.
- Em circuitos eletrônicos devemos usar SEMPRE solda 60/40 ou 63/37.
- A solda 60/40 contém 60 % de estanho e 40% de chumbo.
- Quanto maior a porcentagem de estanho em relação a de chumbo melhor.



O diagrama em blocos

- Embora não se pretenda um grande aprofundamento das questões teóricas que envolvem as fontes chaveadas, já que nosso objetivo é a reparação, não podemos fugir de pontos básicos. Visualizar uma SMPS através de blocos ajudará muito a determinar qual o tipo de defeito e em que área ele está ocorrendo.
- Podemos dividir uma SMPS em cinco blocos básicos como se vê abaixo.

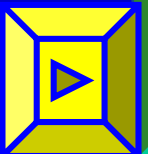
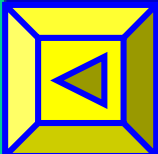


O primeiro passo para o conserto de uma SMPS

- Dividir a fonte em cinco blocos, como nós fizemos, ajudará a reparar a fonte porque a partir dos blocos nós tentaremos identificar que tipo de problema que ela está apresentando.
- Todo reparo deve partir de um diagnóstico e o diagnóstico será dado pela análise dos sintomas.
- Nas páginas seguinte nós vamos apresentar uma espécie de GUIA GERAL DE DIAGNÓSTICOS e a partir deste "guia" iremos estudando cada parte do circuito, sempre com o foco voltado no reparo.

Estude cuidadosamente a página seguinte.

Ela será útil para o resto da vida!



Guia Geral de Diagnóstico

① A fonte não parte

Co mece descobrindo quais são os componentes responsáveis pela partida da fonte.

Isto vai ser mostrado passo a passo a mais tarde.

② A fonte parte, mas o chaveamento não é sustentado e portanto, ela pára imediatamente.

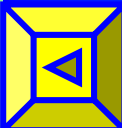
O grande desafio é, muitas vezes, perceber a diferença entre **não partir** ou **não sustentar** o chaveamento. Você vai ser orientado a descobrir qual é a parte do circuito responsável pela sustentação do chaveamento

③ A fonte parte e o chaveamento é mantido, mas as tensões de saída estão muito baixas ou nulas

Quando estão baixas você pode garantir que a fonte está funcionando no que diz respeito a partida e a sustentação, logo o problema deve ser de estabilização e regulação . E se as tensões de saída são nulas? Pode ser que a fonte esteja apenas se protegendo de sobrecarga de corrente. Você terá que aprender a distinguir a diferença entre uma fonte "parada" ou em proteção.

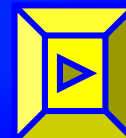
④ A fonte está com todas as tensões de saída altas demais. Chi i i, isto é um problema sério!

Então, não há porque ter dúvida, a fonte está com problema no circuito de regulação e estabilização.



Tá vendo como está ficando mais fácil "dominar" uma SMPS!

Continue estudando que você vai se dar bem.

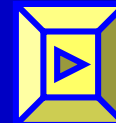
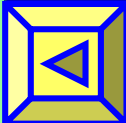


Por que a fonte não parte ou não se sustenta e você não acha nada com defeito?

- Este é um ponto que costuma deixar os técnicos confusos e sem saber o que fazer.
- Nos últimos 10 anos os projetos das SMPS evoluíram muito e elas foram sendo otimizadas para não operar com cargas acima do especificado.
- "Trocando em miúdos", o que isto quer dizer é que se houver uma sobre carga - *over current* - a fonte pode ativar um sistema de proteção que irá parar o chaveamento e aí não haverá nenhuma tensão nas saídas da fonte dando a impressão, à primeira vista, que a fonte não está partindo ou não está se sustentando.
- Este é um dos pontos importantes a ser reconhecido no reparo de uma SMPS e que poderá levá-lo, algumas vezes, a uma surpreendente conclusão:

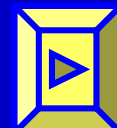
A fonte não tem nenhum defeito, está apenas em proteção!

- No decorrer do curso você irá aprender como eliminar esta grande dúvida. Calma, nós ainda estamos na primeira aula!



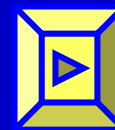
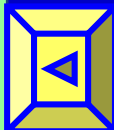
E se nós desligarmos todas as cargas?

- A página anterior pode ter levado você a esta conclusão, ou seja, se a fonte está "morta" porque há um curto em uma de suas saídas, bastaria desligar as cargas e a fonte voltaria a funcionar.
- Pode ser que sim, pode ser que não. Sabe por que?
- Algumas SPMS não funcionam se estiverem sem carga.
- Antigamente existiam fontes que não podiam ser ligadas sem carga porque saía queimando um monte de coisa. Hoje, **ALGUMAS** fontes, que não podem trabalhar sem carga, param de chavear quando não há consumo.
- Como toda fonte que se preza foi projetada para alimentar uma carga, então não custa nada colocar uma carga "fantasma" em pelo menos uma de suas linhas de alimentação.
- Como fazer isto será tratado com detalhes oportunamente. No momento estamos apenas "preparando o terreno" e o "alicerce" para construir uma casa que não caia depois! Nosso curso não pretende lhe dar meia dúzia de dicas e sim, deseja que
você aprenda definitivamente.



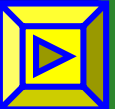
E quando a fonte está em *stand by* ?

- Outro ponto para qual precisamos chamar sua atenção nesta primeira aula é quanto ao comportamento apresentado por algumas SMPS quando são colocadas em *stand by*.
- Atualmente há uma tendência nos projetos de não se desligar a fonte totalmente.
- Em outras palavras, a fonte é colocada em *stand by* (leia-se "istandi bai") ou modo de espera.
- Neste caso a fonte pode não zerar todas as suas saídas quando é colocada em *stand by*, mas apenas deixá-las produzindo tensões da ordem de 50% do valor em funcionamento normal.
- Por isso, se você se depara com uma SPMS em que as tensões estão baixas uma coisa é certa, ela está partindo e sustentando a partida.
- A dúvida é descobrir se a falha está na estabilização ou regulação ou se simplesmente não há falha, ela apenas está em *stand by*!



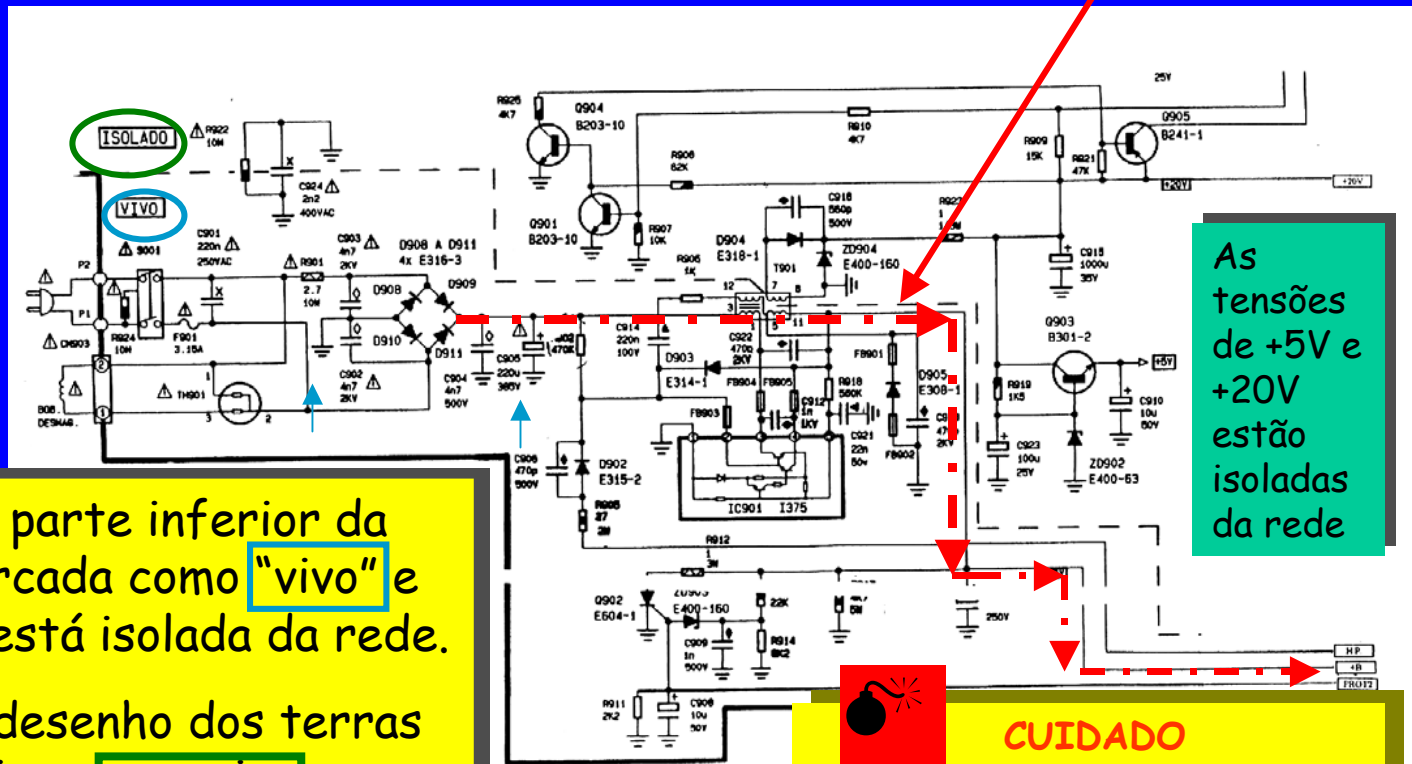
Não coloquemos o carro adiante dos bois ou uma parada para um cafezinho!

- Sabemos que você está com pressa de resolver os problemas que estão acumulados na sua bancada, mas, novamente lembramos, é preciso preparar bem o alicerce para casa não cair depois.
- Perseguindo a idéia de que é preciso entender como as coisas funcionam para poder consertá-las, nas próximas páginas desta 1ª aula iremos tratar de algo que será muito importante na hora de decidir qual a “melhor técnica” pra reparar uma determinada SMPS.
- Sob o ponto de vista da “estrutura geral” de uma SMPS, nós podemos dividi-las em **TIPO SÉRIE** e **TIPO PARALELO**. Os livros formais sobre fonte chaveadas, costumam falar “tudo” sobre elas, mas esquecem de lhe ensinar métodos de reparação. Nesses livros esta “estrutura geral” costuma ser chamada de TOPOLOGIA da fonte.
- Nem sei porque usei esse termo “topologia” num curso prático de reparação que não pretende ser acadêmico nem pedante. Deve ser apenas para ajudar a aumentar a sua “cultura geral”.
- Esse lero-lero serviu para um pequeno e necessário *relax* no meio do seus estudos. Passaremos a estudar, nas *slides* seguintes, a diferença entre FONTE SÉRIE e FONTE PARALELA.



A fonte Tipo Série

- As duas principais características de uma fonte tipo série são:
 - 1) NÃO SER ISOLADA DA REDE
 - 2) A tensão de saída está EM SÉRIE com a tensão de entrada.
- Vejamos isso num exemplo prático com a fonte do chassis CPH 05 da Philco.



Observe que a parte inferior da fonte está marcada como "vivo" e portanto, não está isolada da rede.

Entretanto, o desenho dos terras da parte inferior e superior (isolado) são os mesmos !!!

As tensões de +5V e +20V estão isoladas da rede

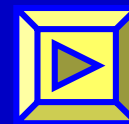


CUIDADO

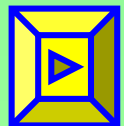
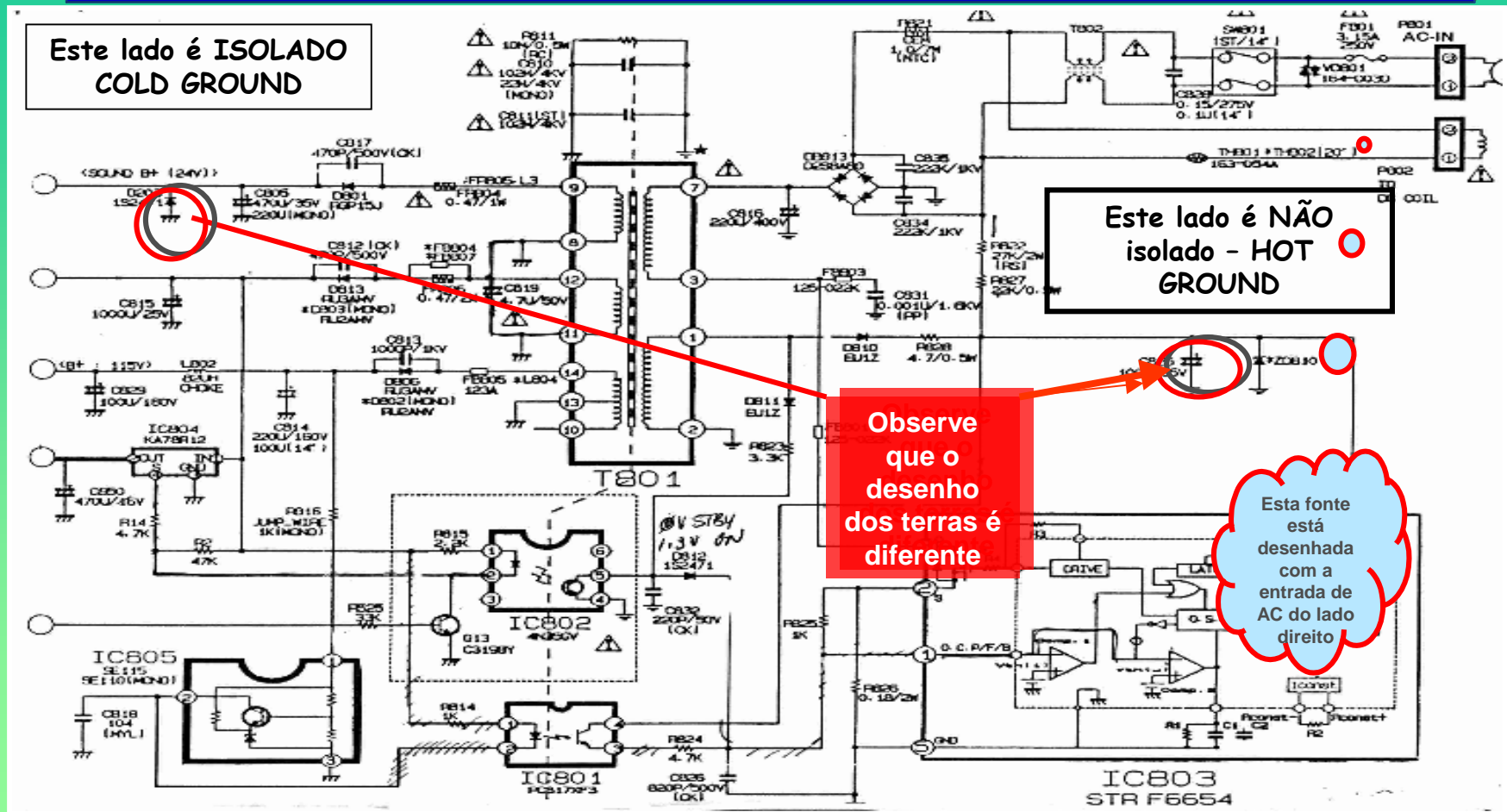
A tensão de +B NÃO está isolada da rede.

Por que é importante saber isso?

- Duas técnicas que apresentaremos durante este curso para o reparo de SMPS é o uso de fontes externas ou de "jumpeamento"
- Para utilizar essas técnica ou recursos é importante saber reconhecer se a fonte é Série ou Paralelo.
- Por essa razão vamos insistir para que você aprenda a fazer esse reconhecimento.
- Atualmente há uma tendência de uso de fontes Paralelas principalmente pela questão do isolamento das tensões de saída.



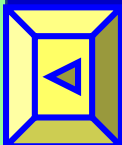
Identificando uma fonte paralela



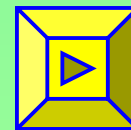
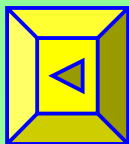
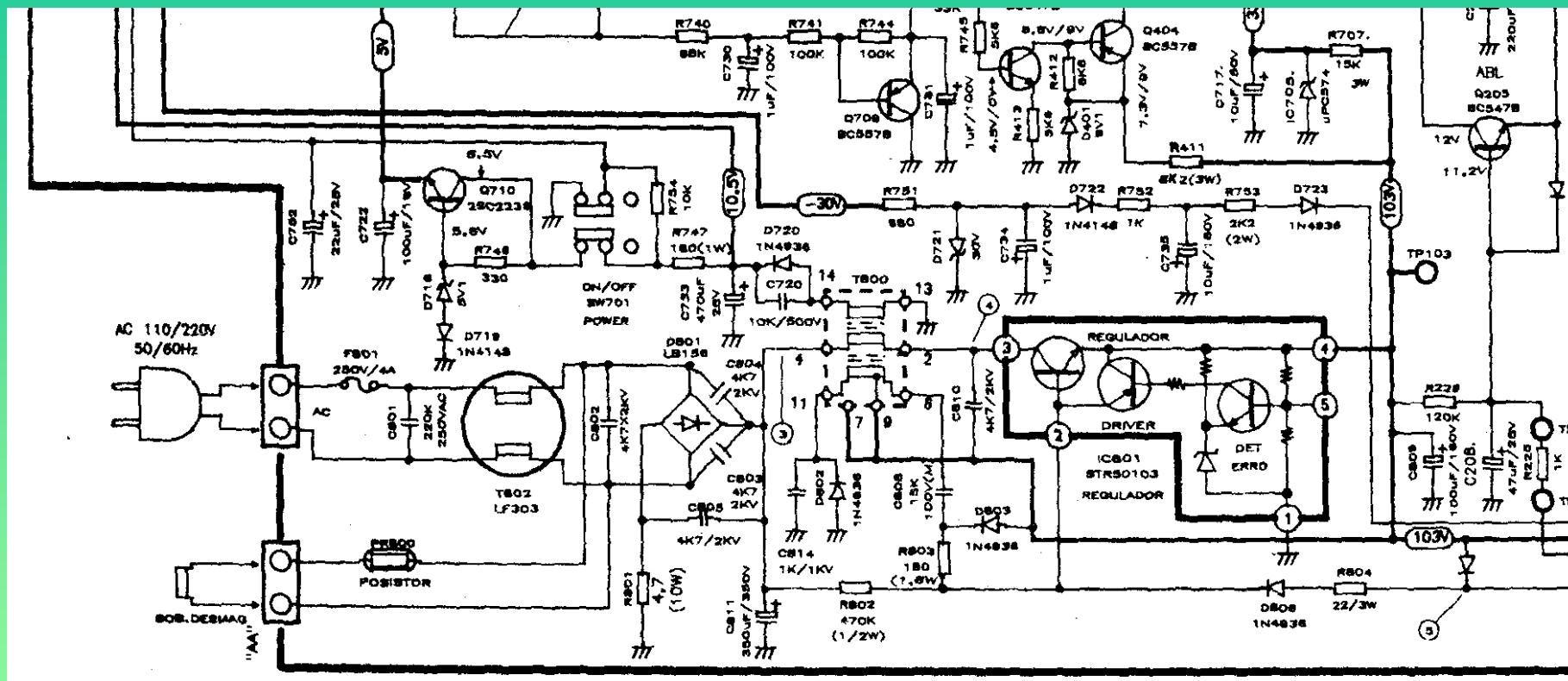
Exercícios nº 1

1. Olhando a fonte da página 22 você saberia dizer quantos volts, no máximo, deveriam aparecer em C 905 (A fonte Tipo Série).
Pense um pouco. Se tiver dúvida veja como se descobre isto na página 29.
2. Se você não tiver o esquema ou tiver dúvida se uma fonte é ou não isolada da rede o que você faria para descobrir? Se tem dúvida vá na página 31, mas antes pense um pouco. Se a sua resposta não coincidir com a nossa mande um e-mail para analisarmos o assunto.
3. Nas páginas 26, 27 e 28 você vê o esquema de três fontes. Identifique quais são tipo série e tipo paralelo.
4. Enumere os cinco blocos básicos que compõe uma fonte chaveada.
5. Enumere os principais defeitos de uma fonte chaveada. (sugestão veja pág. 17)
6. Existem três causas básicas para uma fonte não apresentar nenhuma tensão nas suas saídas. Quais são?

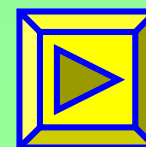
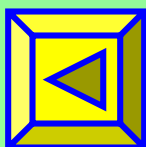
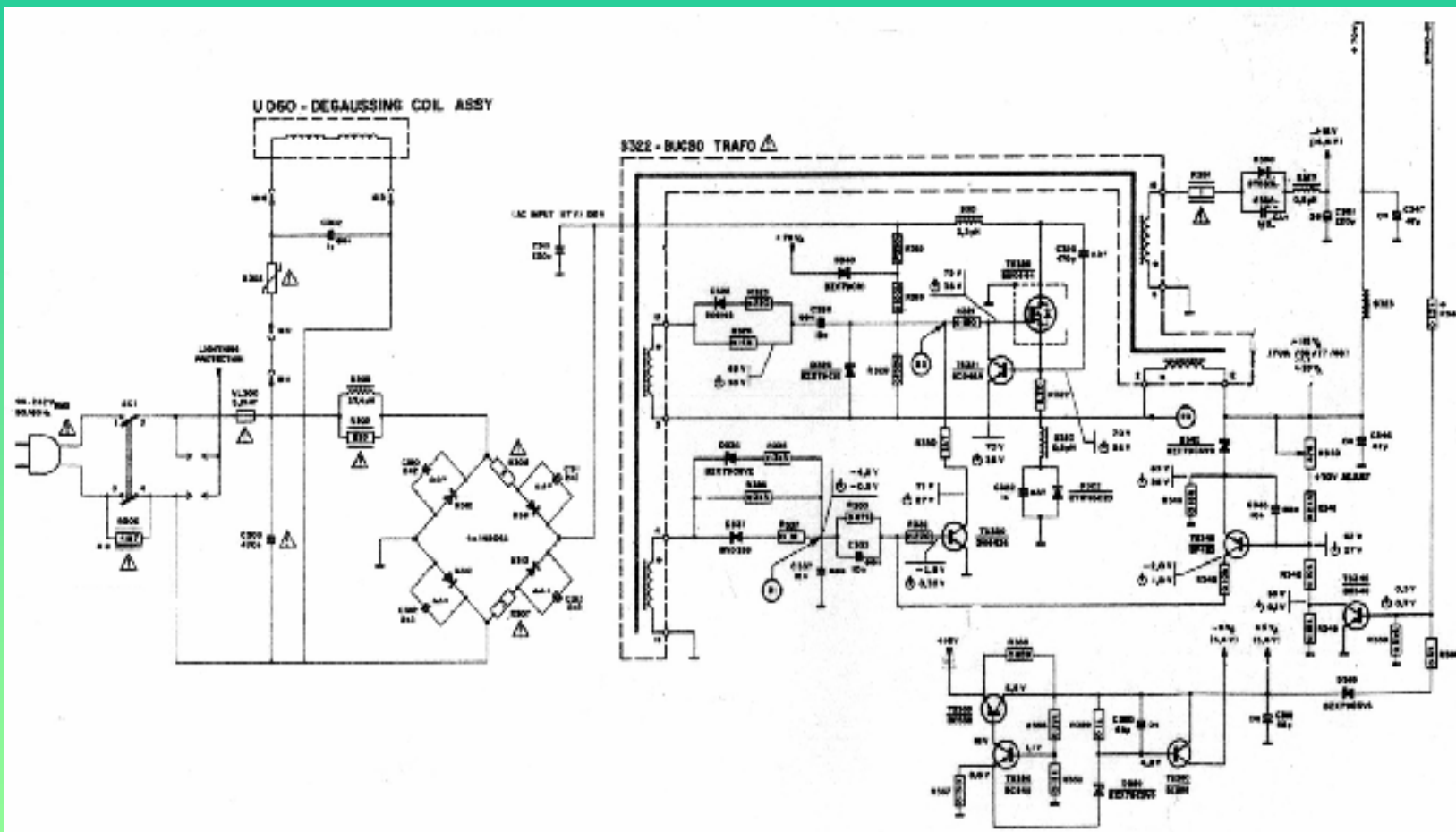
As respostas a estas questões e seus comentários estarão disponíveis na Internet.



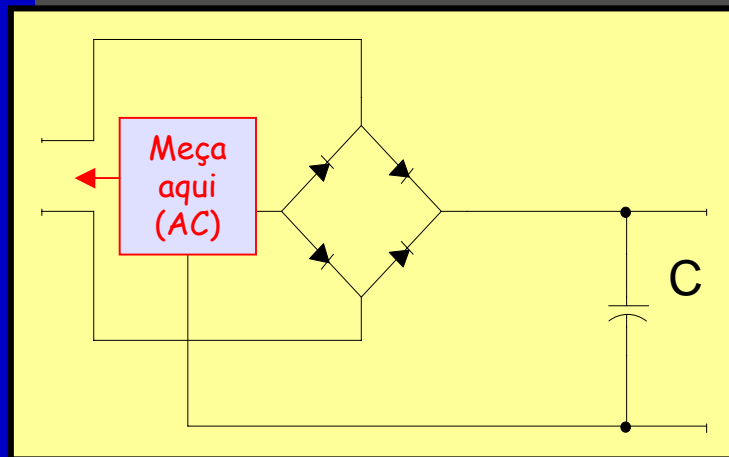
Fonte do Televisor CCE HPS 1460 e outros



Fonte Philips Chassis GR1



Como se descobre o valor da tensão DC no capacitor de filtro da retificação



Retificação em ponte com capacitor de filtro

O circuito ao lado é um retificador em ponte com um capacitor.

Se não ligarmos nenhuma carga ao circuito o capacitor se carregará no pico da tensão da rede e manterá esta tensão sobre ele.

Este será o valor máximo que poderá aparecer no capacitor.

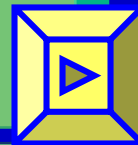
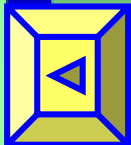
Se ligarmos uma carga em paralelo com o capacitor a tensão DC cairá conforme a corrente da carga.

O "novo" valor da tensão DC dependerá, basicamente, do valor da carga (consumo) e da capacitância.

Para saber o valor da tensão DC faça o seguinte:

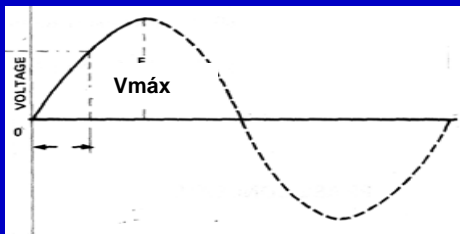
- 1) Meça a tensão AC RMS que está sendo aplicada à ponte retificadora.
- 2) **Multiplique o valor encontrado por 1,41.** Este é o valor DC sobre o capacitor se não houver carga.

Pegue uma fonte qualquer e experimente.



As formas de onda no retificador de onda completa

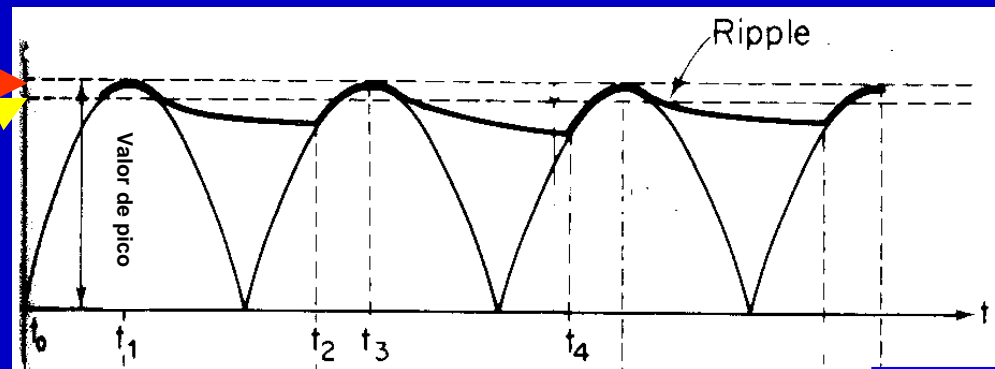
- Quando você mede uma tensão senoidal com o seu voltímetro seja ele digital ou analógico você não está medindo o valor de pico ($V_{\text{máx}}$ na figura abaixo).



A escala AC dos voltímetros indica o valor médio chamado de valor eficaz ou RMS.

Valor de Pico = $1,41 \times V_{\text{RMS}}$

Valor DC – Dependerá da corrente de carga e do valor capacitor de filtro

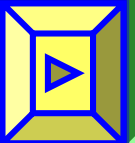
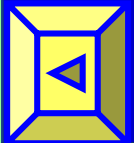


Como saber se uma fonte é ou não isolada da rede.

Muito simples.

Com o aparelho desligado da rede meça a continuidade entre o negativo do capacitor de filtro da ponte retificadora de entrada e o aterramento do *tuner* ou de outro terra onde haja contato com o usuário

Se a resistência for próxima ou igual a zero ohms a fonte não está isolada.



The End

Parabéns! Você chegou ao fim da 1ª aula.

Neste momento você deve se sentir apto a realizar avaliação e nos enviar por e-mail.

E agora, está na hora de progredir mais um pouco e continuar investindo no seu futuro.

Vamos para a 2ª aula.

Volta ao [início](#)

2ª Aula

Na segunda aula do nosso curso de Reparação de Fontes Chaveadas trataremos dos seguintes assuntos:

- ✓ A importância da Lâmpada Série no reparo de Fontes Chaveadas.
- ✓ Como construir uma Lâmpada Série versátil.
- ✓ O método de reparo de Fontes Tipo Série.
- ✓ Como trabalhar com fontes externas.
- ✓ Como construir algumas fontes úteis.
- ✓ O método de reparo de Fontes Tipo Paralelo.
- ✓ Como eliminar a dúvida se o defeito está mesmo na fonte.
- ✓ Exercícios.
- ✓ Avaliação da 2ª aula.

Clique ao lado
p/continuar



**Nenhum problema novo pode ser resolvido pelo
mesmo raciocínio velho que o criou.**

Einstein

As fontes chaveadas têm um princípio de funcionamento bem diferente das antigas fontes lineares.

Isto exigirá novas formas de raciocínio e novos métodos de trabalho com os quais você talvez não esteja muito acostumado.

É disto que nos ocuparemos nesta segunda aula.

Talvez você leve um susto no início. Por isso, sugerimos que você se inspire no que disse Einstein há alguns anos atrás e que se encaixa muito bem a este momento.



A Lâmpada Série: Antes de mais nada, como funciona ?

- Num circuito em série a corrente é igual em todos os elementos do circuito e a queda de tensão em cada elemento corresponde ao produto desta corrente pela sua resistência.
- Se colocarmos duas lâmpadas incandescentes em série elas acenderão com intensidade proporcional a tensão que se estabelece em cada uma delas.



No exemplo ao lado a tensão em cada lâmpada ficou igual a metade da tensão aplicada porque as duas lâmpadas são de mesma potência.

Perguntinha: Se trocássemos as lâmpadas de 40 W por 100 W qual seria a tensão em cada uma delas?



Clique p/voltar



Vamos entender definitivamente a Lâmpada Série

- Se as lâmpadas forem de **igual potência**, elas terão a **mesma resistência** e portanto, como as resistências são iguais a tensão em cada uma será metade da tensão aplicada. Foi isto que você respondeu na pergunta da página anterior?
- Se você ainda está em dúvida sugerimos que você faça uma montagem rapidamente e realize as medidas para comprovar, na prática, este importante conceito.



100 Watts



25 Watts

Perguntinha:

Qual das duas lâmpadas ao lado tem menor resistência?



Lâmpadas Incandescentes: Relação entre Potência e Resistência

- A Lâmpada de 100 Watts acende mais forte do que a de 25 Watts. Você concorda?
- Isto acontece porque a corrente na lâmpada de 100 W é maior do que na lâmpada de 25 W.
- Logo a Lâmpada de 100 w tem resistência menor que a de 25 W.



*De um modo geral , quanto **Maior a potência** da lâmpada, **Menor** será sua **resistência**.*

Ah! E` bom lembrar que esta regra só vale para lâmpadas incandescentes.



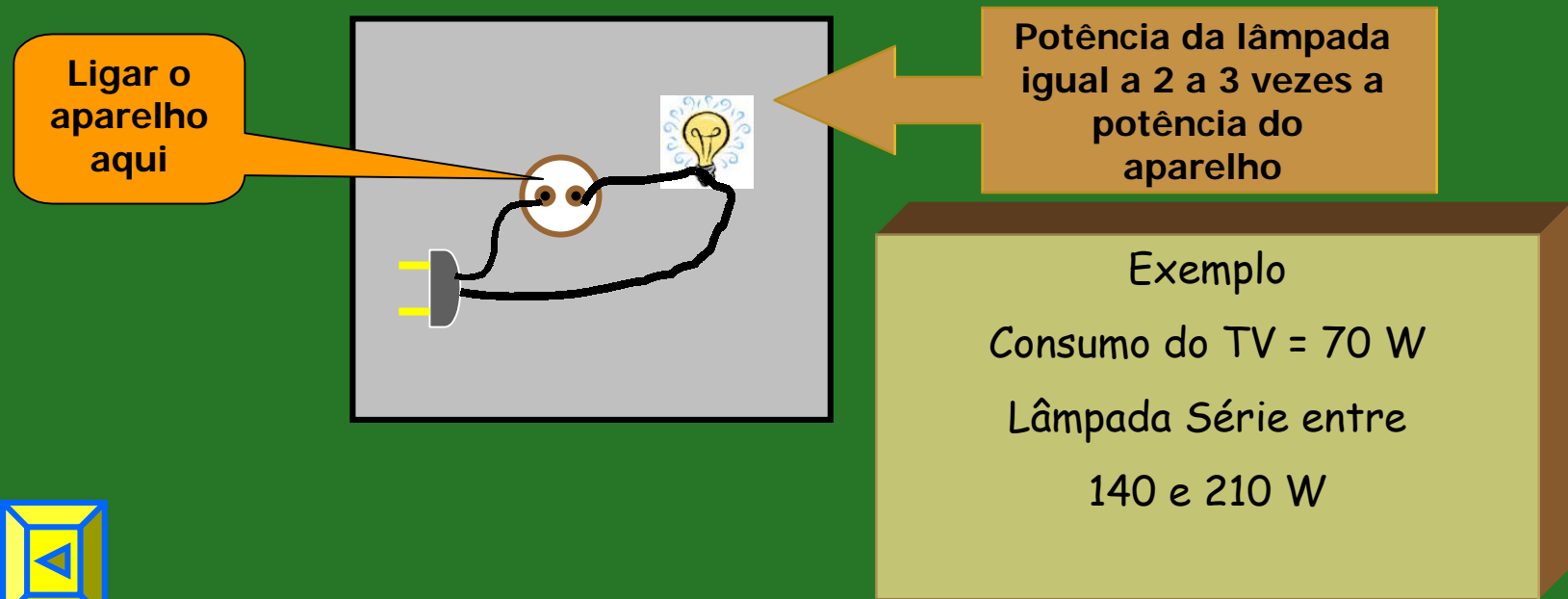
Por que é preciso saber isto?

- O principal objetivo de utilizarmos uma lâmpada série quando reparamos um equipamento elétrico é que, se o aparelho estiver em curto, ao ligarmos à rede elétrica, queimaremos o fusível do aparelho ou da nossa casa.
- Neste caso a lâmpada em série "absorverá" este curto e não deixará o fusível queimar.
- Entretanto, nas páginas anteriores tivemos a intenção de mostrar que é importantíssimo levar em conta a potência da lâmpada que será colocada em série com o aparelho.
- As modernas fontes chaveadas (SMPS), geralmente, trabalham entre 90 e 240 Volts.
- Entretanto, o consumo inicial na partida produzirá uma queda de tensão muito grande e se a lâmpada tiver potência insuficiente a fonte não conseguirá partir porque estará recebendo uma tensão menor que a mínima necessária.
- Você deve começar a pensar que deve haver um critério para escolher a potência da lâmpada.
- Foi por não usar este critério que os técnicos começaram a dizer que lâmpada série não serve para consertar fonte chaveada. Pura bobagem!
- Vamos ver este critério na página seguinte e acabar com este mito.



Como escolher a potência da Lâmpada Série

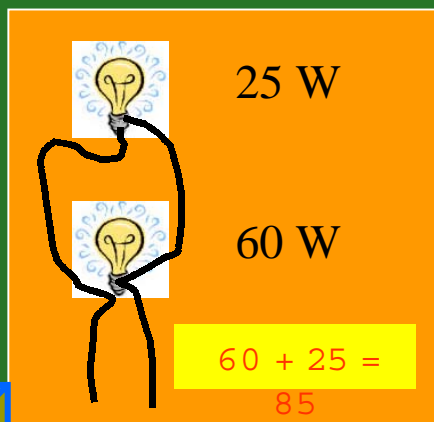
- O objetivo da lâmpada série é atuar como uma espécie de "freio na corrente" permitindo que se possa ligar um aparelho mesmo que ele esteja em curto ou com consumo acima do normal.
- Para obter êxito devemos utilizar uma lâmpada em série cuja potência esteja entre 2 a 3 vezes a potência do aparelho que queremos testar.



Construindo uma Lâmpada Série

- A grande variedade de potência dos aparelhos com que temos que trabalhar hoje em dia nos leva a concluir que precisaremos de lâmpadas de várias potências.
- Entretanto, veremos que usando um pequeno artifício poderemos obter 22 potências diferentes entre 25 e 485 Watts utilizando apenas cinco lâmpadas.
- Como nosso método é fazer com que você saiba o que está fazendo, antes de apresentar a "solução mágica" vamos explicar em que se baseia a "mágica".(se você já sabe fazer esta mágica não se aborreça porque nós temos certeza que tem gente que não sabe).

No circuito ao lado as duas lâmpadas estão em paralelo e representarão um consumo total de 85 W

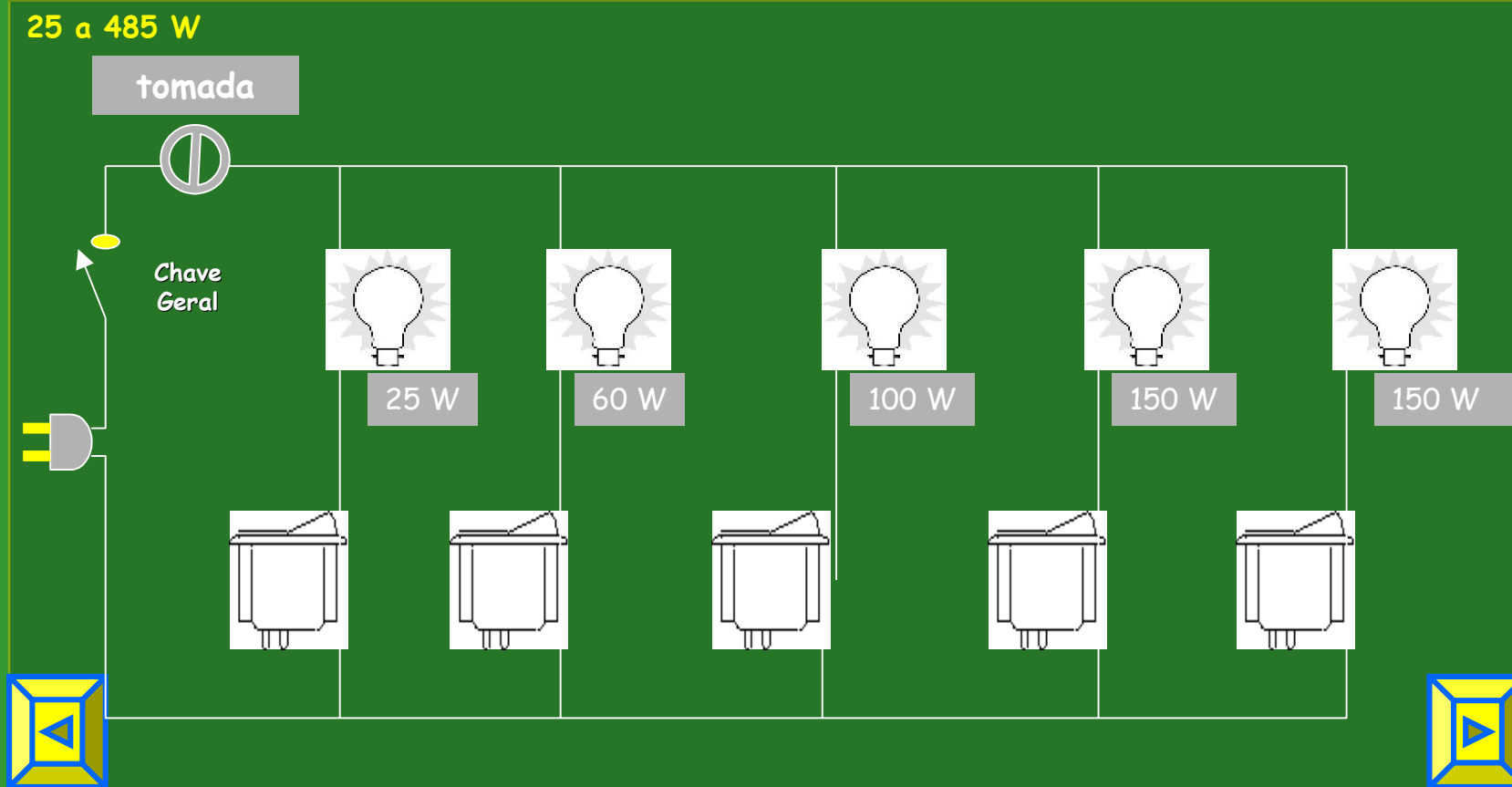


Conclusão

Quando colocamos lâmpadas em paralelo a potência total é igual a soma das potências individuais

Tchan! Tchan! Tchan!

A Lâmpada Série da sua bancada



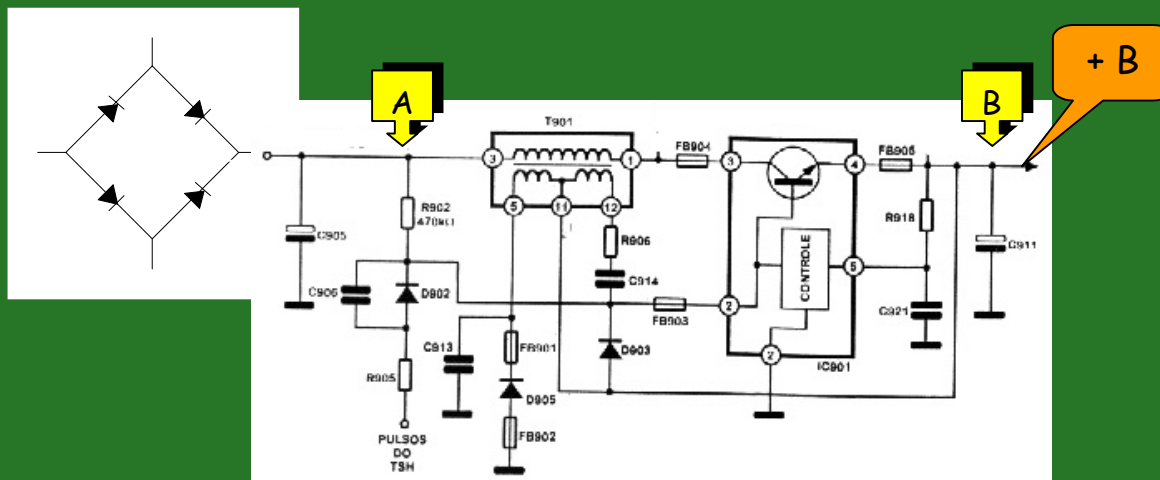
Não queime transistores à toa

- Tem gente que ainda não acredita que a lâmpada série pode evitar prejuízos por conta de transistores queimados, principalmente de saída horizontal.
- A regra mais importante você já aprendeu que é "calcular" a potência da lâmpada em função do consumo do aparelho em teste.
- Mais alguns "truques" práticos precisam ser observados para melhorar a eficiência no uso da lâmpada.
- No caso de televisores e monitores, talvez você precise desligar a bobina desmagnetizadora para que a sua alta corrente inicial não produza uma queda de tensão muito grande e não deixe a fonte partir.
- Alguns aparelhos podem apresentar uma corrente inicial relativamente alta produzindo brilho intenso das lâmpadas mas, isto **NÃO DEVE DURAR MAIS DE QUE ALGUNS SEGUNDOS**.
- Se tudo estiver bem as lâmpadas deverão se manter quase apagadas.
- Fique atento a luminosidade das lâmpadas e **MANTENHA O DEDO NA CHAVE GERAL** da Lâmpada Série. Se perceber que o brilho das lâmpadas começa a aumentar progressivamente, **DESLIGUE IMEDIATAMENTE** antes que seja tarde de mais!



O +B da Fonte Série

- Se você observar atentamente o circuito verá que o + B de uma fonte série provém diretamente do capacitor de filtro ligado a retificação em ponte.
- Para esclarecer bem isso vamos ver uma simplificação da fonte do chassi CPH 05 da Philco que apareceu na página 22 da 1ª aula. (para retornar para a 2ª aula click ESC)



- Nesta fonte a tensão no ponto B é + 95 Volt.
 - Qual será o valor máximo da tensão em A se a ponte estiver sendo alimentada por 125 V RMS ?
Se você não lembra então releia as páginas 29 e 30 da 1ª aula. (para retornar para a 2ª aula click ESC).
- Se a dúvida persistir consulte-nos pelo e-mail do curso mas, não deixe a dúvida para trás.



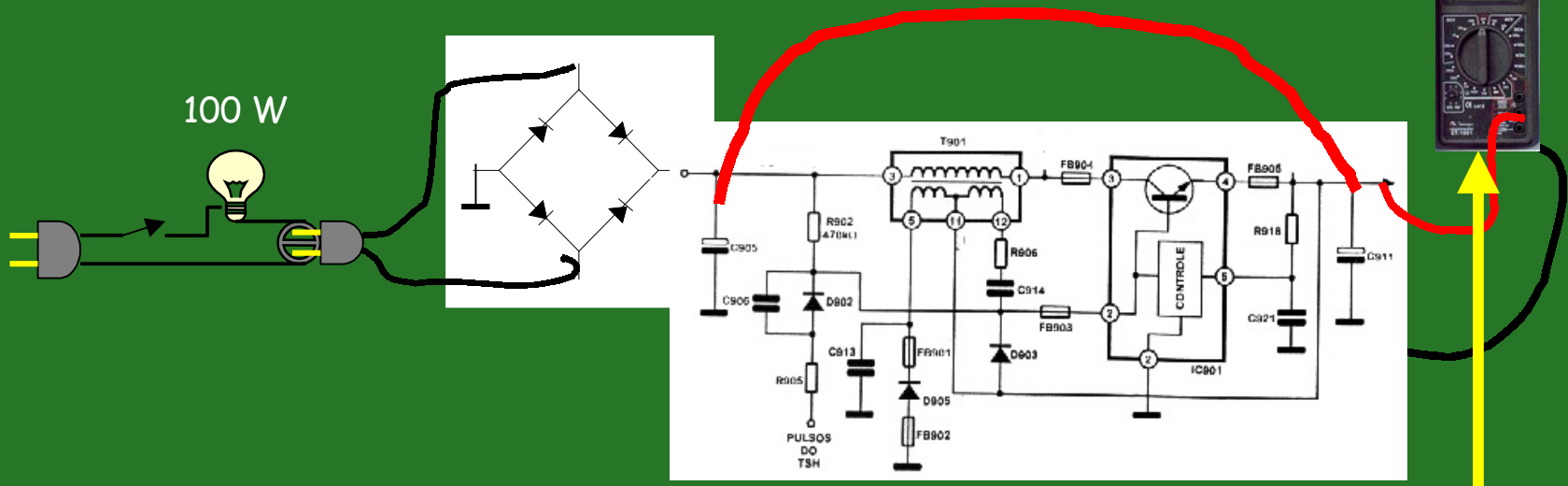
O que acontece entre A e B?

- No circuito da página 11 a tensão em A será no máximo de 176 V DC se a rede estiver com 125 V RMS.
- Entretanto, com o televisor funcionando esta tensão cairá para um valor entre 150 e 160 V por causa do consumo de corrente que não deixará o capacitor se manter carregado no pico que seria 176 V (se a rede estivesse com 125 V RMS como no exemplo).
- Neste chassi a tensão em B é + 95 V.
- A queda de tensão entre A e B de 160 para 95 ocorre por causa do chaveamento do transistor interno ao IC 801 e que está série no circuito e interrompe a carga do capacitor C 911 durante algum tempo.
- Se esta fonte não estiver apresentando nenhuma tensão de + B podemos utilizar o artifício que passaremos a descrever para tentar fazer o televisor funcionar.
- Primeiramente ligamos o TV a uma lâmpada série. Começaremos com uma potência baixa, por exemplo, 100 Watts e você já irá entender porque neste caso não utilizamos a regra de 2 a 3 vezes a potência de consumo como base.
- A seguir você irá interligar os pontos A e B com um fio tendo o cuidado de manter um multímetro em B para monitorar o valor da tensão.
- Acompanhe isto na página 13.



O método da ponte ou do *jump* na fonte série

Fonte Philco



É importante ao fazer a "ponte" (*jump*) monitorar com o voltímetro a tensão do +B para que não ultrapasse o valor original do circuito.

O que poderá acontecer quando fizermos o *jump*

1. A lâmpada série poderá acender com brilho total . Isto indica que a carga está em curto (Transistor de Saída Horizontal, fly back e etc....).
 2. A lâmpada série acende com pouca intensidade e a tensão de + B pode estar um pouco abaixo ou um pouco acima do valor correto. Em ambos os casos precisamos fazer um ajuste na potência da lâmpada.
- ✓ Se a tensão de + B está baixa então, a potência da lâmpada série precisa ser aumentada.
 - ✓ Se a tensão do + B está alta então, a potência da lâmpada série precisa ser diminuída.

Por isso, neste momento, não utilizamos a regra geral de 2 a 3 vezes a potência do aparelho já que estamos utilizando a lâmpada série também como um redutor da tensão de entrada a fim de obter uma determinada tensão na saída.



Talvez só o *jump* não funcione. E aí?

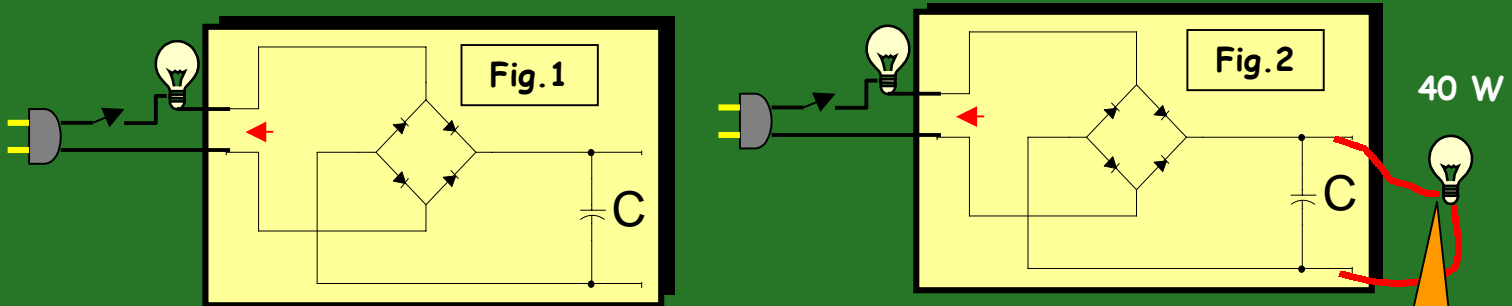
- O que pretendemos com este método que está sendo estudado são duas coisas basicamente:
 1. Verificar se a fonte está mesmo com defeito. Lembre-se que nós dissemos na página 18 da 1ª aula que, às vezes, a fonte "não funciona" porque está se protegendo de uma *over current*.
 2. Fazer com que o aparelho funcione mesmo que a fonte dele esteja com defeito.
- No caso de televisores e monitores uma fonte primordial é a de + B que alimenta o *fly back*, ou melhor, o circuito de deflexão horizontal.
- Entretanto, não basta "inventarmos" uma fonte para o + B como foi proposto na página anterior.
- Nos modernos televisores (ou melhor, todo equipamento atualmente) precisamos de 5 Volts para alimentar o micro controlador e a EEPROM e uma fonte para alimentar o bloco oscilador horizontal (televisores).
- Se o oscilador horizontal não funciona, a deflexão horizontal também não e portanto, mesmo que haja um curto neste circuito a fonte que improvisamos com o *jump* não "verá" nenhum consumo.

Veja o que fazer na página seguinte.



O que pode acontecer com a tensão do +B quando fazemos um *jump* numa fonte série

- Observe as duas situações abaixo. Na figura 1 temos uma retificação em ponte ligada a uma lâmpada série mas, a fonte não está fornecendo nenhuma corrente porque não há nenhuma carga ligada a ela. Na figura 2 acrescentamos uma carga à fonte (lâmpada de 40 w servindo de carga).



Perguntinha

Se, nos dois casos, a rede for de 127 v RMS qual será a tensão medida em C na fig.1?

A tensão medida em C no circuito da fig. 2 será **MAIOR** ou **MENOR** que a tensão medida no circuito da fig. 1?

Lâmpada
servindo
como carga
para fonte

Vamos ver se você está entendendo mesmo

- No circuito da fig. 1 você deverá medir 179 volts ($127 \times 1,41$) independentemente do valor da lâmpada série porque não há carga e portanto, não há consumo.
- No caso da figura 2 a tensão medida em C será MENOR que a medida na situação da fig.1 porque foi ligada uma lâmpada de 40 watts como carga.
- O valor da tensão medida em C na fig. 2 dependerá de duas questões:
 1. A potência da lâmpada série
 2. O consumo produzido pela carga.
- Se você ainda tem dúvida quanto a estas questões envie-nos um e-mail para que o assunto seja esclarecido definitivamente. Não deixe a dúvida para trás.



O que fazer se o "método da ponte" (*jump*) não fizer o aparelho funcionar?

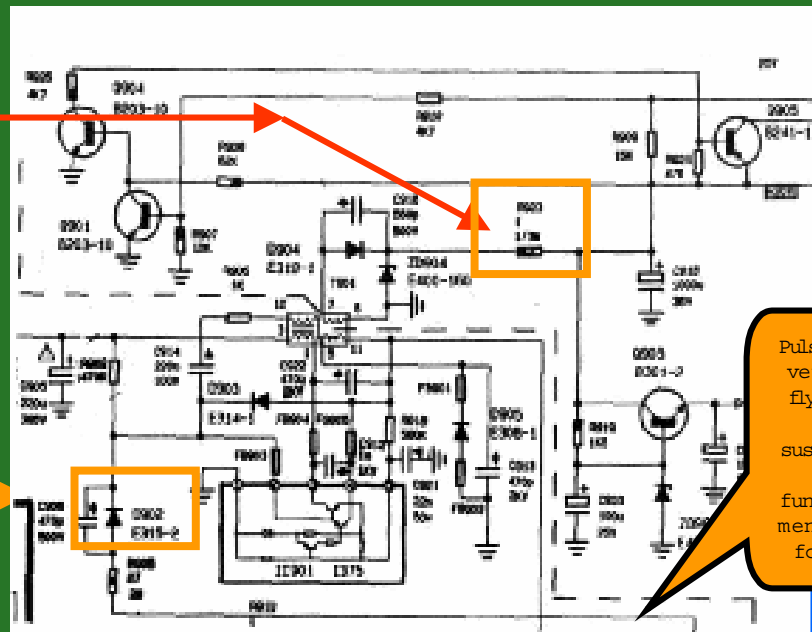
- No caso do chassis CPH 05 que estamos utilizando como exemplo para a nossa abordagem e orientação de como utilizar o "método da ponte" (*jump*) observa-se que a fonte produz ainda uma tensão de 20 v isolada da rede.
- A partir da fonte de 20 v é obtida a tensão de 5 v necessária para o micro controlador e a EEPROM.

Além de fazer o *jump* como indicado na página 13 retire o resistor **R 923** e coloque uma fonte externa de 20 v no ponto A.

Com isto você estará produzindo também 5 v necessários.

Você produziu todas as condições de alimentação para fazer o aparelho funcionar se o defeito estiver na fonte original.

Remova o diodo **D 902** para evitar que a fonte receba pulso fly back caso o TV funcione.





CUIDADO!!!



1. O "método da ponte" explanado até aqui só pode ser utilizado em fontes Tipo Série e com o auxílio de lâmpada série.
2. NUNCA utilize esse procedimento em fontes Tipo Paralelo



Exercício nº 1

Para facilitar seu trabalho todas as figuras referentes a este exercício estão sendo repetidas no arquivo anexo denominado "figuras p/ exercício - 2ª aula".

1. A fonte da página 27 da 1ª aula é tipo série.

Como você procederia para utilizar o "método da ponte"?

2. A fonte da página 26 da 1ª aula também é tipo série. Como utilizar o "método da ponte"?
3. Você poderia utilizar o "método da ponte" na fonte da página 28 da 1ª aula ? Por que?



Construindo uma fonte para o + B de TVs e Monitores que utilizam fonte Tipo Paralelo.

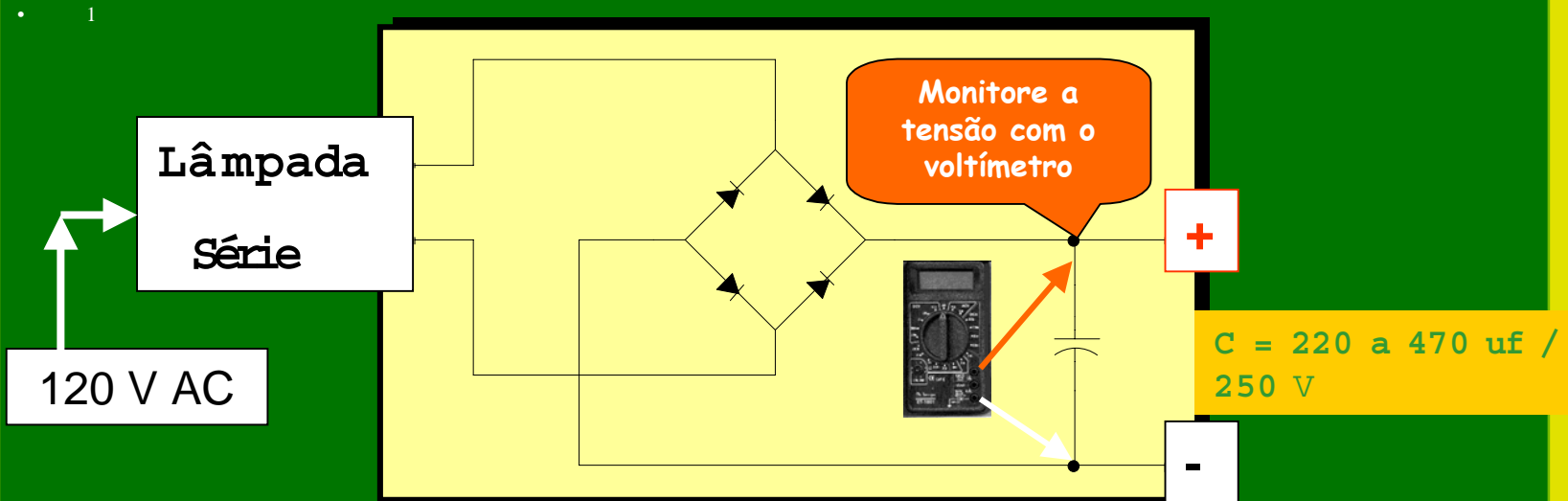
- Já vimos que não podemos utilizar o “método da ponte” em fontes tipo paralelo.
- Todavia, veremos que seria vantajoso poder eliminar a dúvida quanto ao aparelho ter ou não defeito na sua fonte substituindo-a por fontes lineares convencionais.
- O + B destes aparelhos (TV e monitores), em média, costuma ser entre 70 e 130 volts aproximadamente.
- Uma fonte auxiliar para substituir o + B original vai ser mostrada abaixo e poderá ser construída com peças de suas sucatas.

É altamente recomendável, ou melhor, **obrigatório** utilizar a lâmpada série quando utilizamos fontes auxiliares.

Mantenha sempre o voltímetro monitorando a tensão que a fonte auxiliar está fornecendo.



O circuito da Fonte de + B auxiliar.



1. O conjunto **não deve** ser alimentado por uma rede de 220 Volts.
2. Cuidado: Esta fonte não estará isolada da rede a menos que você utilize um transformador isolador. **Veremos isto melhor na página seguinte.**
3. O valor da tensão de saída dependerá da corrente de carga e deverá ser o ajustado com o auxílio da potência da lâmpada série.

O problema de interligar duas fontes NÃO ISOLADAS

- O circuito de entrada das fontes chaveadas é composto por uma retificação em ponte similar a que sugerimos você montar para utilizar como fonte auxiliar e, como você pode observar nos esquemas dos aparelhos, este circuito não é isolado da rede.
- Isto significa que dependendo da maneira como encaixarmos o cabo de força na tomada poderemos o terra de entrada do aparelho (negativo do capacitor de filtro) ligado à fase ou ao neutro da rede elétrica.
- O mesmo problema acontecerá com a fonte que estamos propondo que você construa para utilizar com fonte auxiliar de + B.
- Para evitar este tipo de problema você pode utilizar um transformador de isolamento,
- Este transformador tem uma relação de espiras de 1 para 1.
- Se você está trabalhando com uma rede de 220 volt terá que utilizar um transformador para abaixar para 120 volts e aí o transformador já fará também o papel de isolador.

Cuidado

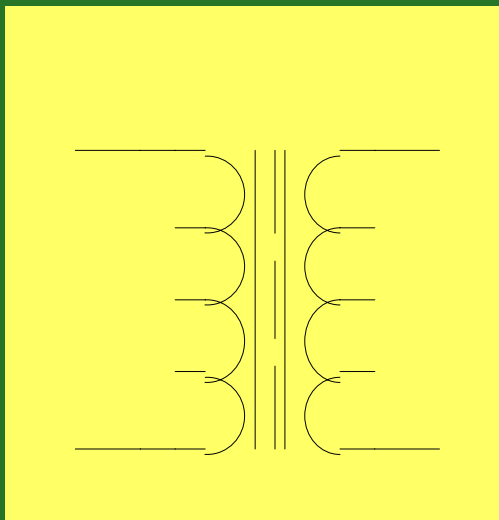
Não utilize um auto transformador porque eles não são isoladores.

A maioria dos transformadores 110/220 do mercado são auto transformadores.

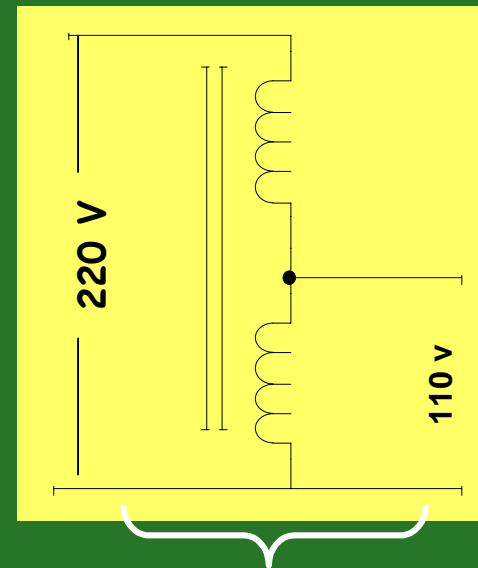


Transformador Isolador e Auto Transformador

TRANSFORMADOR



AUTOTRANSFORMADOR



TERMINAIS COMUNS



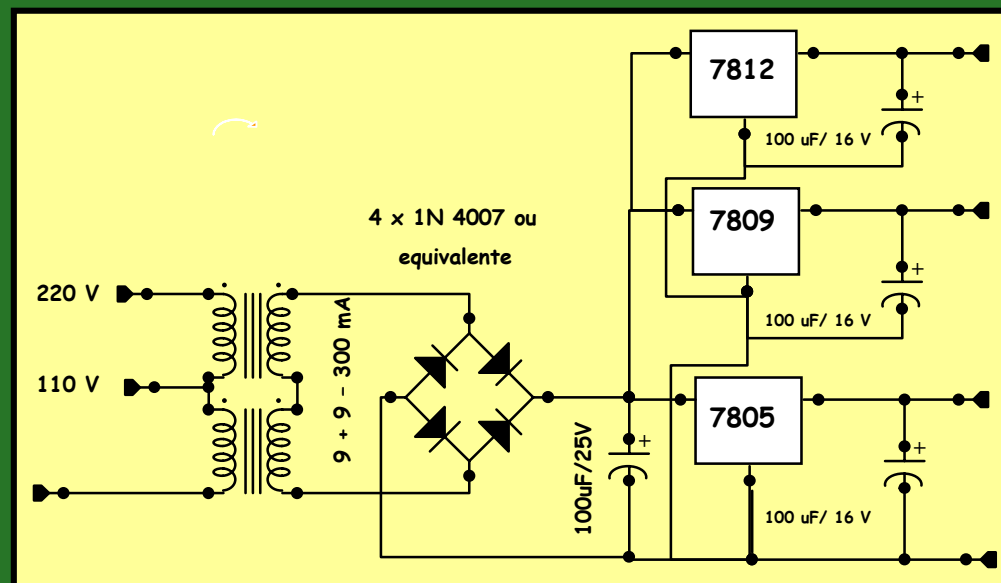
Onde queremos chegar?

- No trabalho com televisores e monitores a fonte de + B é, sem dúvida, uma das mais importantes mas, não é a única com que devemos nos preocupar.
- Nesta 2ª aula, estamos propondo que antes de tentar consertar a fonte do aparelho você se certifique que ela realmente está com defeito.
- Por isso estamos sugerindo que você construa algumas fontes auxiliares básicas para tentar fazer o aparelho funcionar com elas .
- Se o aparelho também não funcionar com as fontes externas então, o defeito não deve estar na fonte dele ou, na melhor das hipóteses, não está só na fonte.
- Como vimos na página 18 da 1ª aula a maioria das fontes chaveadas entra em proteção quando está em sobre carga e aí pode ficar pensando que o defeito está na fonte e na verdade não está.
- O método das fontes auxiliares vai lhe ajudar a eliminar esta dúvida.
- Vejamos a seguir quais as outras fontes auxiliares que são importantes.



Construindo outras fontes auxiliares

- Três fontes muito importantes nos equipamentos atuais são: 5 volts (Micro Controlador e EEPROM), 9 volt e 12 volts.
- Existem maneiras diversas de construir estas fontes. Abaixo apresentamos uma sugestão bastante simples e barata.



As principais Fontes de um TV Moderno

Esta é uma fonte de um televisor LG.

As principais tensões para fazê-lo funcionar são:

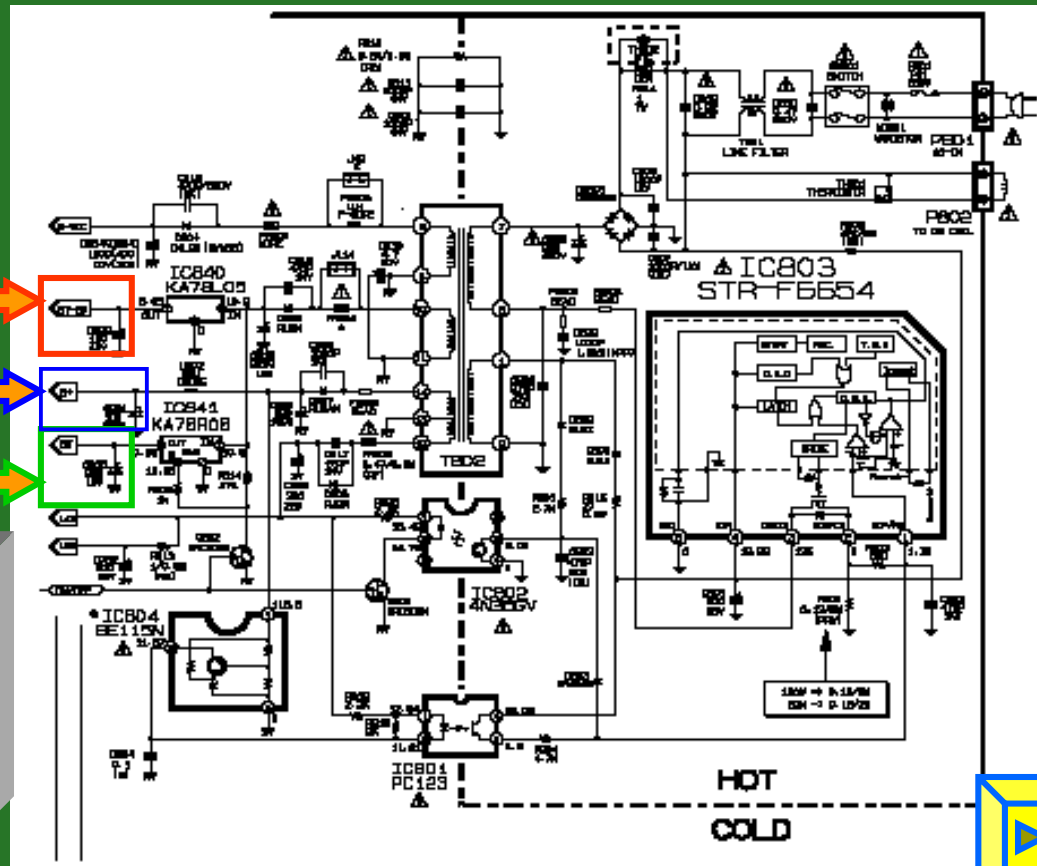
1) 5 V para micro e memória

2) + B para Fly Back

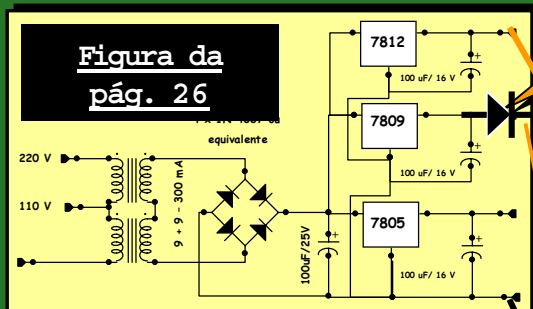
3) 8 V p/ One Chip

ATENÇÃO

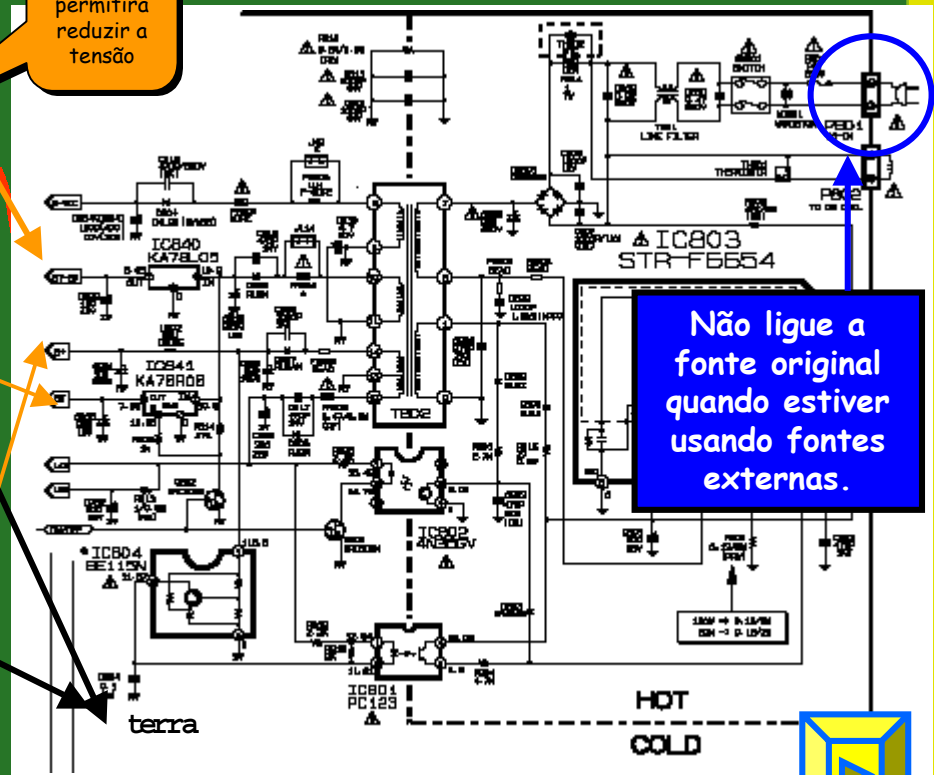
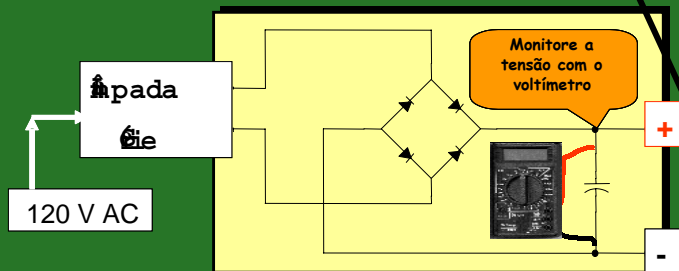
A principal tensão do One Chip é a que dispara o Oscilador Horizontal. (H Start)



Demonstrando como se faz



Este diodo permitirá reduzir a tensão



Não ligue a fonte original quando estiver usando fontes externas.

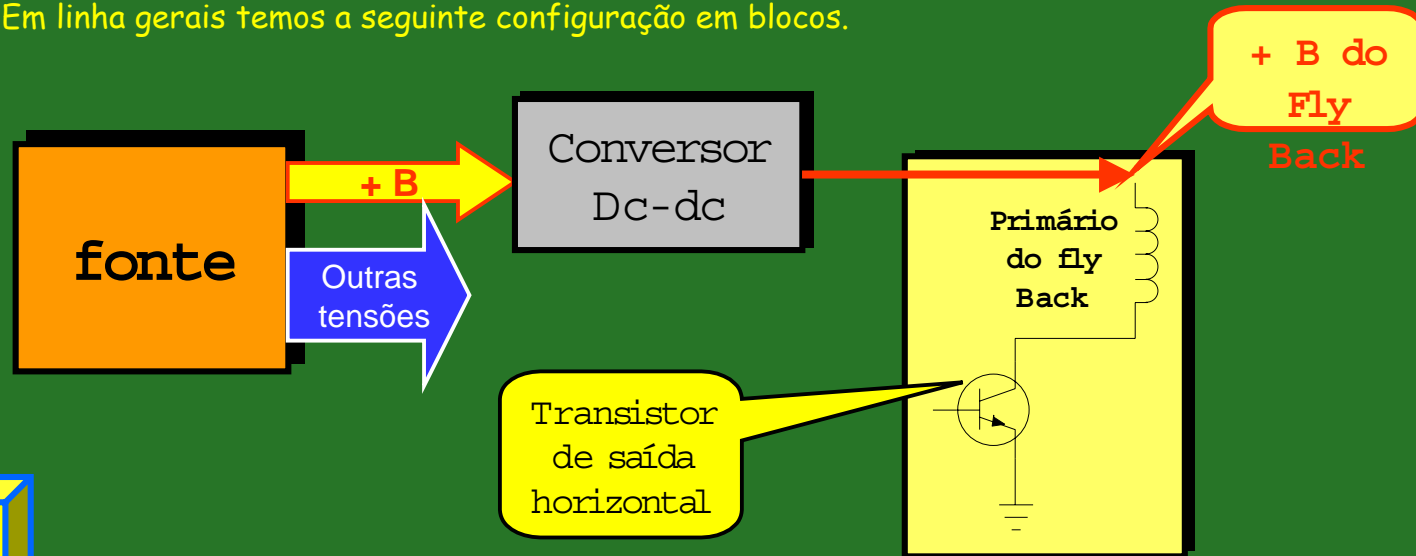
Você talvez não tenha pensado nisso antes

- Como disse Einstein "problemas novos, precisam de soluções novas".
- As fontes chaveadas costumam "se proteger" quando a carga está em curto OU consumindo mais do que o previsto.
- Esta é uma das razões pela qual o fusível não abre mesmo quando uma carga está em curto.
- Quando você encontra um fusível "queimado" é, quase certo que o problema aconteceu no primário da fonte e não no secundário, principalmente se a fonte for do Tipo Paralelo.
- Usar o "método da ponte" ou da fonte externa vai lhe ajudar a descobrir se o defeito é da fonte ou do aparelho (ou se você e seu cliente forem muito azarados, poderá haver defeito no aparelho e na fonte).
- O exemplo dado aqui se baseou em televisores mas, nada impede que ele seja aplicado a vídeo cassetes, dvd ou monitores com as devidas adaptações que a sua imaginação e criatividade saberá encontrar, não deixando de dar atenção as regras de segurança.
- Por falar em monitores, este método é particularmente útil em monitores. Vejam os porque no exemplo a seguir.



A alimentação do Fly Back nos monitores

- Os monitores costumam ter um circuito "intermediário" entre o + B da fonte e o pino de alimentação do *fly back*.
- Alguns fabricantes, como a Samsung, chamam este circuito de HV Regulator enquanto outros preferem designar por conversor DC-DC.
- Independente do nome, a missão deste circuito é "ajustar e regular" a tensão do + B do fly back que, nos monitores, tende a variar de acordo com a resolução escolhida.
- Em linha gerais temos a seguinte configuração em blocos.



Onde está o defeito: no conversor DC-DC ou no Fly Back?

- Se o conversor DC-DC estiver defeituoso o fly back não irá funcionar e se o fly back não funcionar o conversor DC-DC ficará parado.
- Numa situação destas você ficará diante daquele conhecido dilema: "se ficar o bicho come mas, se correr o bicho pega".
- Não lhe ensinaremos como resolver o "problema do bicho" porque não faz parte deste curso (!) mas, o problema do monitor é simples:
 - 1) desligue a alimentação do fly back que vem do conversor DC-DC;
 - 2) ligue uma fonte externa (com uma lâmpada série) no pino de alimentação do fly back ;
 - 3) ligue o monitor normalmente.

Se o monitor **funcionar**, mesmo com uma deficiência no tamanho da imagem, isto significa que o **defeito está relacionado ao conversor dc-dc**.

Se o defeito estiver relacionado ao fly back o monitor não irá funcionar e a lâmpada série poderá acender forte indicando que há um curto no circuito de deflexão horizontal.



Talvez tenha surgido uma dúvida

- No item 3 da página anterior nós dissemos para você "ligar o monitor normalmente", ou seja, você deverá utilizar as fontes do monitor em conjunto com a fonte externa que irá alimentar APENAS o fly back.
- Entretanto, na página 28 há uma nota (em azul) dizendo para não ligar a fonte original quando utilizar as fontes externas.
- Afinal, pode ou não pode deixar as duas fontes "conviverem" juntas no mesmo circuito?
- Não existe inconveniente de utilizarmos as duas fontes ao mesmo tempo mas, precisamos estar atentos quanto a questão dos aterramentos por que a nossa fonte de + B improvisada não está isolada da rede (a menos que você esteja utilizando um transformador isolador).
- Se a fonte original não estiver fornecendo nenhuma tensão ai, não tem jeito, você terá que usar diversas fontes externas.
- Não existe uma regra geral absoluta. Em cada caso você que concluir qual é a melhor opção. Ponha a sua cabeça para funcionar!



The End

Parabéns

Mais uma etapa vencida. Esperamos que esteja gostando e o que aprendeu até agora vá lhe ajudar a resolver os problemas de forma mais rápida.

Se estiver gostando, recomende para seus amigos. Se tiver alguma crítica, envie para que possamos corrigir possíveis falhas neste trabalho que é inédito.

E agora, peça para fazer a avaliação desta 2ª aula e dar início a 3ª.



3ª Aula

Vamos dividir a 3ª aula em duas partes.

Na primeira, que você irá começar estudar a partir de agora, iniciaremos o estudo dos blocos de uma SPMS.

Certamente ela irá lhe tomar mais tempo de estudo do que as duas primeira aulas e, talvez, algumas dúvidas comecem a surgir.

Vamos aguardar os e-mails dos alunos para, em função destas dúvidas, aprofundarmos o assunto.

Partimos sempre de um modelo pedagógico em que não é importante apenas o que instrutor pretende, quer e sabe ensinar mas, principalmente **o que aluno quer saber**.

Por isso, mesmo num curso a distância sua participação é importante para efetuarmos as correções de rumo que se fizerem necessárias ao longo do percurso.

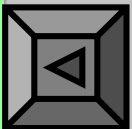
Mãos a obra

Clique aqui
p/continuar



Estudando cada bloco de uma SMPS

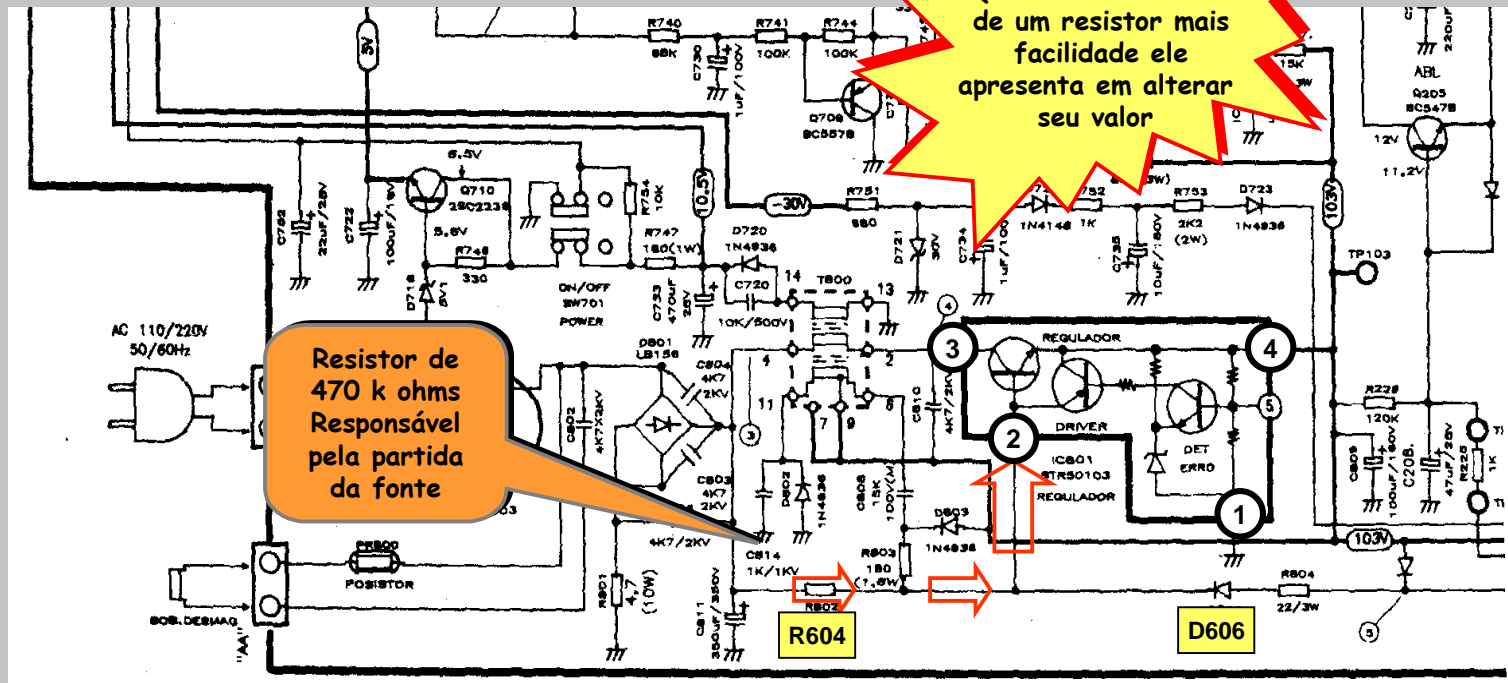
- Na página seguinte iremos repetir o diagrama em blocos da 1ª aula e começaremos a estudar cada um deles do ponto de vista dos circuitos utilizados na prática.
- Através da análise de cada bloco iremos percebendo quais as falhas de uma fonte chaveada, sem deixar de ter em mente, aquele “diagnóstico geral” que foi apresentado na página 17 da primeira aula.
- Começamos pelo bloco designado PARTIDA, por razões óbvias.
- O próprio nome já indica ser este o principal estágio de uma fonte e uma falha em algum de seus componentes teremos como resultado uma fonte “morta”.
- O circuito de partida será o responsável pela inicialização do chaveamento do transistor chaveador.
- O **principal** (não o único) componente deste circuito é nada mais que um resistor (podemos ter mais de um série).
- Nas páginas seguintes vamos apresentar alguns circuitos de fontes e identificar em cada um deles o resistor responsável pela partida da fonte.



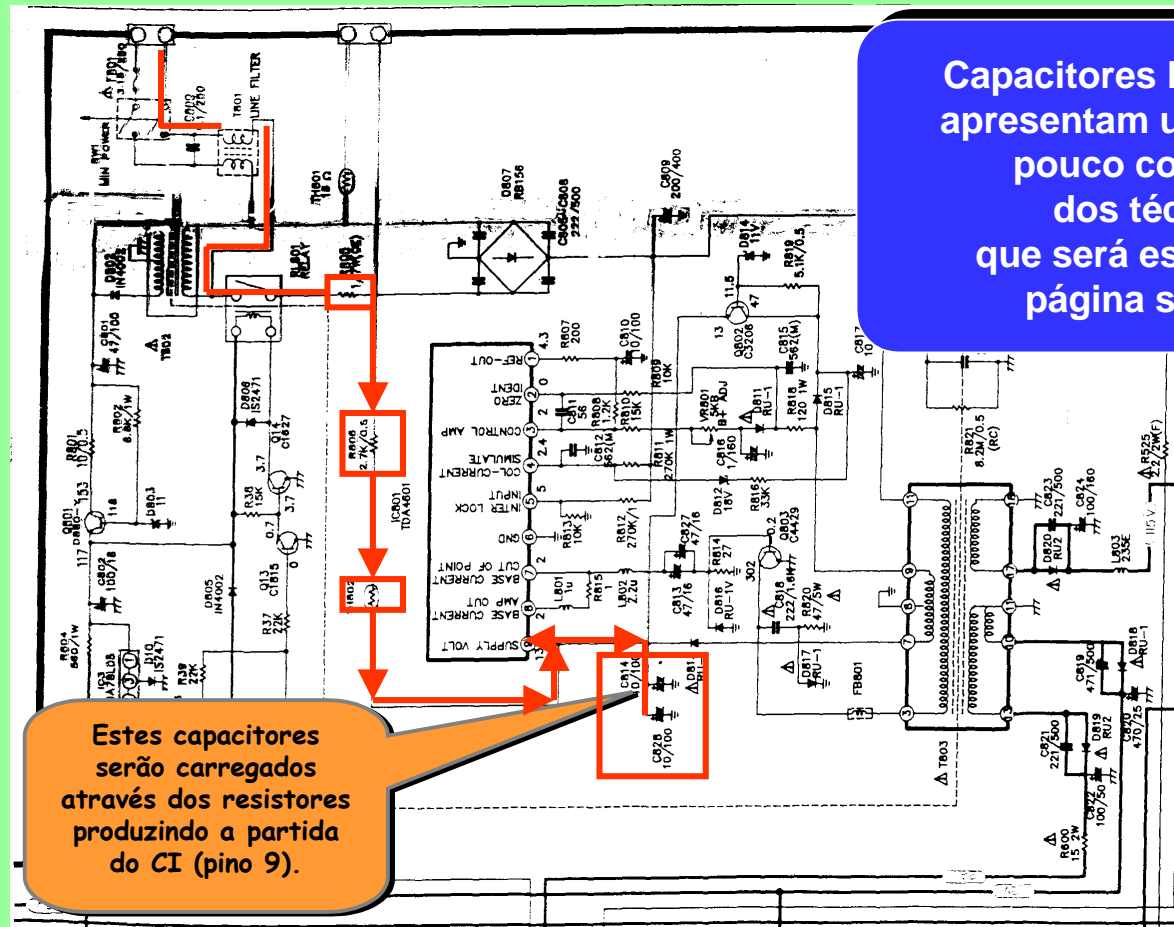
Os cinco blocos de uma SMPS



Resistor de partida na fonte CCE



Circuito de partida numa fonte Goldstar

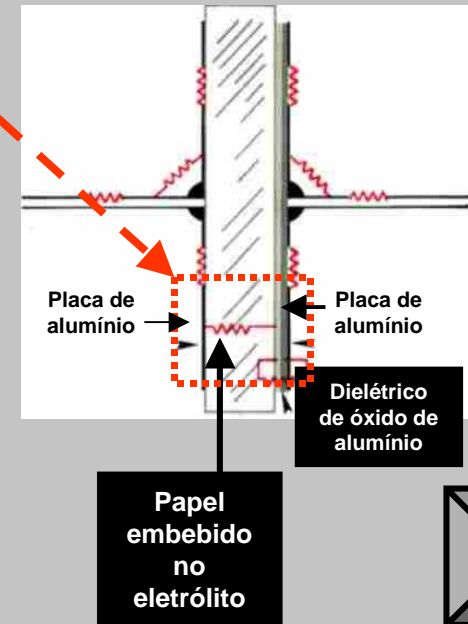


Capacitores Eletrolíticos apresentam um problema pouco conhecido dos técnicos que será estudado na página seguinte

Estes capacitores serão carregados através dos resistores produzindo a partida do CI (pino 9).

ESR - Você sabe o que é isto?

- Resolvemos fazer uma paradinha na análise dos blocos de uma SMPS para tratar de um assunto extremamente importante, principalmente, no reparo de fontes chaveadas: **o comportamento dos capacitores eletrolíticos.**
- **ESR** significa **E**quivalent **S**erie **R**esistance ou, em português, **Resistência em Série Equivalente.**
- Podemos entender que a ESR é composta pelas diversas resistências que surgem na construção do capacitor.
- Entre todas estas resistências duas delas têm uma importância fundamental no caso dos **capacitores eletrolíticos** e aparecem em destaque no retângulo pontilhado da figura ao lado.
- Com o envelhecimento do eletrolítico estas resistências tendem a aumentar o que implica, é claro, no aumento da ESR.
- Por outro lado, capacitores eletrolíticos de má qualidade já "nascem" com ESR **muito alta** e por isso, não são adequados para fontes chaveadas.
- Diversos são os problemas causados por um eletrolítico com ESR elevada.
- Por exemplo, se ele está sendo utilizado como filtro em uma fonte de corrente relativamente alta, haverá a produção de aquecimento interno com o conseqüente ressecamento do dielétrico.

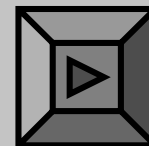
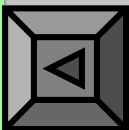


Não confunda esr elevada com fuga no dielétrico

Um pouco mais sobre ESR

- O primeiro ponto para o qual você deve ser alertado é que os capacitômetros, em geral, não detectam a elevação da ESR, a menos quando ela atinge níveis muito altos.
- Em outras palavras um capacitor eletrolítico pode estar apresentando uma ESR que prejudica o funcionamento de uma SMPS mas, ainda assim o capacitômetro indica o valor da capacitância igual ao marcado no corpo do capacitor.
- Isto ocorre, principalmente, porque a ESR passa a ser prejudicial em frequências elevadas e os capacitômetros costumam operar com frequências relativamente baixas.
- No Brasil não conhecemos nenhum instrumento comercial para medição da ESR.
- Os interessados em adquirir um instrumento fora do Brasil podem acessar o *site* www.anatekcorp.com.
- Na prática, na impossibilidade de medir a ESR, recomendamos a troca dos eletrolíticos em aparelhos com mais de 7 anos de vida.
- Os valores da ESR "natural" dependem dos seguintes fatores:

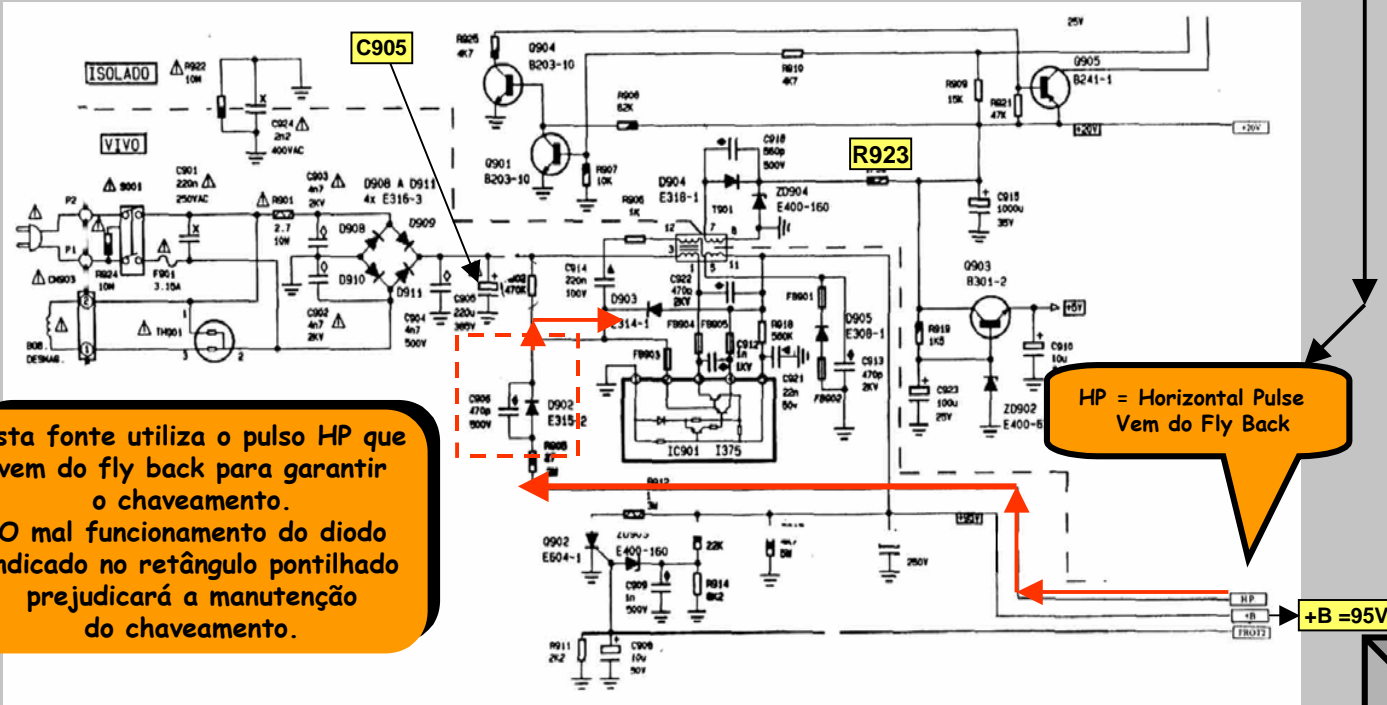
- 1) **qualidade do capacitor eletrolítico**
- 2) **Capacitância do capacitor eletrolítico**
- 3) **Tensão de trabalho (*work voltage*) do capacitor eletrolítico**



Circuito de Sustentação

- ➔ Vamos retornar a análise dos blocos de uma fonte chaveada.
- ➔ Começaremos pelo circuito da página 21 da 1ª aula que estamos repetindo abaixo.

Este procedimento tende a não ser mais utilizado porque condiciona o funcionamento da fonte a ao funcionamento do circuito de deflexão horizontal



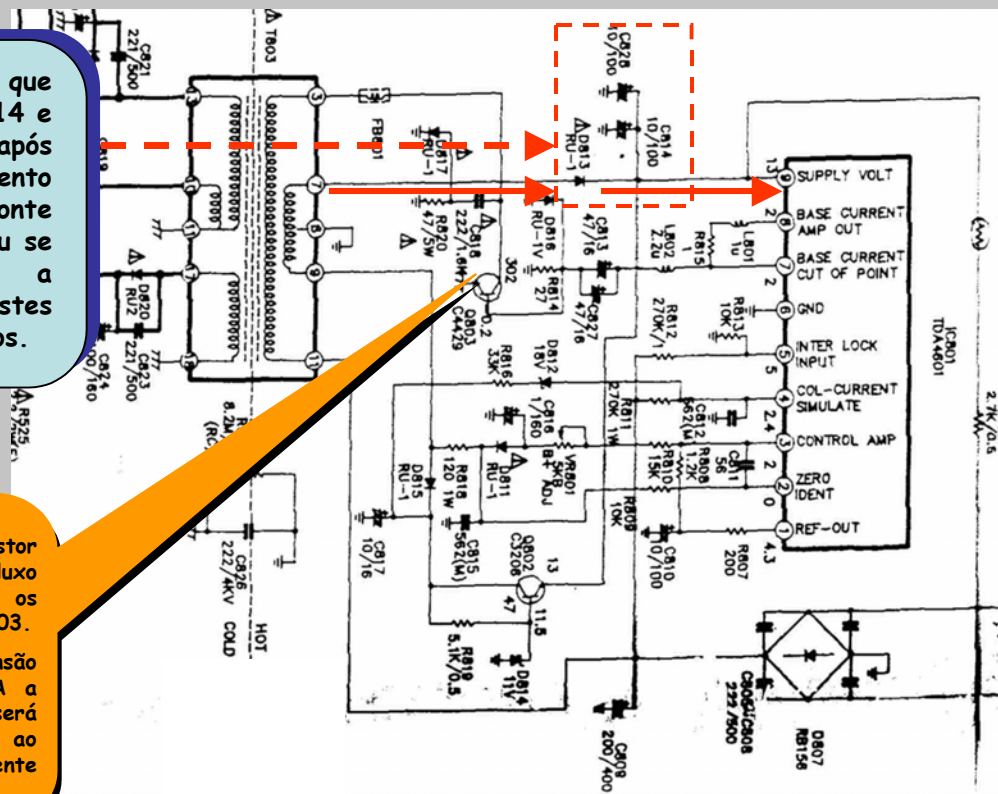
Mais um circuito de sustentação

→ Vamos analisar agora a sustentação do chaveamento **no circuito mostrado abaixo**.

Os capacitores de uma SMPS que atuam de forma similar a C 814 e C 825 costumam apresentar, após alguns anos, um razoável aumento da ESR que faz com que a fonte tenha dificuldade em partir ou se sustentar. Mesmo que a capacitância pareça correta estes capacitores devem ser trocados.

O chaveamento do transistor Q803 produzirá um fluxo magnético variável entre os pinos 3 e 11 do *chopper* T 803.

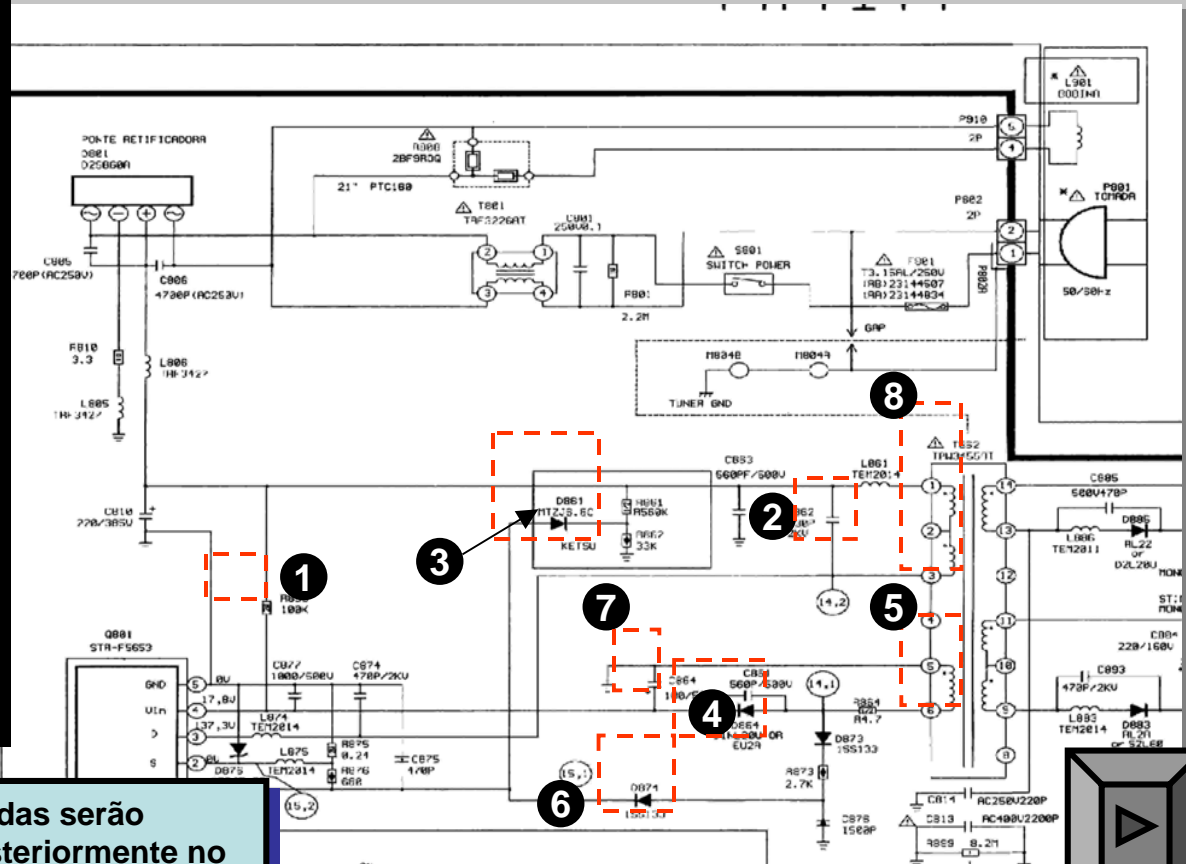
Esta ação produzirá uma tensão induzida em 7, 8 e 9. A tensão entre 7 e 8 será retificada por D 813 indo ao pino 9 do IC 801 devidamente filtrada por C 814 e C 825.



Botando a cabeça para pensar

Usando como referência os números dentro dos círculos pretos ao lado dos componentes envolvidos pelos retângulos vermelhos, responda:

- Qual (ou quais) o(s) componente(s) é (ou são) responsável (eis) pela partida da fonte?
- Qual (ou quais) o(s) componente(s) é (ou são) responsável (eis) pela sustentação da fonte?
- Qual o enrolamento do *chopper* é responsável pelo chaveamento?



As respostas serão apresentadas posteriormente no “mural da turma” na Internet.

Acopladores óticos: o que são e para que servem

- ➔ Você certamente já encontrou acopladores óticos nas SMPS.
- ➔ Para ativar seus neurônios mostramos abaixo a simbologia e o aspecto físico destes componentes.

➔ A vantagem de usar acopladores óticos é que podemos levar uma variação de corrente ou tensão de um lado do circuito para o outro sem que haja "contato físico" entre os dois lados.

➔ O acoplador ótico faz um papel parecido com o de um transformador usando a luz em vez do eletro magnetismo.

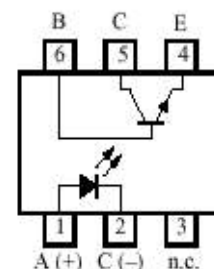
➔ As principais vantagens dos acopladores óticos sobre os transformadores é que eles são menores e portanto, mais leves e ocupam menos espaço, além de oferecerem um elevadíssimo isolamento entre as duas partes do circuito.

➔ Nas SMPS isoladas da rede (tipo paralelo) é o principal componente do circuito de estabilização e regulação.

➔ Entretanto, o acoplador ótico não costuma apresentar uma alto índice de falha e por isso, não devemos partir imediatamente para a substituição dele caso a fonte esteja apresentando problemas.

Optocoupler Phototransistor Output

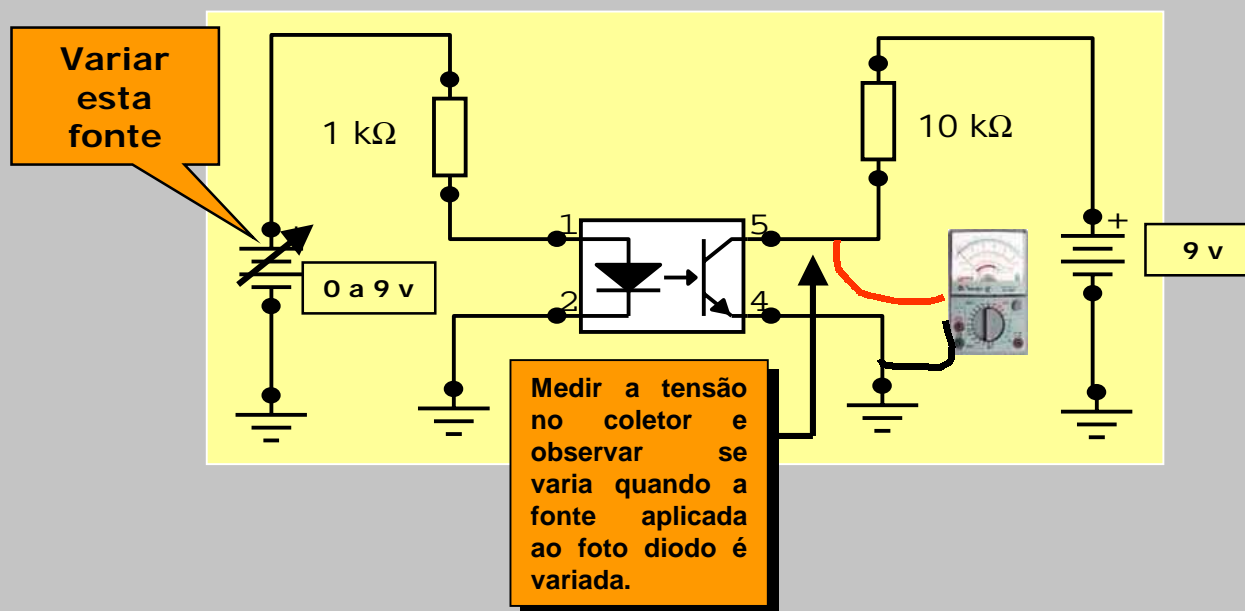
CQY80N(G)



Circuito interno do acoplador
ótico e aspecto físico.

Como testar um acoplador ótico

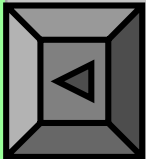
- A melhor maneira de se avaliar o funcionamento de um acoplador ótico é construindo o circuito mostrado abaixo.



Qual a função do circuito de regulação/estabilização?

- Quando uma fonte alimenta cargas de consumo de corrente variáveis e necessário que haja um circuito capaz de interpretar as variações de corrente, dentro de uma faixa pré estabelecida, e que atue em algum circuito da fonte a fim de manter as tensões de saída da fonte constante.
- Desta forma um circuito de regulação e estabilização será composto de dois estágios: um de monitoração e outro de correção.
- Na maioria das SMPS atuais esta monitoração é realizada por um acoplador ótico.
- A primeira missão do acoplador ótico é capturar ou monitorar a variação de tensão em um dos ramos de saída da fonte e aplicar esta variação ao foto diodo.
- A seguir o foto diodo transfere esta variação de tensão em forma de luz ao foto transistor do acoplador ótico que irá produzir no seu coletor variações de corrente proporcionais a corrente da base.
- A variação de corrente do coletor é levada ao circuito responsável por controlar o chaveamento do transistor chaveador.

Se uma SMPS não está estabilizando devemos verificar todos os componentes ligados ao foto acoplador.



Analizando o circuito de estabilização e regulação

5 Mesmo que a tensão de + B varie a tensão no pino 2 de IC 805 ficará constante porque ele é um regulador de tensão de precisão.

+B

1 A tensão de + B é levada ao pino 1 de IC 805

2 Uma tensão constante sai do pino 2 de IC 805 e vai ao cátodo do diodo do acoplador óptico

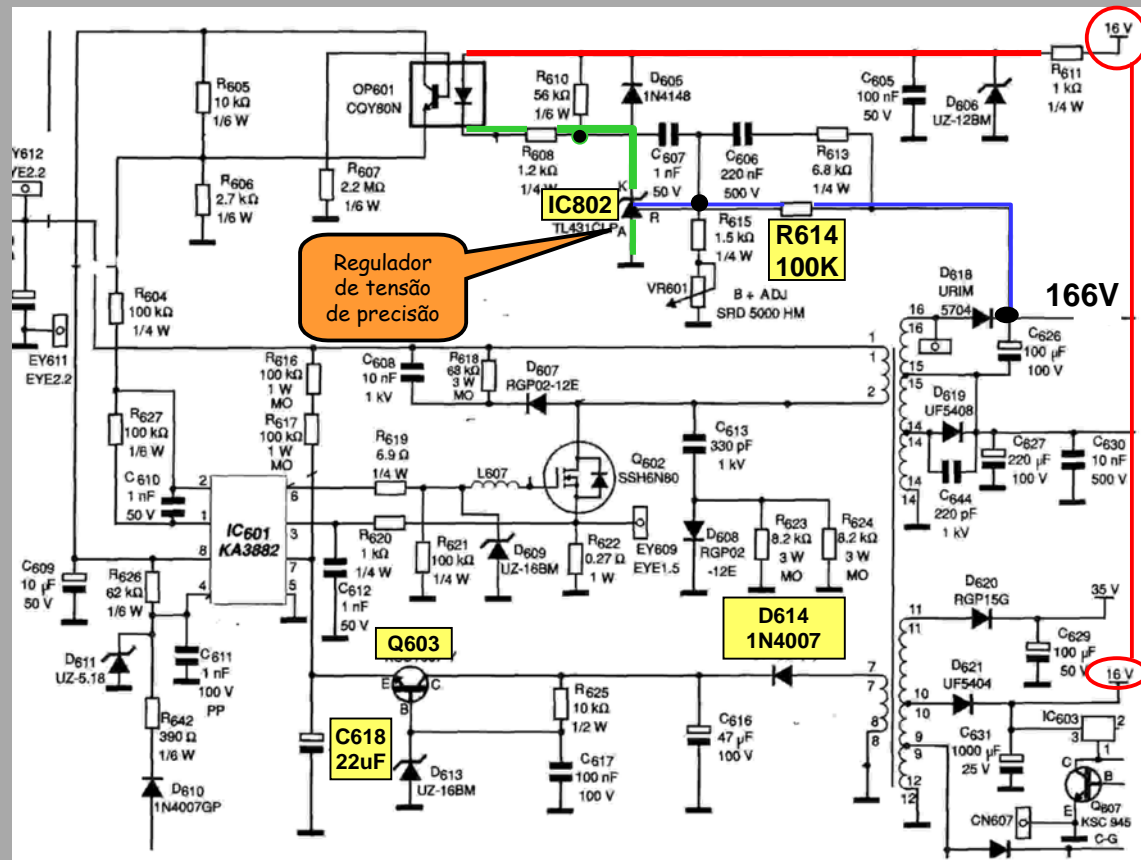
R816 - Muito importante

Muito importante

3 As variações de tensão de + B serão "traduzidas" como variações de corrente no diodo e transferidas para o transistor e levadas ao pino 1 do CI chaveador.

6 Para saber se o foto acoplador está atuando você deve medir a tensão entre ânodo e cátodo e/ou entre coletor e emissor.

Aprofundando o estudo do circuito de regulação/estabilização



Exercícios

Considerando o circuito da SPMS da página 15 responda as questões abaixo.

- 1) Quais as tensões que foram escolhidas pelo projetista como referência do circuito de regulação e estabilização?
- 2) Qual terminal do diodo do foto acoplador é mantido constante independente das variações de tensão da fonte? Por que?
- 3) O que você acha que aconteceria se o resistor R 616 de 1 kohm abrisse ou você retirado do circuito? Justifique sua resposta.
- 4) Cite três resistores importantíssimos para que o circuito de regulação/estabilização funcione corretamente.
- 5) Para onde são levadas as variações de tensão do secundário em consequência das variações de consumo?

3ª Aula

2ª PARTE

Conforme foi anunciado no início da 3ª aula estamos colocando agora a segunda parte dela.

Usamos este caminho porque precisávamos ver como seriam as respostas das avaliações anteriores e dos exercícios.

Estas respostas é que iriam balizar os nossos próximos passos em função das dúvidas surgidas.

Clique aqui
p/continuar



Muita gente comete este erro

ENTRADA DA REDE

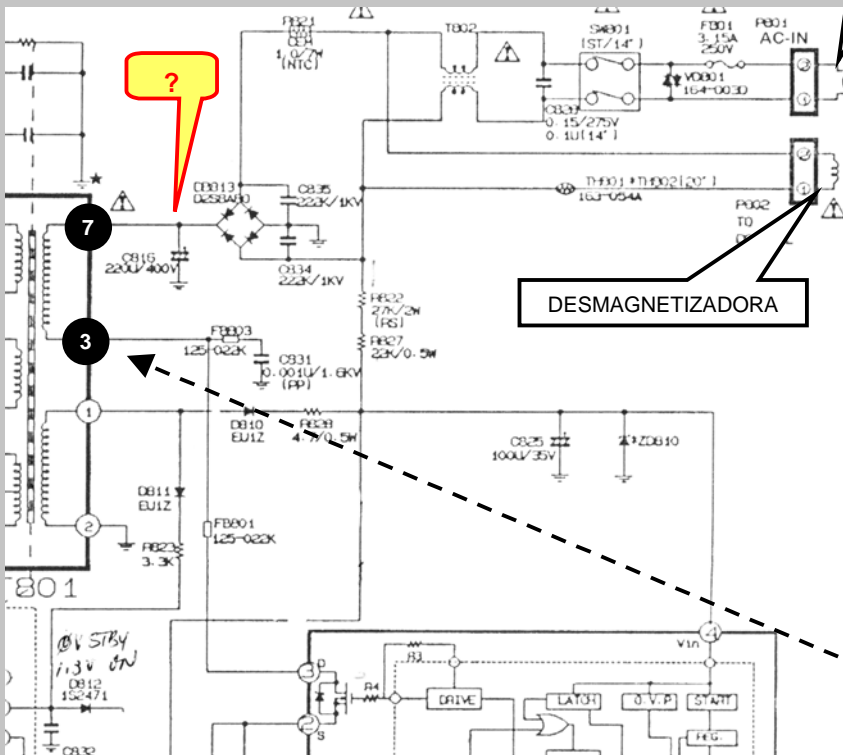
Este um pedaço do circuito de uma fonte paralelo. Ele está desenhado de uma forma pouco convencional com a entrada da rede do lado esquerdo portanto, o pedaço que você vê aqui corresponde ao primário da fonte.

Supondo que a rede elétrica está com 120 V AC, Qual seria a tensão máxima que poderia ser medida no capacitor de filtro que está ligado ao pino 7 do chopper?

Se você respondeu 169,2 V DC Parabéns! Vá em frente. Se não, volte e leia as páginas 16 e 17 da 2ª Aula

Agora passe o voltímetro para o pino 3 do chopper.

Quanto você deverá medir ?



Mas afinal, qual é o erro?

- Na verdade, cabem duas respostas para a pergunta feita na página anterior.
- Você tanto pode medir os 169,2 V como pode não conseguir medir nada.

Vamos a uma segunda pergunta:

Suponhamos que você medisse 169,2 V.

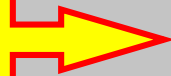
O que você acha que estaria acontecendo com a fonte chaveada?

Acertou que respondeu: - ela está parada, "morta", não está funcionando!!!

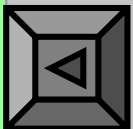


Chiiii!!! Será que eu dei um nó nos seus miolos? Se você ainda é daqueles que acham que quando mede a mesma tensão na entrada e na saída do enrolamento (pinos 7 e 3 do exemplo) a fonte está funcionando então, precisa rever seus conceitos imediatamente. Uma releitura da página 10 da 1ª aula pode ajudar.

Muito importante

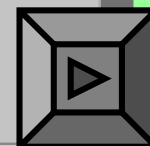


Quando a fonte está funcionando você não consegue medir nenhuma tensão no pino 7 com nenhum voltímetro. O digital fica piscando e o analógico nem se mexe. Claro, o chaveamento é muito rápido e os multímetros não respondem nesta velocidade. Para "ver alguma coisa", só com o osciloscópio. Mas sobre isto a gente conversa mais tarde.



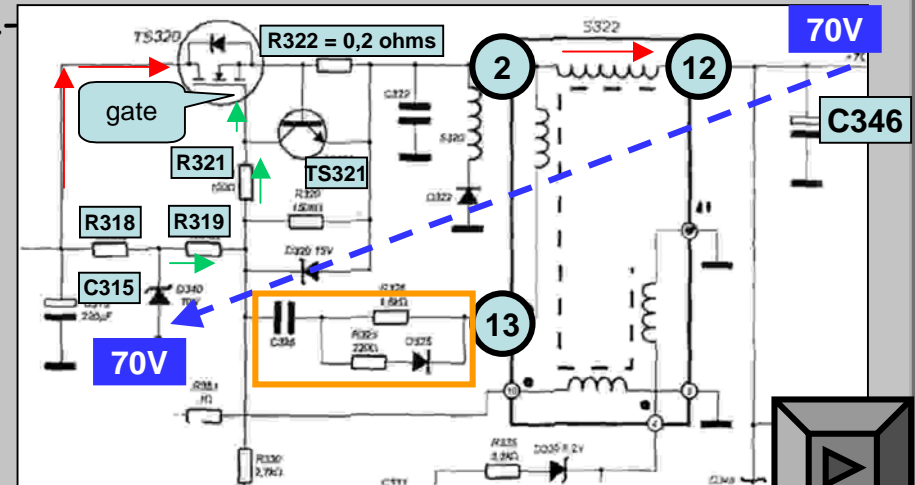
Voltando a analisar uma fonte série

- Na página seguinte você verá uma fonte série que é utilizada no chassis GR1 da Philips e algumas de suas variações.
- Embora sejam aparelhos fora de linha eles ainda existem aos montes e entram nas oficinas para conserto.
- Escolhemos este circuito por que ele traz algumas "curiosidades" interessantes e servirá como um bom exercício para os seus neurônios.
- A primeira questão é observar que se trata de uma fonte tipo série e portanto, não isolada da rede.
- A primeira dúvida que quase sempre surge é entre o formato do desenho do chopper S322 que se encontra dentro das linha pontilhadas.
- Vamos lhe dar uma mãozinha. Vá lá na figura e siga as setas vermelhas. Elas mostram o caminho entre a entrada e a saída.
- Depois vá para a página 6 para continuar estudando o funcionamento desta fonte



Entendendo a partida da fonte

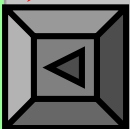
- No circuito da página 5 você ter observado que o caminho da corrente entre a entrada e a saída é feito através do MOSFET TS320 e do enrolamento 2 e 12 do chopper.
- Uma dúvida que quase todo mundo tem é como e porque a tensão de +B de 70 V que está na saída "vai parar na entrada" no anodo de D 340 que um Zener de 10 V (veja a linha pontilhada azul).
- Este foi o "artifício" utilizado pelo projetista para a partida desta fonte.
- Vamos analisar isto detalhadamente na página seguinte.



Um pouco mais sobre a partida e a sustentação

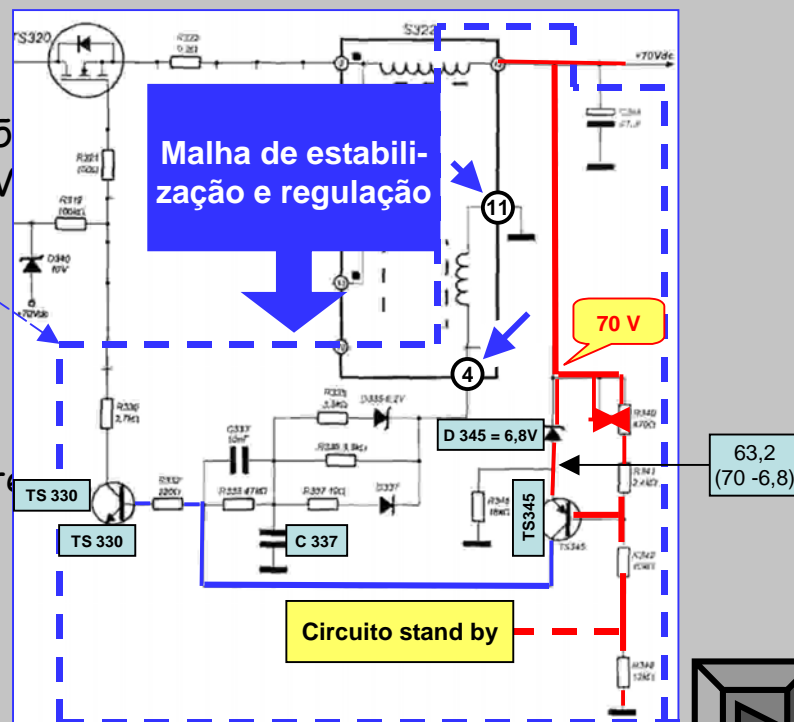
Acompanhe o texto pela figura das páginas 5 e 6.

- Quando a fonte é ligada, C 346 começa a se carregar através de TS 320 e do enrolamento 2-12 do chopper.
- A corrente e carga de C 346 vai produzir um campo em 2-12 que vai se expandindo com a variação de corrente de carga do capacitor.
- O cátodo do Zener D 340 está ligado a C 315 através de R 319, enquanto o ânodo está ligado ao C 346.
- Quando a tensão em C 346 ultrapassar 10 V o Zener conduzirá e irá polarizar o *gate* de TS 340 através de R 318 e R 321.
- A polarização do *gate* manterá o TS 320 conduzindo e simultaneamente o fluxo magnético variável (corrente da carga de C 346) entre 2 e 12 induzirá uma tensão entre 2 e 13.
- Assim a tensão entre e 2 e 13 junto com os componentes no retângulo laranja serão responsáveis pela sustentação da fonte.
- Até aqui estudamos a partida e a sustentação.
Vamos estudar agora a estabilização e regulação da fonte.



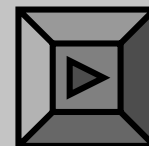
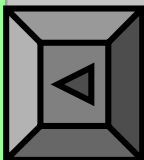
A estabilização e regulação da fonte

- Este um bom exemplo de fonte que não utiliza acoplador ótico para o circuito de estabilização.
- Ela também não depende de nenhum pulso do *fly back* para a sustentação.
- Por isso ela é chamada de fonte auto oscilante e esta é a tendência nos projetos atuais.
- Para estabilizar e regular as tensões de saída o projetista utilizou o enrolamento 4-11 do *chopper* para esta missão em conjunto com o componentes que você vê no destaque ao lado.
- A polarização do *gate* de TS 320 será controlada por TS 330 que por sua vez é controlado por TS 345
- A tensão no emissor de TS 345 é mantida em 63,2 V pelo Zener D 345.
- Se o trim pot está ajustado para o centro teremos cerca de 62 V na base de TS 345 que são obtidos pelo divisor resistivo entre os 70 V e o terra.
- Qualquer variação na tensão de saída (70 V) alterará a polarização da base de TS 345 e por conseguinte a polarização de TS 330 que se encarregará de controlar o *gate* de TS 320.
O coletor de TS 345 é alimentado pela tensão desenvolvida no enrolamento 4-11.



E o enrolamento 5 - 10, para que serve?

- Retornando à página 5 você encontrará o enrolamento 5-10 do S 322 do qual ainda não tratamos.
- Esta fonte gera basicamente duas tensões: 70 Volts para o +B e 16Volts que entre outras coisas será a responsável por produzir os indispensáveis 5 Volts para alimentar o micro controlador, a EEPROM e o receptor de controle remoto.
- Assim a finalidade do enrolamento 9-10 que deixamos para estudar por último é produzir os 16 Volts.
- Neste momento faremos um parêntese para observar que esta fonte quando é colocada em stand by os 70 Volts caem para 35 e os 16 Volts assumem o valor de 8 Volts.
- No destaque da página seguinte nós iremos acompanhar como os 5 Volts são obtidos e como é feito o stand by.



Obtendo os 5 V e fazendo stand by

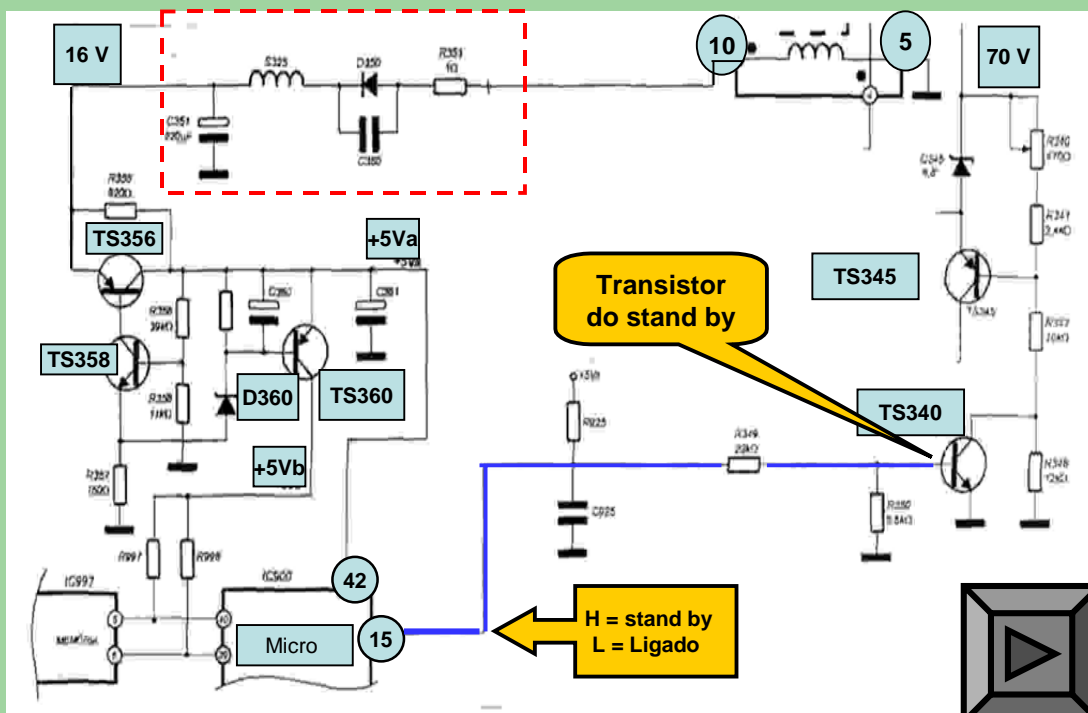
- Os 16 Volts obtidos pela indução no enrolamento 5-10 vai para um circuito convencional feito com os transistores TS356 e T358 e o diodo Zener D360.
- Desta forma consegue-se os 5 Volts para alimentar o pino 42 do micro controlador

➤ Quando o usuário mandar o comando de liga ou desliga, a resposta será dada pelo pino 15 do micro, indo para nível alto (H) ou baixo (L).

➤ Um nível alto na base de TS 340 irá saturá-lo levando a junção coletor emissor a praticamente zero Volt.

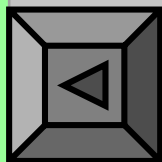
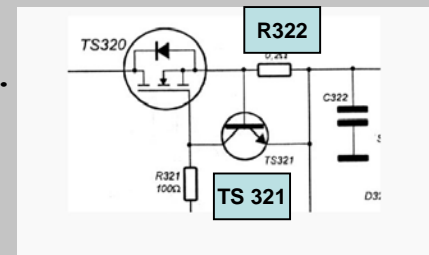
➤ Isto fará alterar a polarização do transistor TS 345 (veja página 8).

➤ Daí pra frente tudo se comporta como foi visto antes. Alterando a polarização do *gate* altera-se a tensão de saída.



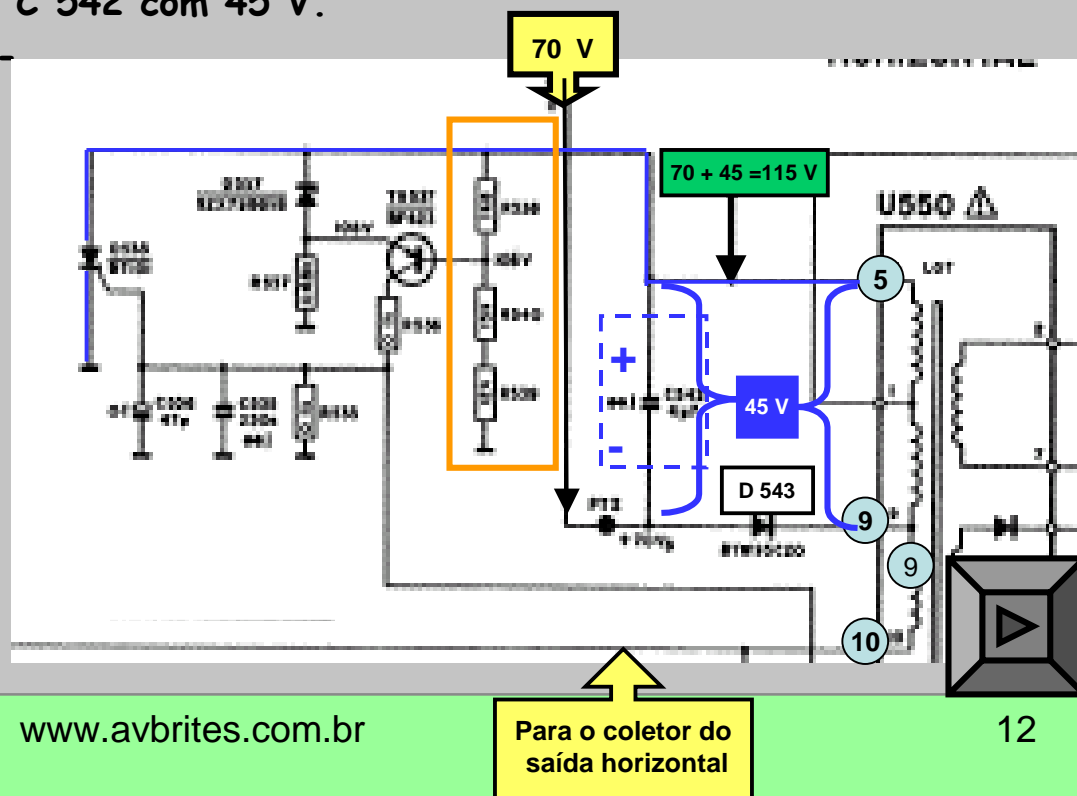
E as proteções?

- Esta fonte é dotada de duas proteções: uma de sobre corrente (*over current*) e outra de sobre tensão.
- Isto significa que esta fonte nunca irá "queimar" se, por exemplo, o transistor de saída horizontal entrar em curto e começar a exigir uma corrente muito alta.
- Por outro lado, o estágio de deflexão horizontal estará imune a danos que seriam provocados se a fonte perdesse a regulação e os 70 V subissem demais.
- Se você é um bom observador (e todo técnico reparador precisa ser) deve ter notado nas páginas 5 e 6 a presença do transistor TS 321 e do resistor de 0,2 ohms (R322) "pendurados" no MOSFET TS 320 que faz o papel de chaveador.
- Observe no destaque que toda a corrente terá que passar por R 322.
- A queda de tensão desenvolvida neste resistor irá polarizar a junção base-emissor de TS 321.
- Quando esta queda ultrapassar 0,6 V o transistor ficará saturado e a tensão coletor-emissor será praticamente nula provocando o corte do MOSFET chaveador.



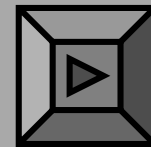
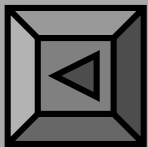
A proteção de Over Voltage

- O chassi GR 1 trouxe uma outra novidade conceitual que é um circuito de *booster* para aumentar a tensão de alimentação do circuito de deflexão horizontal de 70 V para 115 V.
- O projetista sabia que 70 V era um valor baixo demais para obter os 900 V mínimo de pico no tempo de fly back horizontal e utilizou um recurso bastante interessante.
- Os 70 V da fonte serão aplicados ao pino 9 do fly back através do diodo D543
- O fluxo de corrente de coletor do transistor de saída horizontal fará aparecer uma tensão induzida entre o pino 9 e 5 do fly back que será de 45 V.
- Esta tensão carregará o capacitor C 542 com 45 V.
- Quando o transistor de saída horizontal for cortado a tensão no pino 9 (cátodo de D 543) ficará maior do que os 70 V que estão chegando e alimentando o anodo de D 543. Nesta situação o diodo fica cortado e o ponto de referência do *fly back* passa a ser o pino 5 que estará com 115 V.



Para que serve o SCR?

- No circuito da página anterior o SCR funciona como uma proteção de sobre tensão conhecida com *crow bar* cuja melhor tradução para o termo seria pé de cabra ou alavanca.
- Se a tensão de 115 V subir a polarização da base do transistor irá se alterar fazendo-o conduzir e levando o SCR a disparar.
- Quando o SCR dispara ele fica com uma baixa resistência entre cátodo e anodo que será vista pela fonte como um curto.
- Neste momento entra em atuação a malha de proteção de proteção da página 11.
- Qualquer falha no circuito *crow bar* que provoque o disparo do SCR fará com que as tensões de saída da fonte caiam a zero fazendo o técnico que não "sabe das coisas" pensar que a fonte está com defeito.
- Neste caso você poderia desligar o SCR, contanto que ligue o TV através de uma lâmpada série de potência igual a 2 a 3 vezes o consumo do mesmo.
- Ao ligar o TV com a lâmpada série mantenha o voltímetro ligado no ponto de 70 V para saber se a fonte está normal.



Pausa para meditação!

Chegamos ao fim da 3ª aula e julgamos que é hora de fazer um balanço da caminhada.

Tenho tentado criar o máximo de interatividade entre o aluno e o tutor, no caso eu.

Recentemente recebemos um e-mail de um dos participantes em que declarava ter descoberto na lista da turma que havia um colega de sua cidade e mais ainda, de seu bairro. Trocaram e-mails, trocaram telefones e começam a estabelecer uma parceria profissional que, tomara seja produtiva.

Nas avaliações da 3ª aula - 1ª parte, que já foram enviadas pelos alunos, notamos que alguns alunos estão tendo algumas dificuldades.

Não devemos prosseguir se ficarem dúvidas para traz .

Por isso vamos fazer um TRABALHO EM GRUPO pra promover uma troca de idéias entre os participantes da turma e que será muito esclarecedor.

Você pode participar do trabalho e ao mesmo tempo estudar a 4ª aula que estará disponível em breve.

Vamos em frente, esmorecer jamais!

4ª Aula

Nesta 4ª aula do nosso curso nós vamos tratar de questões importantes relacionadas aos componentes semicondutores - diodos e transistores - utilizados nas SMPS.

Este é, sem dúvida, um assunto muito relevante para o reparador pela dificuldade que ele encontra em obter, muitas vezes, o componente originalmente encontrado no aparelho que está sendo reparado.

No passado trabalhava-se muito com as chamadas "equivalências" ou "substitutos" e os técnicos ainda ficam procurando livrinhos e tabelinhas na busca da solução.

A diversidade de marcas e especificações cada vez mais sofisticadas de semicondutores somada a projetos também cada vez mais otimizados exige que o técnico tenha um pouco mais de conhecimento sobre os parâmetros dos componentes.

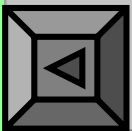
Procuraremos tratar um pouco deste importantíssimo tema nesta aula.

Mãos à obra



FETs e MOSFETs: Considerações Gerais

- Começemos “traduzindo” o significado destas siglas
Field Effect Transistor – Transistor de Efeito de Campo
Metal Oxide Semiconductor (ou Silicon) FET
- Os FETs também costumam ser designados por **JFET** que significa Junction FET ou, em bom português, **FET de junção**.
- Quanto aos MOSFET você também encontrará a designação **IGFET** – **I**nsulated **G**ate FET que se traduz como **FET de Porta Isolada**.
- Os transistores mais comumente usados e conhecidos por NPN e PNP são tecnicamente designados como transistores BIPOLARES para distingui-los dos seus “irmãos mais velhos”. os JFETs e “irmãos mais novos” MOSFETs.
- Os BIPOLARES têm sua construção baseada num “sanduíche” de cristais semicondutores tipo N e tipo P.
- Os FETs e MOSFETs são construídos, basicamente, a partir de um barra de cristal semicondutor tipo N **OU** tipo P.
- Esta “barra semicondutora” N ou P será denominada de CANAL N ou CANAL P.

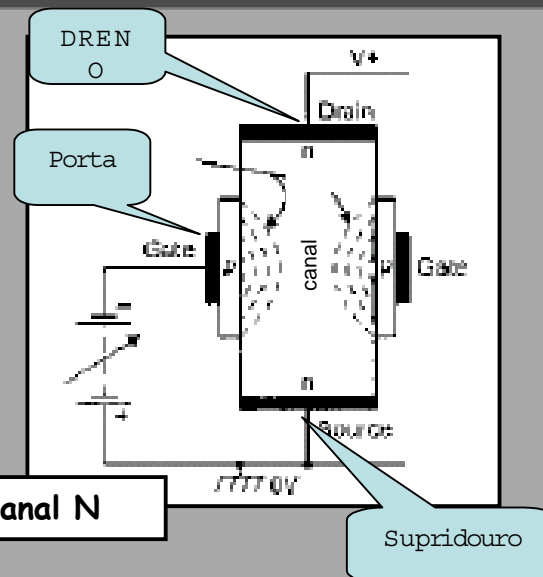


JFET: Polarização e Simbologia

Olhando o "esquema" ao lado você vê que a "barra", neste caso do tipo N, recebe dois terminais, um em cada extremidade, que são denominados - supridor (source) e dreno (drain).

A corrente circulará de supridor para dreno e será controlada pela polarização aplicada à porta (gate).

O funcionamento do FET de Junção lembra o funcionamento de uma válvula triodo.

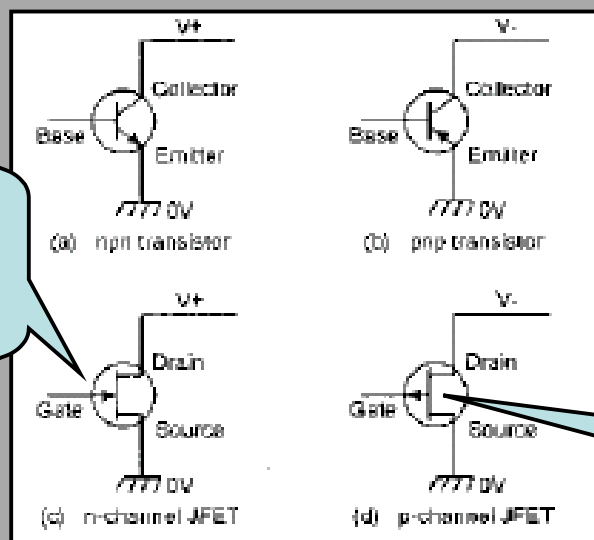


JFET Canal N

Supridor

Ao lado você vê as simbologias utilizadas para os JFETs e pode compará-las com as simbologias dos transistores bipolares

FET
Canal N
Seta aponta
"para dentro"



FET
Canal P
Seta aponta
"para fora"

Parâmetros do JFET

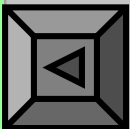
- Nos transistores bipolares você se habituou a dar atenção, primordialmente, aos parâmetros:

Tensão Coletor-Emissor (V_{ce}) e Corrente de Coletor (I_c).

- Outros parâmetros, todavia precisam ser observados, tais como: h_{fe} ou Beta, potência e frequência de corte.
- No caso dos FETs começaremos por observar a tensão Dreno-Supridor (V_{DS}) e a corrente de dreno (I_D).

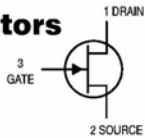
Mais um parâmetro para os FETs

- Quando quisermos selecionar um FET precisaremos também observar a resistência do canal ou Resistência Dreno-Supridor (R_{DS}).
- Outros parâmetros como tensão Gate-Supridor (V_{GS}) e tempos de chaveamento também devem ser observados .
- Os tempos de chaveamento são parâmetros muito importantes quando lidamos com aplicação destes transistores em fontes chaveadas e por isso serão objeto de estudo nesta aula.
- Na página seguinte você tem dois *data sheets* de JFETs onde estes parâmetros foram destacados.
- Você precisará se familiarizar com este tipo de abordagem e aprender a fazer consultas de parâmetros de componentes através da Internet para descobrir qual o transistor que poderá substituir aquela "figurinha difícil" que você está precisando.



JFET Chopper Transistors

N-Channel — Depletion



J111
J112
J113



CASE 29-11, STYLE 5
TO-92 (TO-226AA)

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Drain-Gate Voltage	V_{DG}	-35	Vdc
Gate-Source Voltage	V_{GS}	-35	Vdc
Gate Current	I_G	50	mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	350 2.8	mW mW/°C
Lead Temperature	T_L	300	°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-65 to +150	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Gate-Source Breakdown Voltage ($I_G = -1.0 \mu\text{Adc}$)	$V_{(BR)GSS}$	35	—	Vdc
Gate Reverse Current ($V_{GS} = -15 \text{ Vdc}$)	I_{GSS}	—	-1.0	nAdc
Gate Source Cutoff Voltage ($V_{DS} = 5.0 \text{ Vdc}$, $I_D = 1.0 \mu\text{Adc}$)	$V_{GS(off)}$	-3.0 -1.0 -0.5	-10 -5.0 -3.0	Vdc
Drain-Cutoff Current ($V_{DS} = 5.0 \text{ Vdc}$, $V_{GS} = -10 \text{ Vdc}$)	$I_{D(off)}$	—	1.0	nAdc

ON CHARACTERISTICS

Zero-Gate-Voltage Drain Current ⁽¹⁾ ($V_{DS} = 15 \text{ Vdc}$)	I_{DSS}	20 5.0 —	—	mAdc
Static Drain-Source On Resistance ($V_{DS} = 0.1 \text{ Vdc}$)	$r_{DS(on)}$	— — —	30 50 100	Ω
Drain-Gate and Source-Gate On-Capacitance ($V_{DS} = V_{GS} = 0$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)	$C_{dg(on)} + C_{sg(on)}$	—	28	pF
Drain Gate Off-Capacitance ($V_{GS} = -10 \text{ Vdc}$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)	$C_{dg(off)}$	—	5.0	pF
Source Gate Off-Capacitance ($V_{GS} = -10 \text{ Vdc}$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)	$C_{sg(off)}$	—	5.0	pF

1. Pulse Width = 300 μs , Duty Cycle = 3.0%.

N-CHANNEL ENHANCEMENT MODE VERTICAL DMOS FET

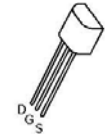
ZVN1409A

ISSUE 2 – MARCH 94

FEATURES

- * 90 Volt V_{DS}
- * Low input capacitance
- * Fast switching

Chaveamento
Rápido



E-Line
TO92 Compatible

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS.

PARAMETER	SYMBOL	VALUE	UNIT
Drain-Source Voltage	V_{DS}	90	V
Continuous Drain Current	I_D	10	mA
Pulsed Drain Current	I_{DM}	40	mA
Gate Source Voltage	V_{GS}	± 20	V
Power Dissipation at $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$	P_{tot}	625	mW
Operating and Storage Temperature Range	T_J, T_{stg}	-55 to +150	°C

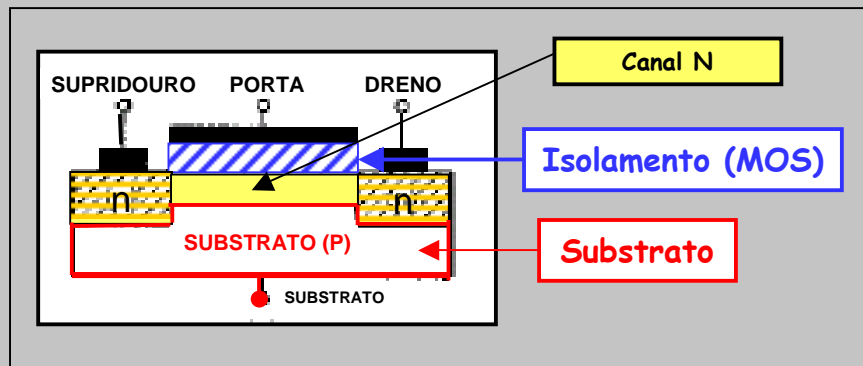
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (at $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise stated).

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	MAX.	UNIT	CONDITIONS.
Drain-Source Breakdown Voltage	BV_{DSS}	90		V	$I_D = 0.1 \text{ mA}$, $V_{GS} = 0 \text{ V}$
Gate-Source Breakdown Voltage	$V_{GS(th)}$	0.8	2.4	V	$I_D = 0.1 \text{ mA}$, $V_{DS} = V_{GS}$
Gate Body Leakage	I_{GSS}		100	nA	$V_{GS} = \pm 20 \text{ V}$, $V_{DS} = 0 \text{ V}$
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}		1 100 (2)	μA	$V_{DS} = 90 \text{ V}$, $V_{GS} = 0 \text{ V}$, $V_{DS} = 72 \text{ V}$, $V_{GS} = 0 \text{ V}$, $T = 125^\circ\text{C}$
On State Drain Current (1)	$I_{D(on)}$	10		mA	$V_{DS} = 25 \text{ V}$, $V_{GS} = 10 \text{ V}$
Static Drain Source On State Resistance (1)	$R_{DS(on)}$		250	Ω	$V_{GS} = 10 \text{ V}$, $I_D = 5 \text{ mA}$
Forward Transconductance (1)(2)	g_{fs}	2		mS	$V_{DS} = 25 \text{ V}$, $I_D = 10 \text{ mA}$
Input Capacitance (2)	C_{iss}		6.5	pF	$V_{DS} = 25 \text{ V}$, $V_{GS} = 0 \text{ V}$, $f = 1 \text{ MHz}$
Common Source Output Capacitance (2)	C_{oss}		3	pF	
Reverse Transfer Capacitance (2)	C_{rss}		0.65	pF	
Turn-On Delay Time (2)(3)(4)	$t_{d(on)}$		0.3	ns	
Rise Time (2)(3)(4)	t_r		0.5	ns	$V_{DD} = 25 \text{ V}$, $I_D = 5 \text{ mA}$
Turn-Off Delay Time (2)(3)(4)	$t_{d(off)}$		0.35	ns	
Fall Time (2)(3)(4)	t_f		0.5	ns	

3.358

Começando a entender os MOSFETS

- Uma outra família de Transistores de Efeito de Campo que está sendo utilizada cada vez mais são os IGFETS ou, como já foi apresentado, Transistores de Efeito de Campo de Porta Isolada.
- Nesta "nova" construção a porta fica totalmente isolada do canal. Como este isolamento é obtido por uma película de Óxido Metálico de Silício o nome MOS (Metal Oxide Silicon) costuma também ser adotado para estes transistores. ➡



As duas possibilidades de polarização da porta dos MOSFET permitem a construção de mais dois tipos destes transistores, além de CANAL N e CANAL P, que são designados por MODO DEPLEXÃO e MODO ENRIQUECIDO ou MELHORADO.

Esta é a tradução para o termo em inglês **ENHANCEMENT**

Este isolamento do *gate* faz com que o MOSFET funcione de um modo ligeiramente diferente do JFET. Ele tem um canal normalmente aberto entre dreno e supridorou cuja "largura" será controlada pelo campo eletro estático da polarização da porta (*gate*).

O canal poderá ser "fechado" aplicando-se uma polarização negativa à porta ou pode ser "alargado" por um polarização positiva.

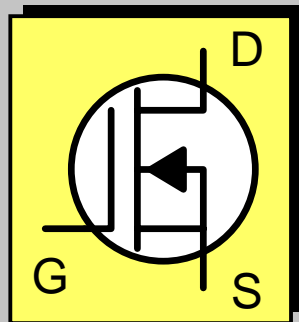
Os JFETs só podem utilizar um tipo de polarização na porta. Se o JFET é canal N a polarização de porta deve ser negativa, se for canal P deverá ser positiva, considerando-se o supridorou como referência.

A região do canal de um JFET opera por um princípio chamado DEPLEXÃO.

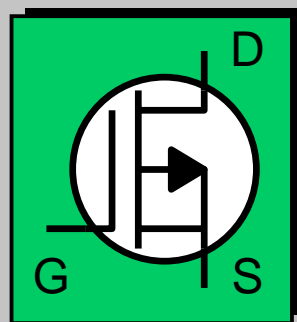


As simbologias dos MOSFETs

- Perdemos um tempinho com as explicações da página anterior para que você possa compreender o porquê de duas simbologias diferentes para os MOSFETs que você já certamente já viu nos esquemas.
- Como nós temos dois **MODOS** de operação - **DEPLEXÃO** e **ENRIQUECIDO** para cada tipo de MOSFET - CANAL N e CANAL P - serão necessários quatro "desenhos" diferentes para representar os MOSFETs.

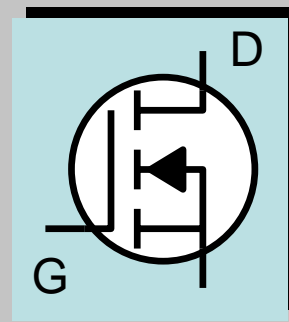


Canal N

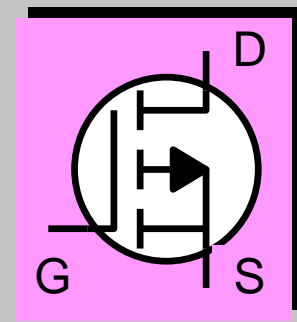


Canal P

MOSFETs TIPO DEPLEXÃO



Canal N



Canal P

MOSFETs TIPO ENRIQUECIDO

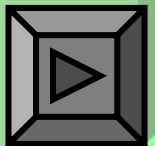
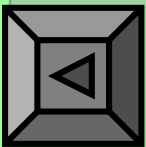
O QUE VOCÊ NOTOU DE DIFERENTE NA SIMBOLOGIA DE CADA TIPO?

Preparando-se para aprender a testar FETs e MOSFETs

- Antes de tratarmos do assunto do título vamos dar a resposta da questão proposta anteriormente, ou seja, a diferença entre a simbologia do MOSFET tipo **DEPLEXÃO** e o **ENRIQUECIDO** é que no primeiro, a linha que liga o Supridor ao Dreno é cheia e no segundo, esta linha é pontilhada.
- Para a avaliação do estado de JFETs e MOSFETs podemos utilizar algumas simulações ou circuitos equivalentes destes componentes.

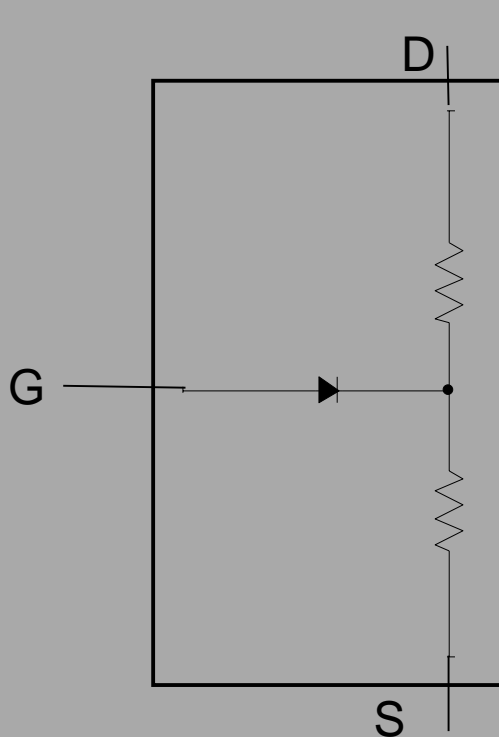
Os circuitos equivalentes que serão apresentados nas páginas seguintes são meras simulações e ninguém deve imaginar que um JFET ou MOSFET possa ser substituído por um dos circuito apresentados.

- Outra questão para a qual você deve ser alertado é que dependendo do multímetro que você estiver utilizando alguns resultados talvez não sejam obtidos.
- Finalmente você pode encontrar uma material muito bom no Livro **Como Utilizar os Multímetros Digitais** de Fábio Flosi editado por Antenna Edições Técnicas o qual recomendamos.

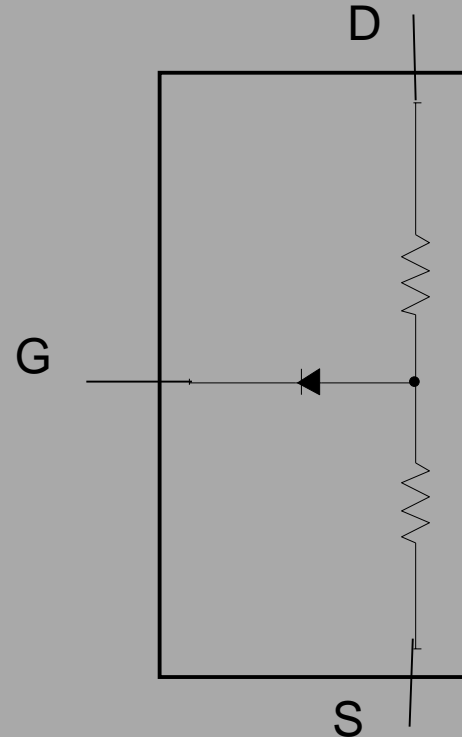


Circuito equivalente e medidas de um JFET

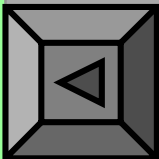
Estes circuitos são apenas simulações



JFET Canal N

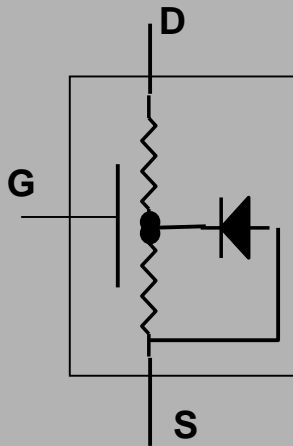


JFET Canal P

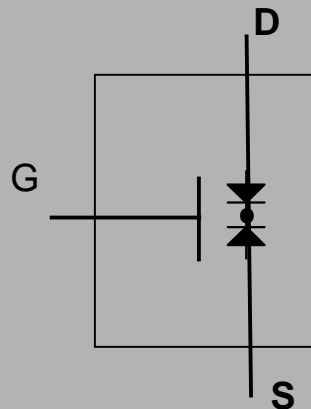


Mais alguns circuitos equivalentes

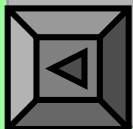
Circuito equivalente para
MOSFET DEPLEXÃO
CANAL N



Circuito equivalente para
MOSFET ENRIQUECIDO
CANAL N

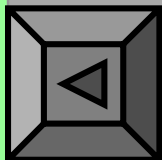


Observando estes dois circuitos equivalentes para os dois modos de um MOSFET (depleção e enriquecido) tire conclusões do que aconteceria se você medís-los com a escala ôhmica de um multímetro



Conclusões a partir dos circuitos equivalentes

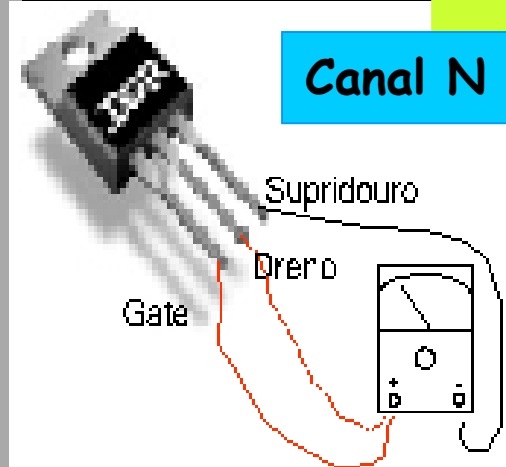
- Observando os dois circuitos da página anterior a primeira conclusão que se tira é que a **medição ôhmica entre dreno e supridor** deverá apresentar uma leitura cujo valor será o mesmo qualquer que seja a polarização.
- O valor ôhmico obtido dependerá do transistor mas, uma coisa é certa não deveremos encontrar ZERO ohms pois indicaria um curto entre dreno e supridor.
- As medidas entre Porta e Dreno e Porta e Supridor se aproximarão dos critérios utilizados para transistores bipolares com valores de resistência alto e baixo dependendo da polarização aplicada.
- Estas são medições preliminares que ajudarão a identificar um JFET defeituoso (em curto) mas, deixaram dúvidas quanto ao transistor estar conduzindo ou não.
- Uma maneira mais eficiente é medir a resistência entre supridor e dreno e mantendo este terminais polarizados aplicarmos um pulso de tensão na porta para fazer o canal conduzir o que deverá baixar a resistência do canal.
- Os resultados obtidos entretanto, dependerão do multímetro utilizado.
- Multímetros que trabalham com baterias de até 3 volts não costumam apresentar um resultado satisfatório.
- Veremos o método na página seguinte. Sugerimos que você pegue um JFET sabidamente bom e certifique-se que seu multímetro é capaz de medi-lo.



Testando um JFET Canal N com um multímetro digital ou analógico

Utilize um ohmímetro digital ou analógico com bateria maior que 3 v.

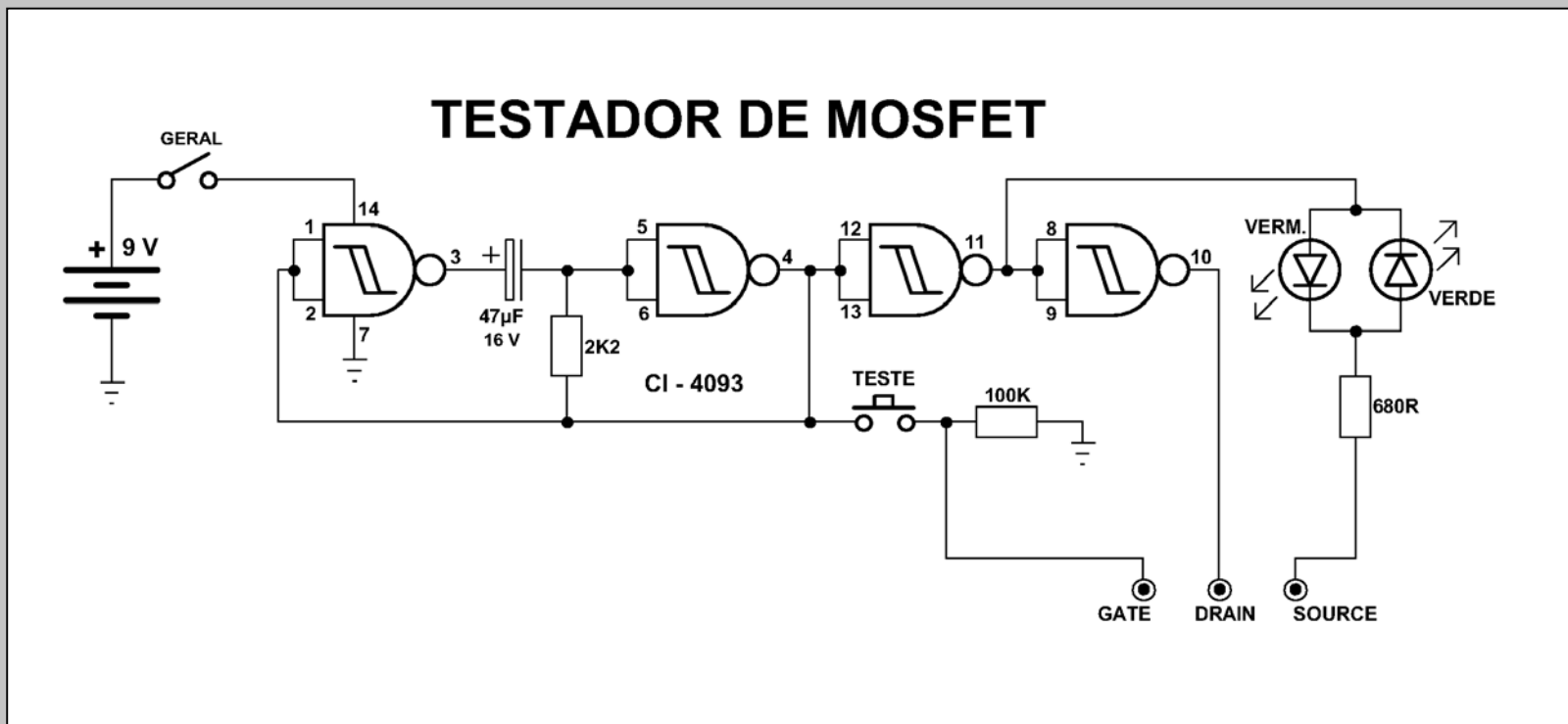
*Se for analógico verifique a polaridade de cada ponta. Na maioria destes instrumentos a ponta preta corresponde ao positivo da bateria e a **ponta vermelha** ao **negativo***



1. Coloque a ponta negativa (da bateria) no terminal do supridor;
2. Encoste a ponta positiva (da bateria) no gate e em seguida passe-a para o dreno. Você deverá obter uma leitura de **BAIXA** resistência
3. Mantenha as pontas deste jeito e toque com o dedo entre o gate e o dreno. Você deverá obter uma leitura de **ALTA** resistência.

Um Testador de FETs & MOSFETs

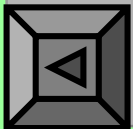
O circuito abaixo um prático testado de FETs e MOSFETs que você poderá construir para agilizar o seu trabalho.



Como utilizar o testador

- Conecte os três terminais do FET ou MOSFET ao testador.
- A sequência dos terminais **da maioria** destes componentes **hoje em dia** é G - D - S da esquerda para direita.
- Se ele for tipo N o LED verde deverá acender. Se for tipo P, acenderá o LED vermelho.
- Em seguida pressione a chave TESTE e outro LED que estava apagado deverá piscar.
- Se você não souber quais são os terminais GDS vá trocando as posições. Se o componente estiver bom num delas funcionará como descrito acima. Caso não funcione em nenhuma das seis possíveis combinações o componentes está defeituoso.

Tenha sempre em mente que nenhum teste dá um resultado 100% confiável quando indica que um componente está bom.



Entendendo os tempos de chaveamento

- Quando um transistor é "convidado" a sair do corte para a saturação através de uma corrente de base ou polarização de *gate* a corrente de coletor ou de dreno não assume o valor máximo instantaneamente.
- Existe um tempinho para a corrente do coletor ou do dreno iniciar que é chamado de *delay time* (t_d = tempo de retardo).
- Decorrido este tempo a corrente de coletor ou de dreno começa a subir. O tempo que esta corrente gasta para sair de zero e chegar a 90% do valor final é chamado de *rise time* ou tempo de subida.
- Somando-se o *delay time* com o *rise time* obtém-se o tempo de condução ou t_{on}

$$t_{on} = t_d + t_r$$

- Uma vez que o transistor esteja conduzindo quando a excitação da base ou do gate for removida para levá-lo ao corte a corrente de coletor ou dreno não cessará imediatamente.
- O tempo gasto para a corrente chegar a 90% do valor de condução, após iniciado o corte é chamado de *storage time* ou tempo de armazenamento.
- A partir daí a corrente começa cair e o tempo gasto para chegar a 10% do valor de condução é chamado de *fall time* ou tempo de descida.
- Somando-se o tempo de armazenamento com o tempo de descida chega-se ao tempo de corte ou t_{off}

$$t_{off} = t_{stg} + t_f$$

- Acompanhe a explicação no gráfico da página seguinte.

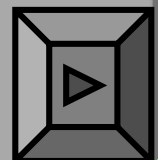
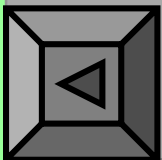
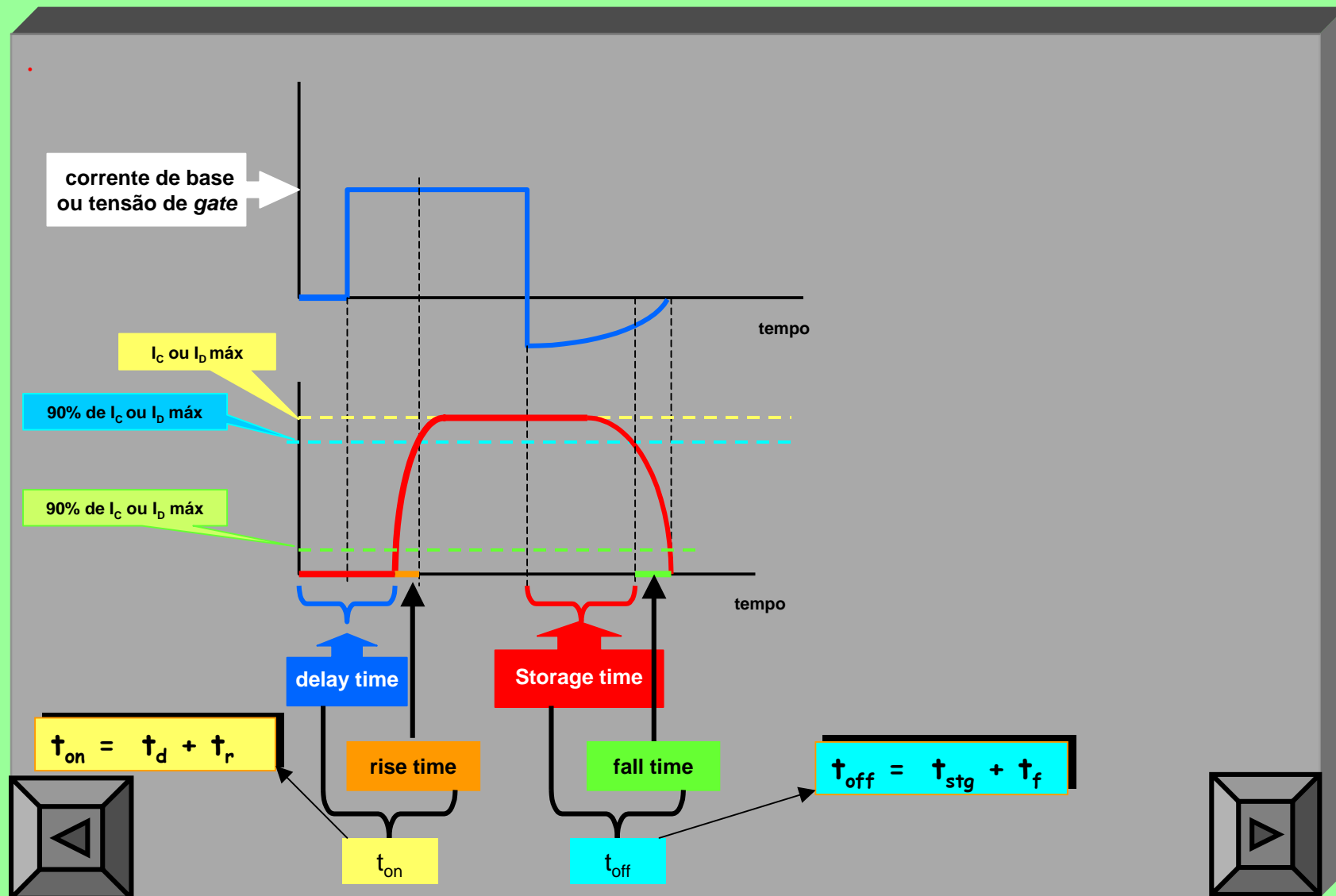


Gráfico mostrando os tempos de chaveamento



Transistores em circuitos de chaveamento

- Em geral, ao se depararem com a necessidade de substituir um transistor, os técnicos se preocupam apenas em verificar a tensão coletor-emisor ou dreno-supridor e a corrente de coletor ou a corrente de dreno.
- Entretanto, em se tratando de transistores utilizados em circuitos de chaveamento de alta velocidade os parâmetros referentes aos tempos de chaveamento precisam ser levados em conta.
- Basicamente estes tempos se dividem em:

t_{on} = tempo de condução

e

t_{off} = tempo de corte

- Entretanto, algumas vezes, os *data sheets* se referem, também, a outros tempos e com abreviaturas em inglês que deixam os técnicos confusos. Você poderá encontrar "coisas" como:

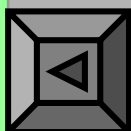
t_d = delay time =
tempo de retardo

t_r = rise time =
tempo de subida

t_{stg} = storage time =
tempo de armazenamento

t_f = fall time =
tempo de descida

- Vamos começar a entender estes tempos e aprender a identificá-los no *data sheet*.



Praticando

- Na página seguinte você verá os *data sheets* de dois transistores: 2SC 5243 e 2SC 5244
- Analise atentamente e responda as seguintes questões:

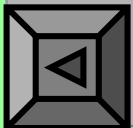
	2SC 5243	2SC 5244
Vce	_____	_____
Ic	_____	_____
Pc	_____	_____
hfe (min)	_____	_____
hfe (max)	_____	_____
Tempo de armazenamento	_____	_____
Tempo de queda	_____	_____

Embora estes transistores sejam utilizados como Saída Horizontal o procedimento para avaliar os parâmetros quando estamos buscando transistores para fontes chaveadas é semelhante.

Aproveitamos para "matar dois coelhos" de uma só vez. Eu tenho certeza que você deve ter as mesmas dúvidas quando está à cata deste transistores.

Após análise dos parâmetro você consideraria viável substituir o 2SC 5243 pelo 2SC 5244?

Por que ? _____



2SC5243

Silicon NPN triple diffusion mesa type

For horizontal deflection output

■ Features

- High breakdown voltage, and high reliability through the use of a glass passivation layer
- High-speed switching
- Wide area of safe operation (ASO)

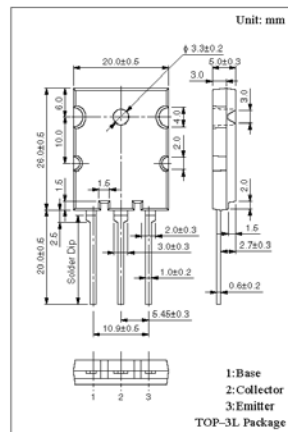
■ Absolute Maximum Ratings (T_C=25°C)

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Collector to base voltage	V_{CBO}	1700	V
Collector to emitter voltage	V_{CES}	1700	V
Emitter to base voltage	V_{EBO}	6	V
Collector current	I_C	15	A
Peak collector current	I_{CP}^*	30	A
Peak base current	I_{BP}	10	A
Collector power dissipation	$T_C=25^\circ\text{C}$	200	W
	$T_a=25^\circ\text{C}$	3.5	
Junction temperature	T_j	150	$^\circ\text{C}$
Storage temperature	T_{stg}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

*Non-repetitive peak

■ Electrical Characteristics (T_C=25°C)

Parameter	Symbol	Conditions	min	typ	max	Unit
Collector cutoff current	I_{CBO}	$V_{CB} = 1700V, I_E = 0$			1	μA
Emitter cutoff current	I_{EBO}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$			50	μA
Forward current transfer ratio	h_{FE}	$V_{CE} = 5V, I_C = 10A$	5		12	
Collector to emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 10A, I_B = 2.8A$			3	V
Base to emitter saturation voltage	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 10A, I_B = 2.8A$			1.5	V
Transition frequency	f_T	$V_{CE} = 10V, I_C = 0.1A, f = 0.5MHz$		3		MHz
Storage time	t_{stg}	$I_C = 12A, I_{B1} = 2.4A, I_{B2} = -4.8A$		1.5	2.5	μs
Fall time	t_f	Resistance loaded		0.12	0.2	μs



2SC5244, 2SC5244A

Silicon NPN triple diffusion mesa type

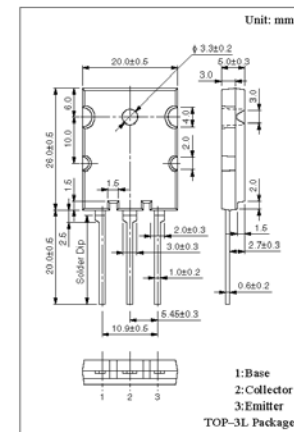
For horizontal deflection output

■ Features

- High breakdown voltage, and high reliability through the use of a glass passivation layer
- High-speed switching
- Wide area of safe operation (ASO)

■ Absolute Maximum Ratings (T_C=25°C)

Parameter		Symbol	Ratings	Unit
Collector to base voltage	2SC5244	V_{CB0}	1500	V
	2SC5244A		1600	
Collector to emitter voltage	2SC5244	V_{CES}	1500	V
	2SC5244A		1600	
Emitter to base voltage		V_{EB0}	6	V
Peak collector current		I_{CP}	20	A
Collector current		I_C	30	A
Collector power dissipation	$T_C=25^{\circ}\text{C}$	P_C	200	W
	$T_B=25^{\circ}\text{C}$		3.5	
Junction temperature		T_j	150	$^{\circ}\text{C}$
Storage temperature		T_{stg}	-55 to +150	$^{\circ}\text{C}$



■ Electrical Characteristics (T_c=25°C)

Parameter	Symbol	Conditions	min	typ	max	Unit
Collector cutoff current	I_{CB0}	$V_{CB} = 1500V, I_E = 0$			1	mA
		$V_{CB} = 1600V, I_E = 0$			1	
Emitter cutoff current	I_{EB0}	$V_{EB} = 5V, I_C = 0$			50	μA
Forward current transfer ratio	h_{FE}	$V_{CE} = 5V, I_C = 10A$	5		12	
Collector to emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C = 10A, I_B = 2.8A$			3	V
Base to emitter saturation voltage	$V_{BE(sat)}$	$I_C = 10A, I_B = 2.8A$			1.5	V
Transition frequency	f_T	$V_{CE} = 10V, I_C = 0.1A, f = 0.5MHz$		3		MHz
Storage time	t_{stg}	$I_C = 12A, I_{B1} = 2.4A, I_{B2} = -4.8A$,		1.5	2.5	μs
Fall time	t_f	Resistance loaded		0.12	0.2	μs

Continue praticando

Você acha que este transistor poderia substituir o 2SC5243 ou 2SC5244?

E vice versa?

Justifique a resposta.

Philips Semiconductors Product specification

Silicon Diffused Power Transistor

BU2508AF

GENERAL DESCRIPTION

Enhanced performance, new generation, high-voltage, high-speed switching rpn transistor in a plastic full-pack envelope intended for use in horizontal deflection circuits of colour television receivers. Features exceptional tolerance to base drive and collector current load variations resulting in a very low worst case dissipation.

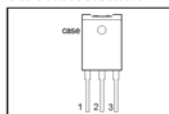
QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYP.	MAX.	UNIT
V_{CEM}	Collector-emitter voltage peak value	$V_{BE} = 0$ V	-	1500	V
V_{CEO}	Collector-emitter voltage (open base)		-	700	V
I_C	Collector current (DC)		-	8	A
I_{CM}	Collector current peak value		-	15	A
P_{DM}	Total power dissipation	$T_{A} \leq 25$ °C	-	45	W
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter saturation voltage	$I_C = 4.5$ A; $I_B = 1.1$ A	-	1	V
$I_{CS(sat)}$	Collector saturation current	$I_{CE} = 4.5$ A; $I_{B(sat)} = 1.1$ A	4.5		A
t_{fall}	Fall time		0.4	0.6	µs

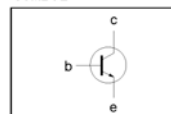
PINNING - SOT199

PIN	DESCRIPTION
1	base
2	collector
3	emitter
case	isolated

PIN CONFIGURATION



SYMBOL



LIMITING VALUES

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CEM}	Collector-emitter voltage peak value	$V_{BE} = 0$ V	-	1500	V
V_{CEO}	Collector-emitter voltage (open base)		-	700	V
I_C	Collector current (DC)		-	8	A
I_{CM}	Collector current peak value		-	15	A
I_B	Base current (DC)		-	4	A
I_{BM}	Base current peak value		-	6	A
I_{BR}	Reverse base current	average over any 20 ms period	-	100	mA
I_{BRM}	Reverse base current peak value ¹		-	5	A
P_{DM}	Total power dissipation	$T_{A} \leq 25$ °C	-	45	W
T_{stg}	Storage temperature		-65	150	°C
T_J	Junction temperature		-	150	°C

THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th(ja)}$	Junction to heatsink	without heatsink compound	-	3.7	K/W
$R_{th(jc)}$	Junction to heatsink	with heatsink compound	-	2.8	K/W
$R_{th(ja)}$	Junction to ambient	in free air	35	-	K/W

¹ Turn-off current.

September 1997

1

Rev 1.500

Philips Semiconductors

Product specification

Silicon Diffused Power Transistor

BU2508AF

ISOLATION LIMITING VALUE & CHARACTERISTIC

$T_{A} = 25$ °C unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
V_{REP}	Repetitive peak voltage from all three terminals to external heatsink	R.H. ≤ 65 %; clean and dustfree	-		2500	V
C_{ext}	Capacitance from T2 to external heatsink	$f = 1$ MHz	-	22	-	pF

STATIC CHARACTERISTICS

$T_{A} = 25$ °C unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CES}	Collector cut-off current ²	$V_{BE} = 0$ V; $V_{CE} = V_{CE(sat)}$	-	-	1.0	mA
$I_{CE(sat)}$	Collector cut-off current	$V_{BE} = 0$ V; $V_{CE} = V_{CE(sat)}$	-	-	2.0	mA
$I_{B(sat)}$	Emitter cut-off current	$V_{BE} = 7.5$ V; $I_C = 0$ A	-	-	1.0	mA
BV_{CEO}	Emitter-base breakdown voltage	$I_E = 1$ mA	7.5	13.5	-	V
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter sustaining voltage	$I_C = 0$ A; $I_E = 100$ mA; $I_B = 1$ mA	700	-	-	V
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter saturation voltage	$I_C = 4.5$ A; $I_E = 1.1$ A	-	-	1.0	V
$V_{BE(sat)}$	Base-emitter saturation voltage	$I_C = 4.5$ A; $I_E = 1.7$ A	-	-	1.1	V
β_{DC}	DC current gain	$I_C = 100$ mA; $V_{CE} = 5$ V	-	13	-	
β_{DC}	DC current gain	$I_C = 4.5$ A; $V_{CE} = 1$ V	4	5.5	7.0	

DYNAMIC CHARACTERISTICS

$T_{A} = 25$ °C unless otherwise specified

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYP.	MAX.	UNIT
C_i	Collector capacitance	$I_C = 0$ A; $V_{CE} = 10$ V; $f = 1$ MHz	80	-	pF
t_{on}	Switching times (16 kHz line deflection circuit)	$I_{CE} = 4.5$ A; $I_{B(sat)} = 1.1$ A; $L_B = 6$ µH; $-V_{BE} = 4$ V; $(-di/dt = 0.6$ A/µs)	5.0	6.0	µs
t_{off}	Turn-off storage time		0.4	0.6	µs
t_{fall}	Turn-off fall time				
t_{on}	Switching times (38 kHz line deflection circuit)	$I_{CE} = 4.0$ A; $I_{B(sat)} = 0.9$ A; $L_B = 6$ µH; $-V_{BE} = 4$ V; $(-di/dt = 0.6$ A/µs)	4.7	5.7	µs
t_{off}	Turn-off storage time		0.25	0.35	µs
t_{fall}	Turn-off fall time				

² Measured with half sine-wave voltage (curve tracer).

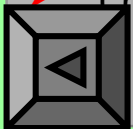
September 1997

2

Rev 1.500

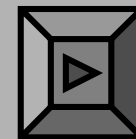
E os diodos: quais as novidades

- Outra dificuldade, geralmente, encontrada pelos técnicos está relacionada aos diodos.
- Aqui é interessante abordar dois tipos de problemas: a avaliação do estado do diodo e a busca por um substituto de uma "figurinha difícil".
- Você certamente, ao medir um diodo com o multímetro, quer seja na escala ôhmica ou na função diodo, se deparou com valores fora dos convencionais.
- Na função diodo, de um multímetro digital, a medição costuma apresentar valores da ordem de ".6XX" que corresponde a queda de tensão no sentido de condução.
- No sentido de não condução o multímetro digital na mostra nenhuma leitura.
- Fugas, na polarização reversa, não costumam ser detectadas pelos digitais. Aí precisamos apelar para o velho e bom analógico que seja capaz de medir resistências de 100 MOhms.
- Até aqui, estamos conversados e não deve haver novidades para você.
- Entretanto alguns diodos, aparentemente iguais aos outros, apresentam valores mais baixos, seja no digital, seja no analógico quando no sentido de polarização direta.
- Isto acontece porque muitos diodos de hoje que para o técnico é um mero retificador têm "fórmulas" de dopagem do silício muito diferentes dos antigos BY 127 e seus "parentes".
- Mas a confusão não pára por aí. Talvez o técnico "ache" que o pobre diodo está defeituoso só porque não mediu do jeito que ele queria e começa a procurá-lo para comprar e certamente não encontra no comércio nem com vela acesa e fazendo promessa.
- Então, está na hora de você rever seus conceitos, não acha?



Diodos Fast, Ultra Fast e Schottky

- Estas são nomenclaturas de diodos com as quais você terá que conviver daqui para frente.
- E por que você precisa saber isto?
- Ao se depara com um diodo "estranho" que você não acha no comércio, o único jeito é você mesmo procurar por um substituto pois, se deixar por conta dos vendedores das lojas de material eletrônico ...
- Assim, a primeira coisa não é se preocupar com correntes e tensões e sim, é procurar saber que tipo ou categoria o tal diodo esquisito se enquadra. Para isto existe a Internet.
- Baixe o *data sheet* da figurinha difícil e verifique que diodo ele é. Depois falaremos de parâmetros.
- A seguir procure esquemas de aparelhos de marcas que ofereçam uma melhor ofertas de peças em sua região e tente encontrar diodos que estejam exercendo uma aplicação próxima a do seu circuito.
- Comece a baixar os *data sheets* destes componentes para comparar os parâmetros (sem esquecer de levar em conta o "tipo") do "procurado" que ninguém conhece, com os mais prováveis de serem obtidos.
- Mais adiante iremos apresentar um resumo dos significados dos nomes em inglês que foram apresentados no título.



Entendendo os parâmetros

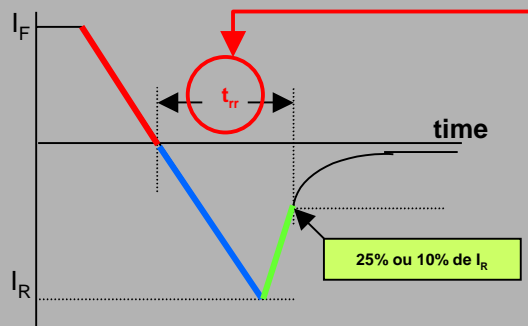
- Ao examinar um *data sheet* você irá se deparar com diversas siglas e é importante que você conheça o significado de cada uma delas para poder fazer comparações. Então, vamos a elas.
- V_{RSM} - Tensão de Pico Reversa não repetitivo - É a tensão reversa que o diodo suporta em intervalos de tempo de duração menor que 10 ms.
- V_{RRM} - Tensão de Pico Reversa Repetitiva - É a tensão de polarização reversa máxima que um diodo pode suportar repetitivamente.
- V_{RWM} - Tensão de Pico de TRABALHO (W = Work) - É a tensão máxima reversa instantânea que pode ser aplicada ao diodo excluindo todos os transientes repetitivos e não repetitivos.
- V_R - Tensão reversa permitida constantemente.
- $I_{F(AV)}$ - Corrente direta (sentido de condução) média. Tanto para ondas senoidais como quadradas.
- $I_{F(RMS)}$ - Corrente direta RMS
- I_{FRM} - Corrente de Pico Repetitiva Direta
- I_{FSM} - Corrente de Pico Direta não repetitiva
- I_{RRM} - Corrente de Pico Reversa repetitiva
- I_{RSM} - Corrente de Pico Reversa não repetitiva

Este são parâmetros que devem ser observados em qualquer diodo.

Na próxima página nós vamos estudar questões relativas aos tempos de recuperação e armazenamento de um diodo que são relevantes nas aplicações em fontes chaveadas.

O que é importante observar num diodo de fonte chaveada

- Quando um diodo está conduzindo portanto, polarizado diretamente, e é submetido a uma polarização reversa, ele não pára de conduzir imediatamente.
- Isto acontece porque durante a condução algumas cargas dos chamados portadores minoritários estão presentes no semicondutor e ao ser invertida a polarização estas cargas precisam ser eliminadas.
- Se estas cargas permanecerem junto com a polarização reversa resultará num aumento de dissipação que reduzirá a eficiência da retificação.
- Em ondas senoidais de frequências até 400 Hz este feito pode ser ignorado. A partir destas frequências e em chaveamentos de ondas quadradas as perdas precisam ser levadas em conta.
- Este fenômeno é chamado de RECUPERAÇÃO REVERSA ou **RECOVERY REVERSE** em inglês.
- Para começar alguns parâmetros deverão ser observados: **Reverse Recovery Time** e **Reverse Recovery Current**.
- Não se assuste com os termos em inglês. Eles serão devidamente explicados mas, você deve se acostumar com eles porque é assim que aparecerão nos *data sheets*.
- Para ajudá-lo a entender estas coisas nós iremos nos valer do gráfico que aparece abaixo.



O trecho vermelho representa a queda de corrente direta provocada pela inversão de polaridade.

O trecho azul representa a corrente reversa.

No trecho verde a corrente reversa começa a diminuir.

O tempo gasto entre o início da corrente reversa e ela chegar de 10 a 25 % do seu valor máximo é chamado de **tempo de recuperação reversa** (reverse recovery time)

Aprenda a examinar os data sheets

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR

1N5400 - 1N5408

Features

- 3.0 ampere operation at $T_J = 75^\circ\text{C}$ with no thermal runaway*
- High current capability
- Low leakage

General Purpose Rectifiers

Absolute Maximum Ratings* $T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{RRM}	Maximum Repetitive Reverse Voltage	50 100 200 300 400 500 600 800 1000	V
I_{FM}	Average Rectified Forward Current, 375° lead length @ $T_J = 75^\circ\text{C}$	3.0	A
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current, 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	200	A
T_J	Storage Temperature Range	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	0.25	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	20	$^\circ\text{C}/\text{W}$

Electrical Characteristics $T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device	Units
V_F	Forward Voltage @ 3.0 A	1.2	V
I_R	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle, $T_J = 105^\circ\text{C}$	0.5	mA
I_R	Reverse Current @ rated V_R , $T_J = 25^\circ\text{C}$	5.0	μA
I_R	Reverse Current @ rated V_R , $T_J = 100^\circ\text{C}$	500	μA
C_T	Total Capacitance, $V_R = 4.0\text{ V}$, $f = 1.0\text{ MHz}$	30	pF

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation 10400-10400, Rev. C

Retificador de aplicação geral

VISHAY

UF5400 thru UF5408
Vishay Semiconductors
formerly General Semiconductor

Ultrafast Plastic Rectifier

Reverse Voltage 50 to 1000V
Forward Current 3.0A

Features

- Plastic package has Underwriters Laboratories Flammability Classification 94V-0
- Glass passivated chip junction
- Low cost
- Ultrafast recovery time for high efficiency
- Low forward voltage, high current capability
- Low leakage
- High surge capability
- High temperature soldering guaranteed: 250°C, 0.375" (9.5mm) lead length for 10 seconds, 5 lbs. (2.3kg) tension

Mechanical Data

Case: JEDEC DO-201AD molded plastic body over passivated chip

Terminals: Plated axial leads, solderable per MIL-STD-750, Method 2026

Polarity: Color band denotes cathode end

Mounting Position: Any

Weight: 0.04 oz., 1.1 g

Dimensions in inches and (millimeters)

Maximum Ratings & Thermal Characteristics Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified

Parameter	Symbols	UF 5400	UF 5401	UF 5402	UF 5403	UF 5404	UF 5405	UF 5406	UF 5407	UF 5408	Units
Maximum repetitive peak reverse voltage	V_{RRM}	50	100	200	300	400	500	600	800	1000	V
Maximum RMS voltage	V_{RMS}	35	70	140	210	280	350	420	560	700	V
Maximum DC blocking voltage	V_{DC}	50	100	200	300	400	500	600	800	1000	V
Maximum average forward rectified current, 0.375" (9.5mm) lead length at $T_A = 55^\circ\text{C}$	I_{FAV}	3.0									A
Peak forward surge current, 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method) at $T_A = 55^\circ\text{C}$	I_{FSM}	150									A
Typical thermal resistance ⁽¹⁾	$R_{\theta JA}$	20									$^\circ\text{C}/\text{W}$
	$R_{\theta JL}$	8.5									$^\circ\text{C}/\text{W}$
Operating junction and storage temperature range	T_J, T_{STG}	-55 to +150									$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified

Parameter	Symbols	UF 5400	UF 5401	UF 5402	UF 5403	UF 5404	UF 5405	UF 5406	UF 5407	UF 5408	Units
Maximum instantaneous forward voltage at 3.0A ⁽²⁾	V_F	1.0									V
Maximum DC reverse current at rated DC blocking voltage, $T_A = 25^\circ\text{C}$	I_R	10									μA
Maximum reverse recovery time at $I_F = 0.5\text{ A}$, $I_R = 1.0\text{ A}$, $t_r = 0.25\text{ A}$, $T_J = 25^\circ\text{C}$	t_{rr}	75									ns
Typical junction capacitance at 4.0V, 1MHz	C_J	45									pF

Notes:

(1) Thermal resistance from junction to lead and from junction to ambient with 0.375" (9.5mm) lead length, both leads attached to heatsink

(2) Pulse test, 300μs pulse width, 1% duty cycle

Document Number 88756
14-Feb-02

www.vishay.com

Ultra rápido

O Diodo Schottky

- Na página 22 foi feita uma menção a este diodo mas, nada foi explicado sobre o mesmo.
 - Esta mais uma novidade (que já existe a cerca de 25 anos !) para a maioria dos técnicos reparadores.
 - Técnicas especiais de fabricação, que não serão explicadas aqui, permitiram produzir um diodo que apresenta basicamente as seguintes características:
 - Queda de tensão direta muito baixa (*)
 - Tempo de chaveamento que se aproxima de zero (ideal para os estágios de saída das SMPS)
 - Tempo de recuperação reversa muito baixo
 - Por causa da baixa queda de tensão no sentido de condução você encontrará valores mais baixos que os usuais ao medir um diodo Schottky.
 - Na página seguinte você verá o *data sheet* de um diodo Schottky.
 - Tudo que foi explicado até aqui, embora pareça um pouco teórico, é essencial para que você aprenda a encontrar o componente adequado para substituir aquele que você não consegue comprar.
 - A grande proliferação de indústrias de semicondutores, principalmente na Ásia, tornou o mercado de componentes bastante competitivo e complexo.
 - Os projetos mesmo de aparelhos "nacionais" utilizam componentes que o comércio local não tem a menor condição de poder acompanhar.
- O jeito é você aprender definitivamente a achar o que procura.



Fim da 4ª aula

Ao chegar aqui você venceu mais uma etapa do curso e certamente aprendeu "coisas" muito importantes para o seu futuro como reparador de aparelhos eletrônicos.

Lembre-se que o futuro não reserva nenhum lugar promissor para os trocadores de peça e você está de se tornando um verdadeiro técnico que conserta porque sabe o que tem que ser consertado.

5ª Aula

Quem já tem experiência no reparo de televisores não sentirá grandes dificuldades ao tentar reparar monitores de computador.

Entretanto é preciso estar ciente de que existem algumas diferenças entre estes dois equipamentos e uma delas reside no funcionamento da fonte.

Nesta 5ª aula trataremos destas diferenças. Elas servirão como base para um próximo curso que será voltado para o reparo de monitores.

Então vamos lá.

Mãos à obra



Considerações preliminares

- Os dois primeiros passos ao se tentar reparar a fonte de uma monitor são:

- 1) Saber a idade do monitor

- 2) Ter certeza que a fonte está mesmo com defeito

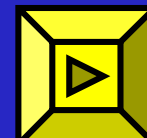
Na verdade o item 2 é pertinente a qualquer fonte chaveada, como vimos ao longo do curso.

- A idade do monitor é importante porque os modelos pós 1994 (+ ou -) podem não ativar a fonte se estiverem sem sinal.
- Todos os monitores pós 1994 são dotados de um recurso chamado DPMS que quer dizer Display Power Manager System que significa SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA.
- A finalidade do DPMS, como o próprio nome diz, é economizar energia. Mas como isso é feito?
- A maneira adotada para resolver essa questão consiste em providenciar o desligamento do monitor quando o computador fica ocioso.
- A “senha” para o computador “saber” que ninguém o está utilizando, embora ele esteja ligado, é a ausência de movimento do mouse ou do teclado.
- Quando estes dois periféricos de entrada ficam ociosos, por um tempo que pode ser estabelecido pelo usuário, o Sistema Operacional Windows desativa os pulsos de sincronismo vertical e horizontal na placa de vídeo.
- O DPMS só foi definido a partir do Windows 95, por isso só os monitores pós 94 passaram a ter esta função.



Entendendo melhor o DPMS

- Pelo explicado, você deve ter concluído que o monitor deve estar ligado a uma CPU ou a algum equipamento que produza os pulsos de sincronismo horizontal e vertical como o Gerador SVG Lite da Sonytel (ver www.avbrites.com.br).
- Uma vez conectado, o monitor receberá os pulsos de sincronismo que irão diretamente ao micro controlador do monitor.
- Uma das funções do micro é analisar a presença ou não dos pulsos de Sinc Vertical e Horizontal e ativar duas portas de saída que serão chamadas de Suspend e Off.
- Estas portas apresentam dois níveis lógicos: alto ou baixo que irão para a fonte.
- O desligamento do monitor pelo DPMS ocorrerá em três estágios assim que o computador detectar a ociosidade, ou seja, quando o usuário ficar sem usar o mouse ou o teclado por um tempo maior que o pré estabelecido. (Veja gerenciamento de energia no seu computador na página seguinte).
- Os três estágios do DPMS são: *STAND BY*, *SUSPEND* e *OFF*.
- É bom que você seja logo alertado que os termos *stand by* e *off* utilizados não têm o mesmo significado que nos televisores.
- Se você olhar a página seguinte verá que lá está definido "desligar o monitor após 20 minutos".
- Isto significa que se o usuário ficar sem tocar no mouse ou teclado por 20 minutos o monitor entrará no primeiro estágio do DPMS, que é o *stand by*.



Tela de Gerenciamento de Energia (DPMS)

Experimente colocar no seu computador "desligar o monitor após 1 minuto" e fique 1 minuto sem tocar no teclado ou no mouse.

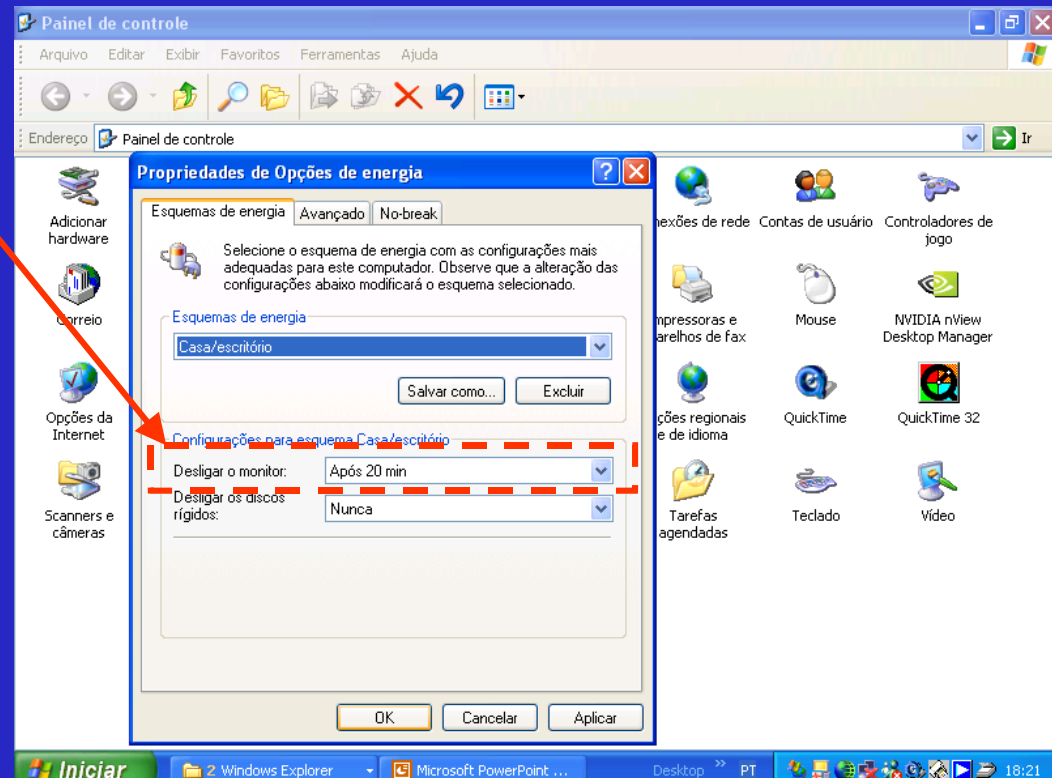
Decorrido este tempo você verá que o monitor irá apagar.

Assim que ele apagar toque no mouse e verá que ele acenderá em seguida.

O DPMS estava em *stand by*.

Novamente deixe o computador ocioso por 1 minuto até que o monitor apague.

Agora, aguarde uns 30 segundos ou mais para tocar no mouse. Você verá que o monitor não acenderá imediatamente. Ele entrou no estágio *Suspend* do DPMS.



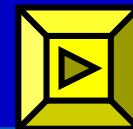
Repita a operação e vá tomar um cafezinho. Quando você voltar e tocar no mouse perceberá que o monitor levará um tempo bem maior para "acordar". Ele entrou no estágio *off* do DPMS.

Relação entre pulsos de sincronismo e DPMS

- Embora os assuntos tratados até agora digam respeito ao curso de reparação de monitores talvez você os desconheça e sem saber estas coisas poderá fazer besteiras ao tentar consertar a fonte de um monitor que, embora esteja com as tensões de saída reduzidas, não está com defeito.
- A tabela abaixo mostra o que acontece com os pulsos de sincronismo em cada etapa do DPMS.

	Sinc H	Sinc V
Stand by	OFF	ON
Suspend	ON	OFF
OFF	OFF	OFF

- Com foi dito estes pulsos entram no micro controlador do monitor que produzirá níveis lógicos (high/low) nos pinos designados por *suspend* e *off*. Não há um pino para o estágio *stand by*
- A tabela acima é padronizada e serve para qualquer placa de vídeo e qualquer monitor.

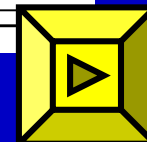
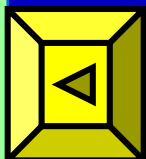
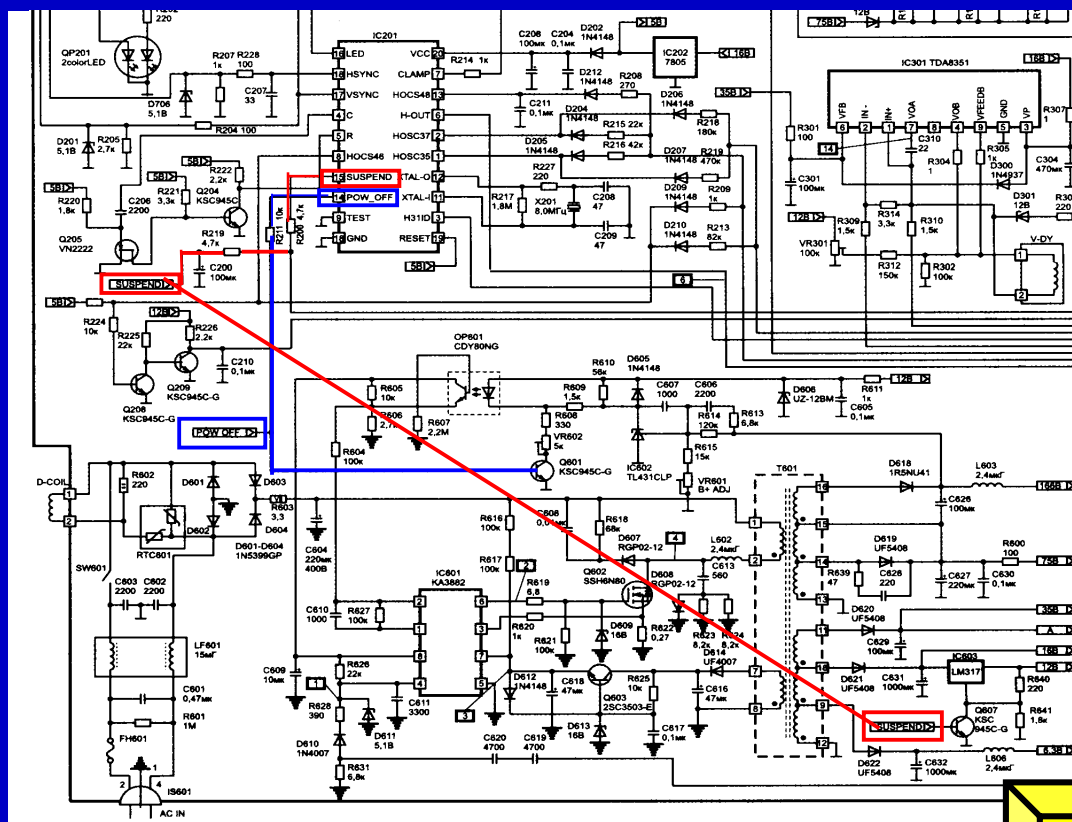


O relacionamento entre o micro do monitor e a fonte

Na figura ao lado, que representa a fonte de um monitor Samsung, temos o pino 14 do micro identificado por Power OFF e o pino 15 como Suspend.

Seguindo o circuito vemos que o OFF vai ao transistor Q 601 que está ligado ao cátodo do diodo do foto acoplador.

Já a linha do Suspend vai ao Q 607 que está ligado ao terminal de controle do LM 317.



O que o Suspend e Off farão na fonte

- No monitor que estamos analisando os níveis lógicos Suspend e Off produzidos pelo micro controlador do monitor serão os seguintes:

Placa de Vídeo	Sinc H	Sinc V	Micro do Monitor	Pino14 (off)	Pino 15 (susp)
Stand by	OFF	ON	Stand by	5 Volt	0 Volt
Suspend	ON	OFF	Suspend	0 Volt	5 Volt
OFF	OFF	OFF	OFF	5 Volt	5 Volt

- Os níveis lógicos produzidos pelos pinos 14 e 15 do micro controlador do monitor, neste caso, produzirão o corte ou a saturação do transistores Q 601 e Q 607.
- As tensões de saída da fonte se alterarão em função do estado (corte ou saturação) assumido por esses transistores.
- Em operação plena a fonte do exemplo fornece as seguintes tensões: 166 V, 87 V, 35 V, 16 V e 6,3 V (para o filamento do CRT). Quando o DPMS entrar em atuação teremos o seguinte:

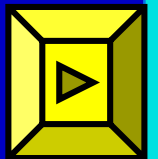
ON	STDBY/SUSP	OFF
166 v	150 V	82 V
87 V	75 V	40 V
35 V	35 V	20 V
16 v	14 V	7,4 V
6,3 V	4,7 V	3,0 V

Observação

Os valores da tabela podem diferir de um modelo para outro. Eles são apenas ilustrativos.

Tirando conclusões

- Do que foi estudado até alguns pontos relevantes devem ser revistos ao iniciarmos o reparo de um monitor.
- O primeiro deles é procurar saber se o monitor opera com DPMS, e se ele for uma versão pós 1994 há grande probabilidade disto acontecer.
- Neste caso devemos providenciar uma "fonte de sinal" para o mesmo.
- A cor do led do painel já nos dará uma indicação prévia do que está acontecendo.
- Se o led acende com coloração amarela ou laranja, ou ainda, piscando, temos uma indicação de que as fontes não estão com suas tensões "normais" de operação.
- O próximo passo é descobrir como o micro controlador do monitor "faz" o DPMS e em que pontos da fonte ele atua.
- Analisados os níveis lógicos produzidos pelo micro saberemos se a fonte não está com suas tensões corretas por causa do DPMS ou por conta de alguma sobrecarga.
- No caso de suspeita de sobrecarga, devemos desligar a alimentação do Fly Back e voltar a medir as tensões produzidas pela fonte.
- Daí pra frente utilizamos todos os métodos de análise que foram estudados ao longo curso.



The End

Esta aula teve por objetivo preparar seu espírito para reparação de monitores.

O tópico aqui abordado é necessário, pois tenho percebido que muitos técnicos de TV desconhecem o conceito de DPMS e ficam futucando toda a fonte de um monitor a cata de um defeito que, às vezes, não existe.

Como esta aula foi “mais leve” que as outras a avaliação da mesma já ficará disponível na página para você enviar assim que concluir a leitura.

E vamos para a 6ª e última aula...

6ª Aula

Estamos chegando ao fim do nosso Curso de Reparação de Fontes Chaveadas e nesta 6ª e última aula trataremos das fontes dos Televisores Sony.

Estas fontes trazem algumas particularidades e costumam “derrubar” os técnicos.

Vamos tentar fazer com que daqui pra frente elas não sejam mais um bicho papão para você.

Mãos à obra



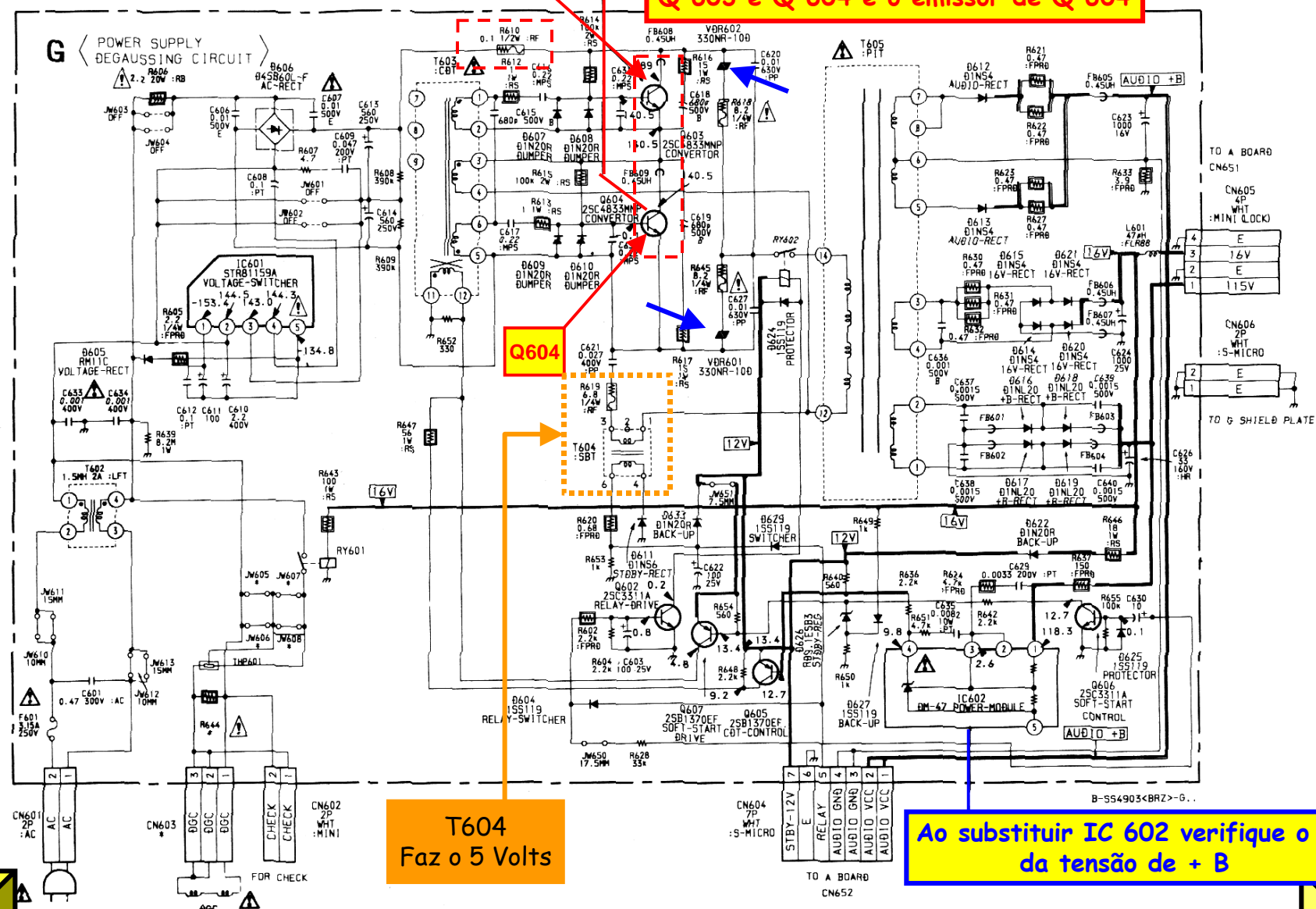
O calcanhar de Aquiles das Fontes Sony

- Na maioria das vezes você encontrará, no mínimo, os seguintes componentes queimados nestas fontes: R 610 (fusistor de 0,1 Ohms), Q 603 e Q 604 (acompanhe no esquema da página seguinte).
- O técnico afobado vai na lojinha da esquina compra os dois transistores que o vendedor certamente lhe que dirá são originais e "servem".
- Substitui os "bichinhos" e ... não dá tempo de fazer nada porque eles queimam imediatamente. E agora ? Onde foi que eu errei, pensa o técnico ?
- Antes de passarmos a análise do circuito da fonte precisamos conversar sobre dois pontos importantíssimos sobre estes transistores:
 - 1) É preciso prestar muita atenção no código dos transistores pois, eles não são todos iguais como os vendedores "pensam" e dizem. A tabela da página 3 ajudará a esclarecer esta dúvida. **Preste muita atenção nos destaques.**
 - 2) Estes transistores devem ser comprados em autorizadas Sony porque precisam ter seus parâmetros rigorosamente corretos.
- Outra questão que deve ser levada em conta é a verificação cuidadosa do secundário com relação a curtos.
- Quase sempre uma carga em curto no secundário provoca a queima imediata dos transistores mesmo que estejamos utilizando lâmpada série.



Q603

A referência para as tensões em Q 603 e Q 604 é o emissor de Q 604



T604 Faz o 5 Volts

Ao substituir IC 602 verifique o v da tensão de + B

Tabela com códigos dos transistores Sony

CHASSIS	MODELOS	TRANSISTOR	CÓDIGO SONY
AA-1 AA-2B	KV 2959T KV 29V55B KV 3459 T KV 3470 T KV 34 V 55 B	2SC 4056 MN F SUBSTITUIU O 2SC 4834 QUE ESTÁ FORA DE LINHA	8-729-034-12 ANTIGO 8-729-019-51
RA-1	KV 1439 KV 1440 KP 4353 ST KP 4151 T KP 5351 ST	2SC 4834 MNP	8-729-019-49
BA-3B BA-3C	KV 1450 B KV 2170 B KV 2172 S KV 2173 S KV 140 MG KV 205 MP KV 200 MG	2SC 4834 E MNP Série Especial NÃO TEM SUBSTITUTO	8-729-039-09
CA-1 BA-1	KV 1441 B KV 2158 B KV 2159 B KV 2160 B KV 2161 S KV 2162 S KV 2163 S	2SC 4833 MNP	8-729-016-15

Algumas considerações teóricas sobre a fonte Sony

- Estas fontes não são exatamente fontes chaveadas no sentido clássico e não operam pelo princípio do PWM como as demais.
- Elas são basicamente formadas por um oscilador quase senoidal de potência.
- Operam entre 100 e 240 V AC e são mantidas sempre ligadas para fornecer a tensão de *stand by*.
- Ela é chamada de fonte "NZ" e suas principais qualidades são: baixa irradiação de espúrios, não gerar ruídos para a linha de alimentação e alta estabilidade em relação a temperatura e variações de corrente na carga.
- Você poderá encontrar algumas diferenças entre um chassis e outro mas, basicamente, o que vai ser estudado aqui atenderá, de um modo geral, ao reparo.
- Nas páginas seguintes daremos dois diagramas em blocos para facilitar o estudo destas fontes.

Os pontos fundamentais da fonte Sony

O conjunto ponte retificadora D 602 e capacitores C 607/608 formam um dobrador de tensão que é controlado por IC 603 que entra em ação para redes abaixo de 159 V AC.

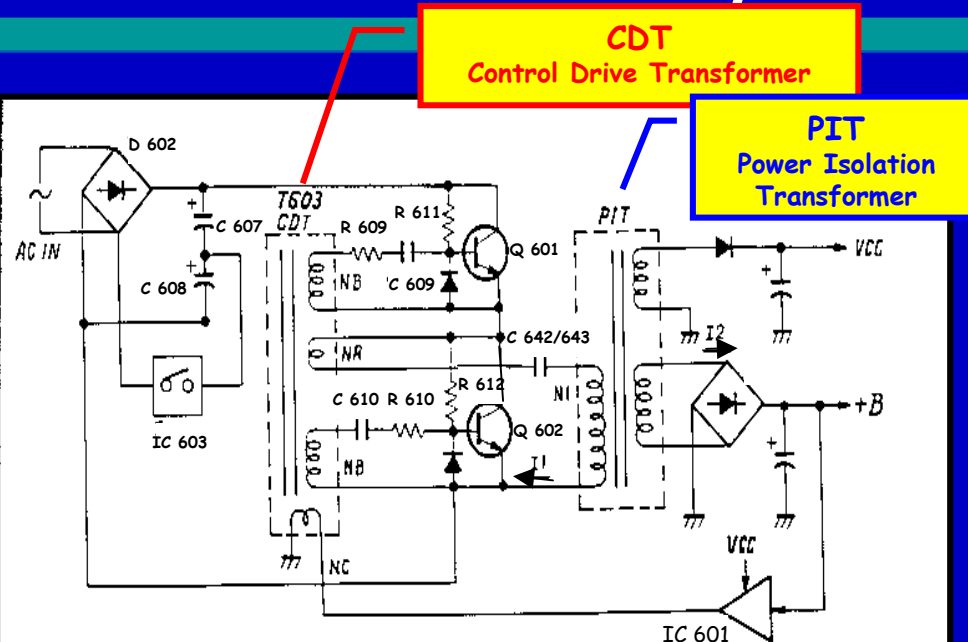
A tensão do dobrador será aplicada entre o coletor de Q 601 e emissor de Q 602 .

O diodos ligados entre a base e o emissor dos transistores atuam como *clamps* para proteger os transistores de tensões reversas.

Os resistores R 611 e R 612 atuam como *partida*, polarizando as bases.

Os enrolamentos NB ligados às bases estão em oposição de fase e provocarão a oscilação do circuito.

Os elementos responsáveis pela frequência de oscilação são a indutância dos enrolamento NB e os capacitores C 609 e C 610.



O enrolamento NC do CDT é montado de tal forma que não interage magneticamente com os enrolamento NB da base.

NC receberá uma corrente contínua proveniente do secundário através de IC 601.

Esta corrente produzirá um fluxo no núcleo do CDT e alterará seu ponto de saturação e por conseguinte a indutância dos enrolamentos NB será alterada.

Todo este processo provoca uma mudança na frequência de trabalho e como consequência nas tensões

Parece confuso, mas não é

No diagrama em blocos da página 6 você pode observar que o enrolamento NR do CDT é ligado ao PIT através do capacitor C642/643.

A forma de onda entregue por este enrolamento é quase senoidal e produzirá a corrente I_1 em PIT, também quase senoidal como aparece na fig.1 ao lado.

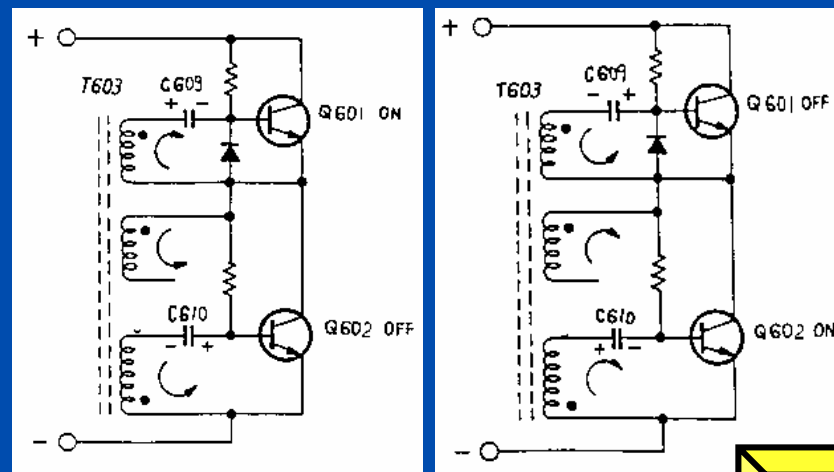
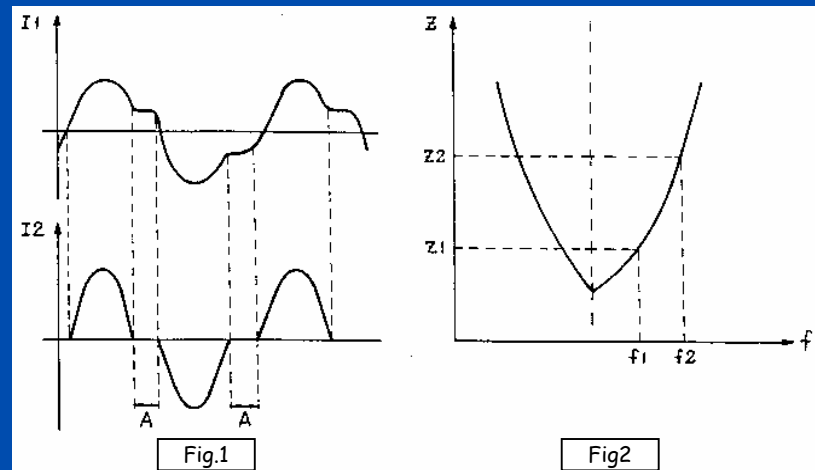
Alterações no consumo da fonte provocam alteração na impedância de carga o que fará, como já vimos, alterar a frequência de trabalho.

A fig. 2 mostra a variação de frequência em função da variação de impedância.

Segundo a Sony a fonte NZ, como é chamada, apresenta baixa perda nos picos de transição dos transistores se eles tiverem tempos de chaveamento exatamente iguais.

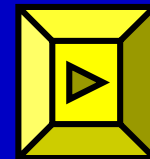
Ainda na fig.1 vemos que a corrente I_2 no secundário é zero durante a transição.

O intervalo A entre as duas curvas depende do acoplamento mútuo entre primário e secundário.



O *stand by* nas fontes Sony

- Estas fontes ficam com o circuito Oscilador quase senoidal sempre funcionando quando estão ligadas à rede elétrica e alimentando o Trafo T604 que será responsável pelo 5 V(ver página 3).
- As tensões do secundário feitas pelo PIT só aparecerão quando um relé fechar a ligação ente o enrolamento NR do CDT e o PIT.
- Este relé é controlado por uma saída do micro controlador chamada *stand by*.
- A alimentação de 5 V do micro, da EEPROM e do receptor do controle remoto não saem do PIT e sim do circuito oscilador feito com o CDT.
- No circuito da página 3 o responsável pela produção dos 5 volts é o T 604.
- Este procedimento irá variar de uma chassis para outro apenas quanto aos componentes envolvidos, mas o método é sempre o mesmo.
- Você não deve forçar com que o PIT seja alimentado fechando os contatos do relé "na marra" antes de ter certeza de que não há nenhum problema no secundário.
- A melhor opção é fazer o televisor funcionar com o auxilio de fontes externas e lâmpada série.
- Desta forma você não correrá o risco de queimar os caríssimos transistores do primário novamente.



Terminou Mesmo

Ufa! Parecia que não ia acabar nunca!

Mas, finalmente você venceu uma etapa importante na sua vida.

Pelos contatos que fui tendo, ao longo do curso com os participantes, parece que valeu pra todo mundo.

Você aprendeu a não ter tanto medo de consertar fontes chaveadas e nós começamos a aprender como se faz um curso pela Internet.

Agora é partir para novos desafios.

A vida é feita de pequenas construções. Ao longo dela temos que ir colocando tijolos sobre tijolos.

O importante é vermos a parede ir subindo.

Espero que este curso tenha feito ou venha fazer sua parede subir mais um pouquinho.

Vem aí a avaliação final, o certificado de participação e a satisfação da missão cumprida.