

VOCÊ CONHECE O AMPLIFICADOR CLASSE-H?



Professor Bairros (07/09/2023)

Você conhece o Amplificador Classe-H?



The screenshot shows the homepage of 'bairrospd.com'. At the top, it says 'bairrospd BAIROS PROJETOS DIDÁTICOS E ELETRÔNICOS'. Below that, a green banner reads 'ESTUDE ELETRÔNICA NO SITE WWW.BAIROSPD.COM'. The main content area features a navigation menu with 'HOME', 'CURSOS', 'BIBLIOTECA', 'TUTORIAIS', 'VOCÊ SABIA?', and 'CONTATO'. A prominent yellow banner says 'APRENDA A LER RESISTORES' with an illustration of a person working with a resistor. To the right, there's a section titled 'Procure aqui:' with the text 'O QUE SIGNIFICA GASTAR ENERGIA ELÉTRICA: Uma questão de Potência.' At the bottom, a blue banner asks 'AULAS OU ASSESSORIA COM O ENGENHEIRO E PROFESSOR ROBERTO BAIROS?' with a 'CLIQUE AQUI' link.

**VISITE
O NOSSO
SITE e
CANAL
YOUTUBE**

www.bairrospd.com
Professor Bairos

www.bairrospd.com

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.
PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

www.bairrospd.com

<https://www.youtube.com/@professorbairros>

Você conhece o Amplificador Classe-H?

Sumário

1. Você conhece o Amplificador Classe-H?	3
2. O conceito do amplificador Classe-H.	4
3. Qual o segredo do amplificador Classe-H?	6
4. O princípio do amplificador Classe-H	9
5. Fontes extras.	11
6. O funcionamento básico.	13
7. A divisão das tensões.	16
8. Quanto a linearidade.	18
9. Eficiência da Classe-H.	19
10. Comportamento com comutação a 60%	20
11. Conclusão.	21
12. Créditos	22

Você conhece o Amplificador Classe-H?

1. VOCÊ CONHECE O AMPLIFICADOR CLASSE-H?



O amplificador Classe-H é muito usado em amplificadores de altas potências, nesse tutorial eu vou mostrar o conceito do amplificador Classe-H.

Vamos lá.

Você conhece o Amplificador Classe-H?

2. O CONCEITO DO AMPLIFICADOR CLASSE-H.



A maioria dos tipos de amplificadores de potência são menos eficientes que o Classe-B, por exemplo, a Classe-AB é claramente menos eficiente quando trabalhando em baixa potência e a Classe A nem se fala.

Construir amplificadores mais eficientes é complicado, todo mundo sabe da complexidade que é construir um amplificador Classe-D.

Você conhece o Amplificador Classe-H?



O Classe-D usa o PWM, a modulação por largura de pulso em altas frequências, promete alta eficiência e às vezes até é mais eficiente mesmo, mas é inegavelmente uma tecnologia complicada.

E a tal eficiência do Classe D na prática depende dos detalhes do projeto e depende muito das características dos componentes disponíveis.

E o amplificador classe D tem o aparentemente inevitável filtro de saída LC, que para funcionar direito tem que ser de segunda ordem no mínimo, só pode dar uma resposta plana em uma impedância específica da carga, e não é nada barato de fazer e nem é fácil de projetar.

E claro, tem a famigerada EMI, as interferências

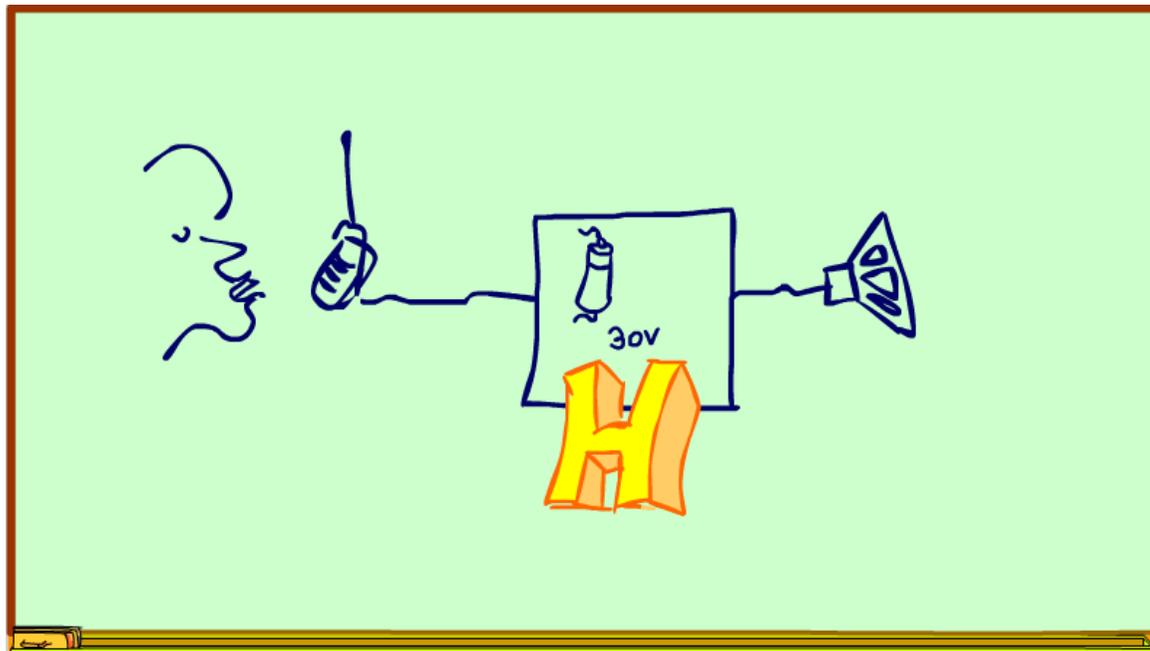
eletromagnéticas geradas pelo circuito de chaveamento.

Resumindo, o amplificador classe Classe-D não é atraente, principalmente quando estamos falando de amplificadores de alta qualidade e que devem funcionar com alto-falantes separados e com características de impedância desconhecidas.

Mas, existe uma alternativa, o amplificador Classe-G, para a maioria dos americanos ou Classe-H para o resto do mundo, eu vou chamar nesse tutorial de Classe-H, gosto muito da pronúncia espanhola, classe ate.

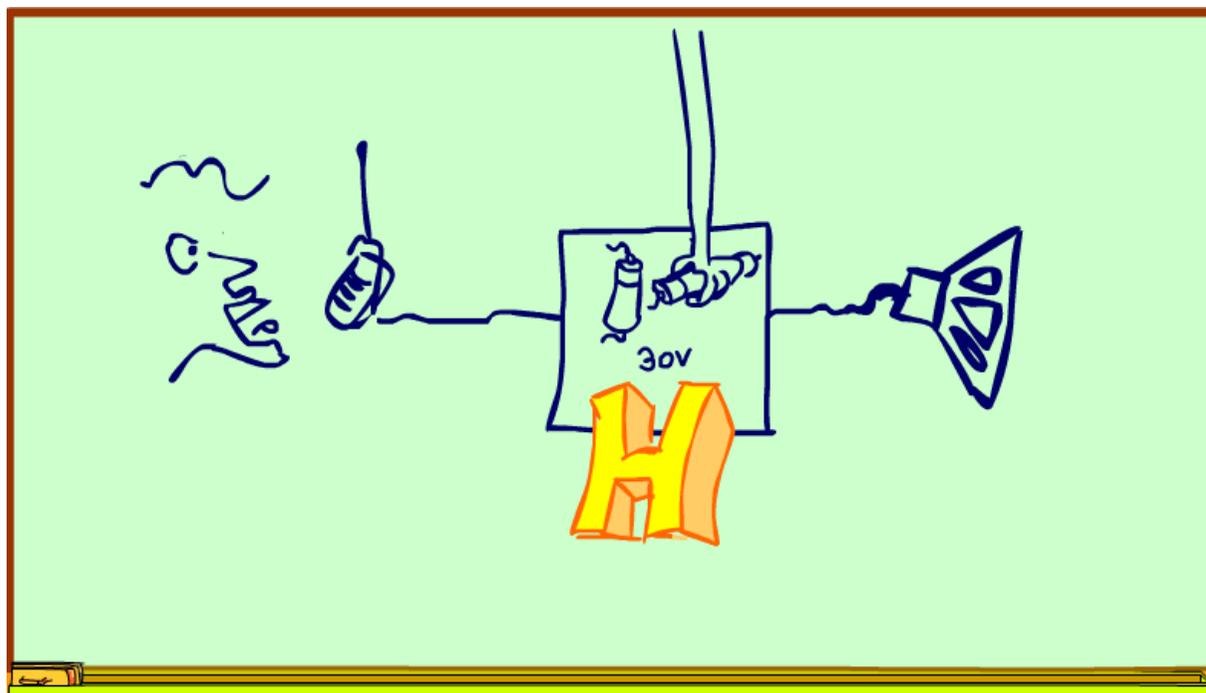
Você conhece o Amplificador Classe-H?

3. QUAL O SEGREDO DO AMPLIFICADOR CLASSE-H?



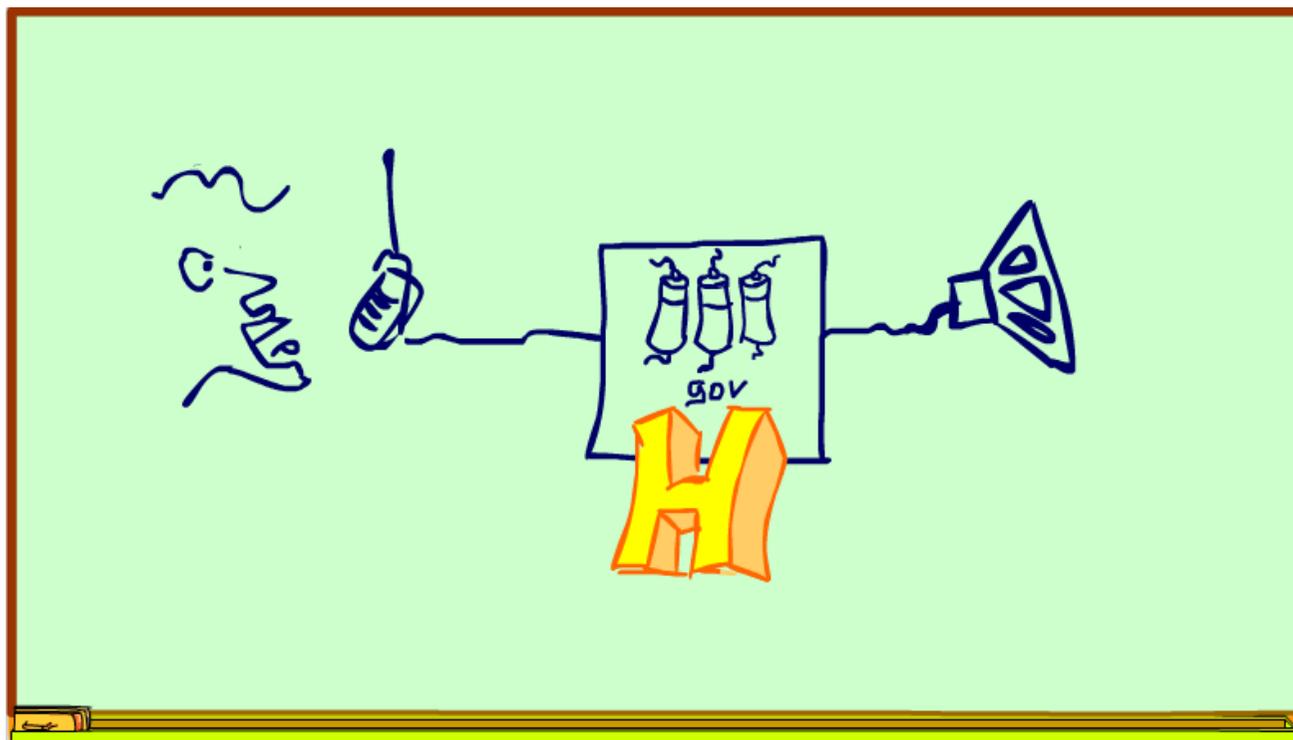
O truque do Classe-H é muito esperto, consiste em dosar a energia tirada da fonte de alimentação, tudo em função do nível do som que está sendo usada, ideia sensacional essa.

Você conhece o Amplificador Classe-H?



Na verdade, essa é uma técnica que demorou muito tempo para se concretizar, mas agora é muito usado em aplicações de altas potências, em amplificadores para grandes sistemas de sonorização, onde a economia de energia é importante, e também está marcando presença nos equipamentos de home theater.

Você conhece o Amplificador Classe-H?

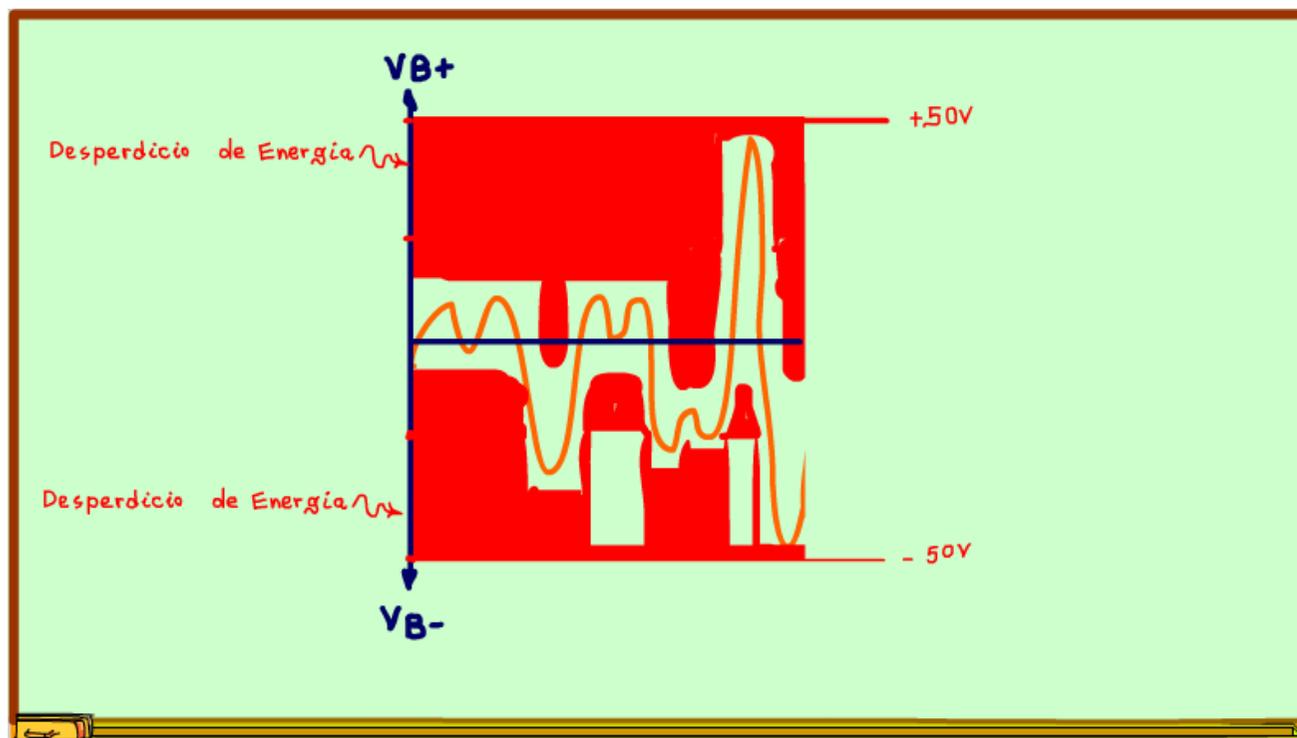


Se você tem sete ou oito amplificadores de potência em vez de dois, com certeza você terá mais perdas, a menos que você use amplificadores em Classe-H.

O amplificador Classe-H já é uma tecnologia firmemente estabelecida em amplificadores subwoofers e até em drivers de linha telefônica ADSL. É uma tecnologia cuja hora é agora!

Você conhece o Amplificador Classe-H?

4. O PRINCÍPIO DO AMPLIFICADOR CLASSE-H

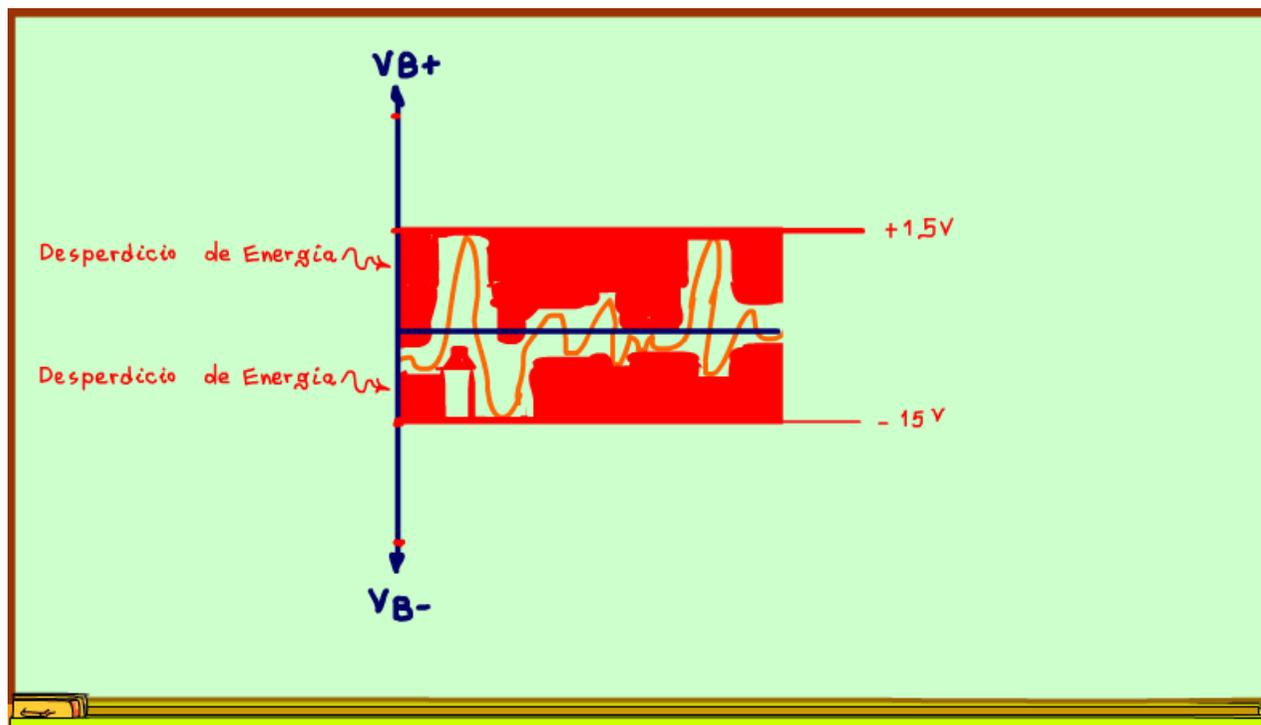


A música tem uma grande proporção de níveis com altos e médios.

Na maior parte do tempo a potência exigida do amplificador está muito abaixo dos níveis máximos, e é esse detalhe que o Classe-H explora.

Mesmo estatísticas rudimentares para a proporção dos níveis médios e altos em uma música ou gênero musical são difíceis de encontrar, mas é amplamente aceito que a faixa entre 10 dB do roque até os 30 dB da música clássica, cobre a maioria das circunstâncias.

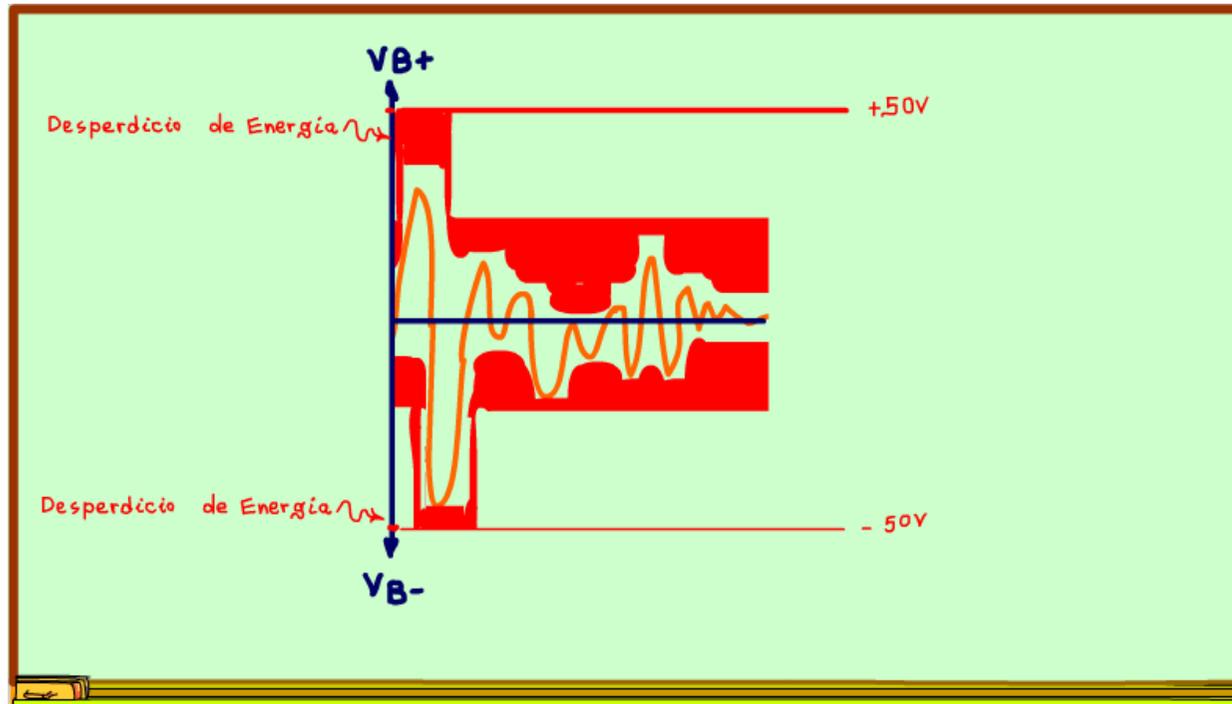
Você conhece o Amplificador Classe-H?



Se um sinal de áudio passa a maior parte do tempo no nível baixo, usando baixa potência do amplificador, então, um amplificador de baixa potência será mais eficiente, ele vai ser montado com fontes de tensões com baixa tensão, e a fonte vai dissipar menos calor, mas se o amplificador foi projetado para altas potências, as fontes serão maiores, e ao reproduzir os sons de baixa potência sua fonte estará desperdiçando energia, não precisava produzir tanto para gastar tão pouco.

Você conhece o Amplificador Classe-H?

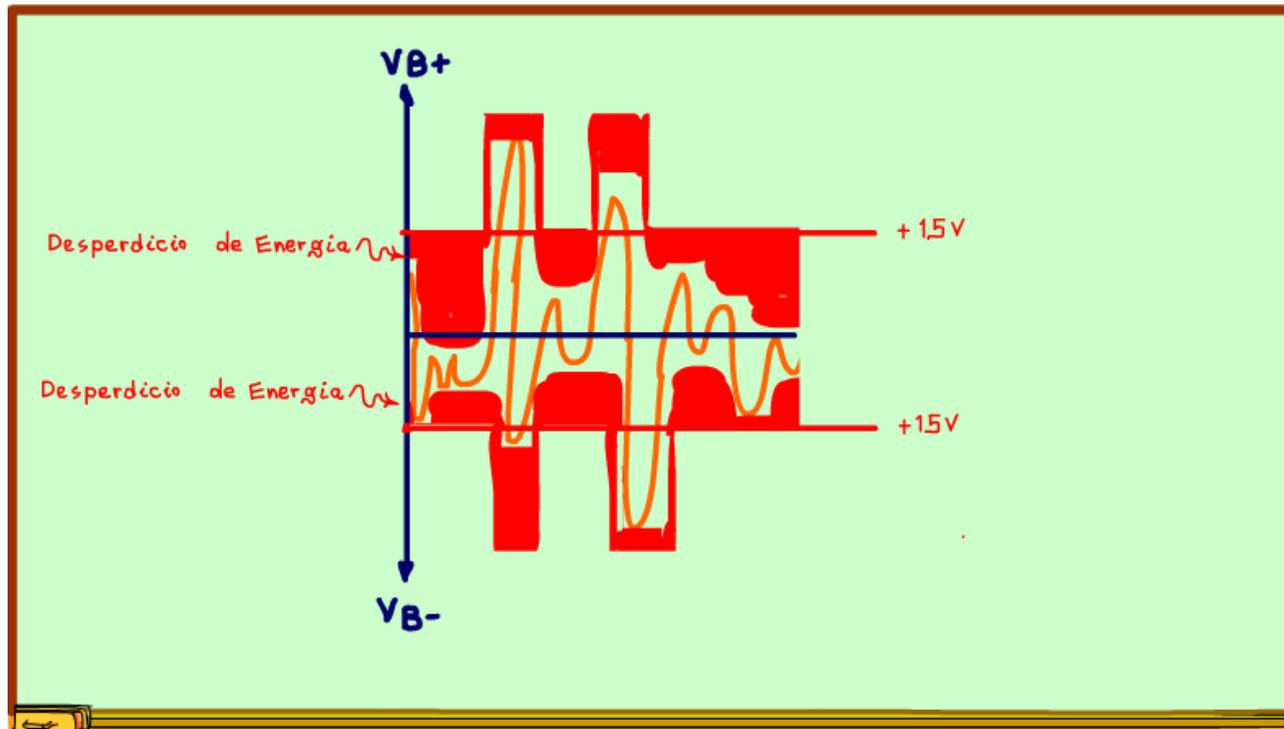
5. FONTES EXTRAS.



O amplificador Classe-H soluciona isso montando as fontes de alimentação em estágios, como se fossem mais de uma fonte e vai ligando uma a uma conforme a potência do sinal vai exigindo.

Quando ocorre um pico de alta potência, ele é detectado por um sensor de potência que liga mais uma fonte ao circuito, aumentando a energia disponível, se forem duas fontes, que é o normal, essa fonte extra vou chamar de fonte extra.

Você conhece o Amplificador Classe-H?



Claro que detectar a necessidade de mais potência e ligar rapidamente a fonte extra é o desafio desse tipo de configuração, qualquer um que já tenha trabalhado algum projeto desse tipo de amplificador sabe da dificuldade de fazer isso acontecer com um sinal de 20 kHz.

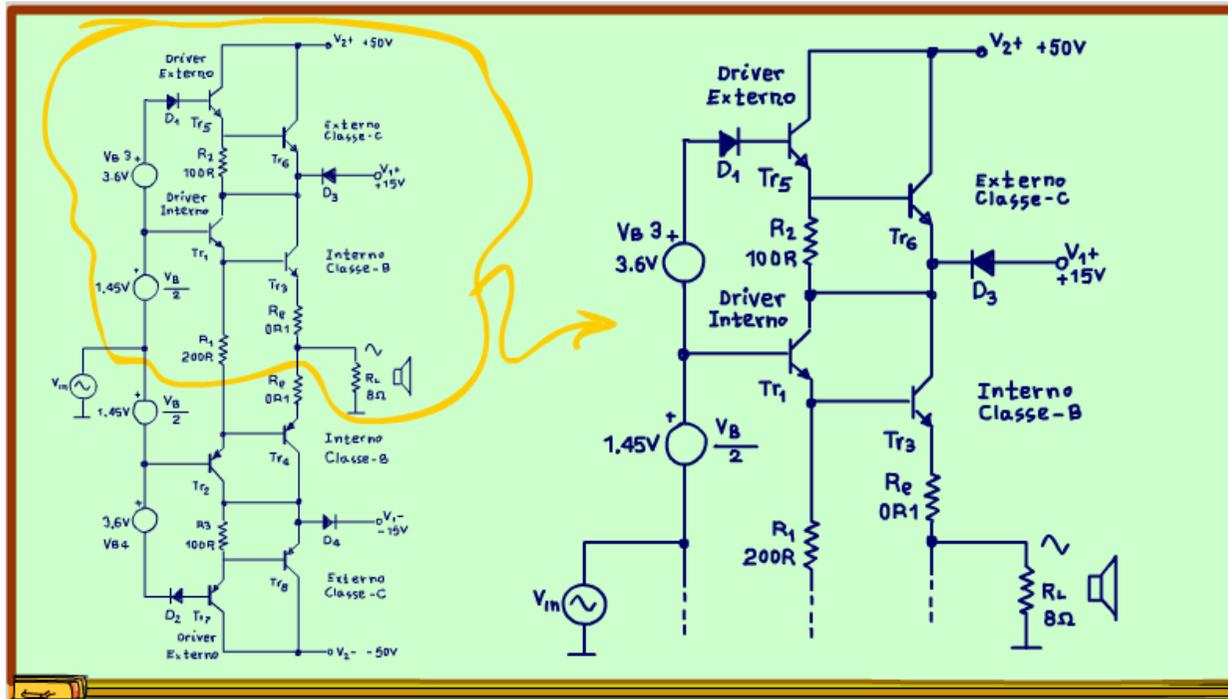
Existem duas maneiras principais de ligar as fontes extras: série e paralelo (ou derivação).

Nesse tutorial vou falar apenas da configuração em série, ela é mais usada.

A versão paralela é mais usada em amplificadores de sonorização de grandes espaços, para potência realmente muito altas.

Você conhece o Amplificador Classe-H?

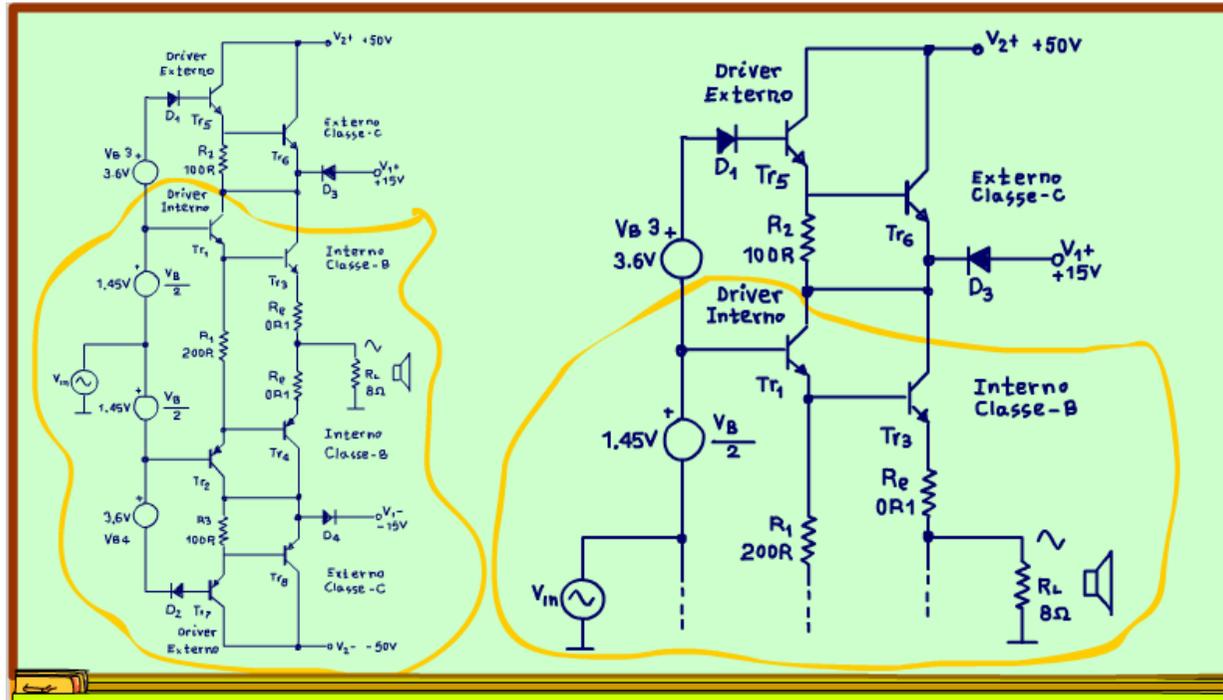
6. O FUNCIONAMENTO BÁSICO.



Um exemplo de estágio de saída Classe-H com ligação de uma fonte extra em série é mostrado na figura.

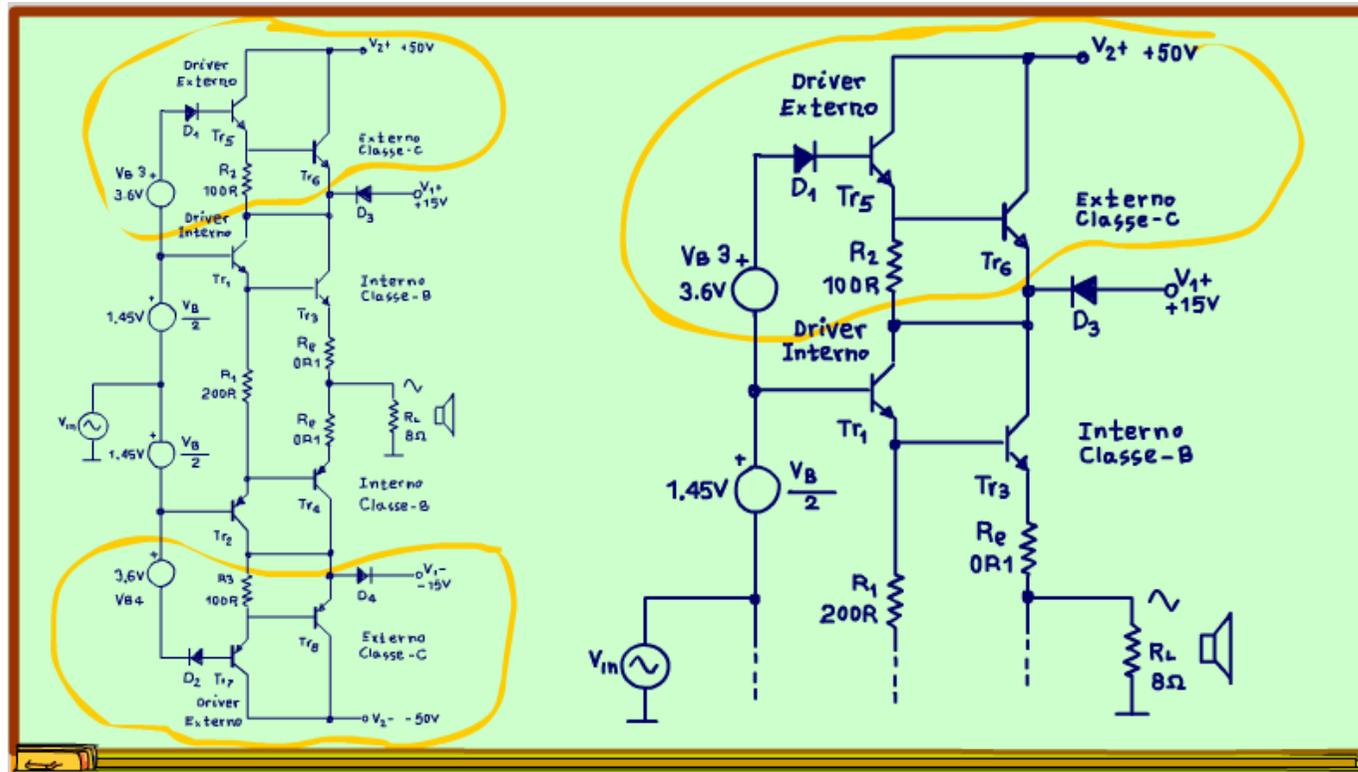
Para fins didáticos, vou considerar os componentes internos, aqueles que funcionam na Classe-B; aqueles componentes que serão acrescentados quando a fonte externa for comutada serão chamados de componentes externos, esse é o conceito usado no livro do Douglas Self, Audio Power Design Audio Book, livro que eu estou usando como referência para esse tutorial.

Você conhece o Amplificador Classe-H?



O estágio interno normalmente funciona na Classe-B, embora não haja nenhuma razão de por que não poderia ser executado na Classe-AB ou mesmo na Classe-A, claro que esse é um tema polêmico e intrigante e será discutido mais tarde.

Você conhece o Amplificador Classe-H?



Se os componentes internos estão funcionando em Classe-B, e os externos conduzem por muito menos de 50% então, o Douglas Self sugere chamar esse amplificador de Classe-B+C, eu ainda não falei nesse canal sobre a Classe-C, mas seria aquela configuração em que cada transistor amplifica menos de 50% da onda da entrada, na Classe-B cada transistor amplifica metade da onda 50%.

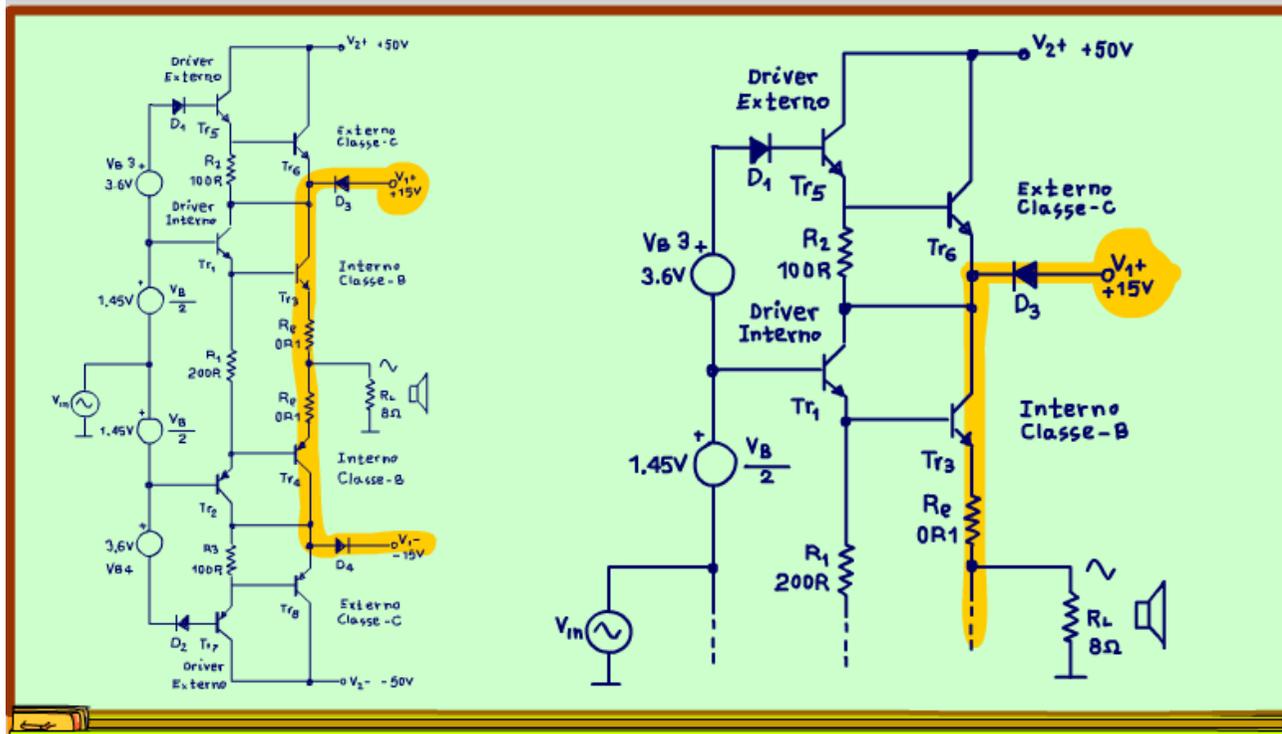
O sinal de mais indica a conexão em série.

No estágio interno os transistores $Tr_3, 4$ operam em Classe-B normal e $Tr_1, 2$ são os habituais drivers e R_1 é seu resistor de emissor compartilhado.

Num circuito real operando a temperatura ambiente é necessário um circuito de polarização que compense a variação da temperatura, aqui eu vou mostrar somente o conceito.

Você conhece o Amplificador Classe-H?

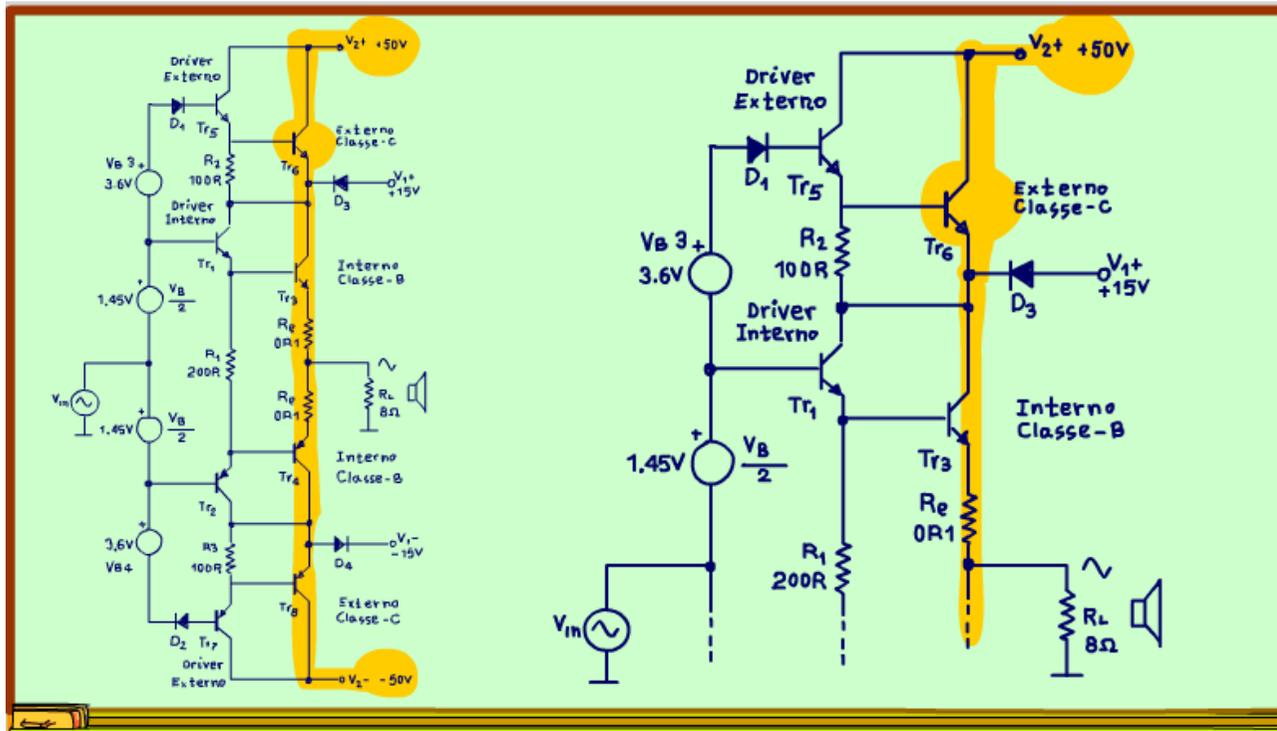
7. A DIVISÃO DAS TENSÕES.



Durante o funcionamento normal o circuito é alimentado pela fonte simétrica V1, que alimenta circuito através dos diodos D3 e D4, muitas vezes chamados de diodos de comutação, para enfatizar sua ação de comutar as fontes.

A palavra “comutação” evita confusão com o usual crossover do Classe-B em zero volts.

Você conhece o Amplificador Classe-H?



Quando o circuito detector detecta a necessidade de mais potência, a fonte V2 é comutada.

Quando V2 é ligada os transistores TR8 e TR6 ligam desligando D3 e D4, então toda a corrente agora é retirada da fonte V2 de alta tensão, nessa condição, com os transistores em série a dissipação de energia se divide entre os transistores TR6, TR4, TR3 e TR8.

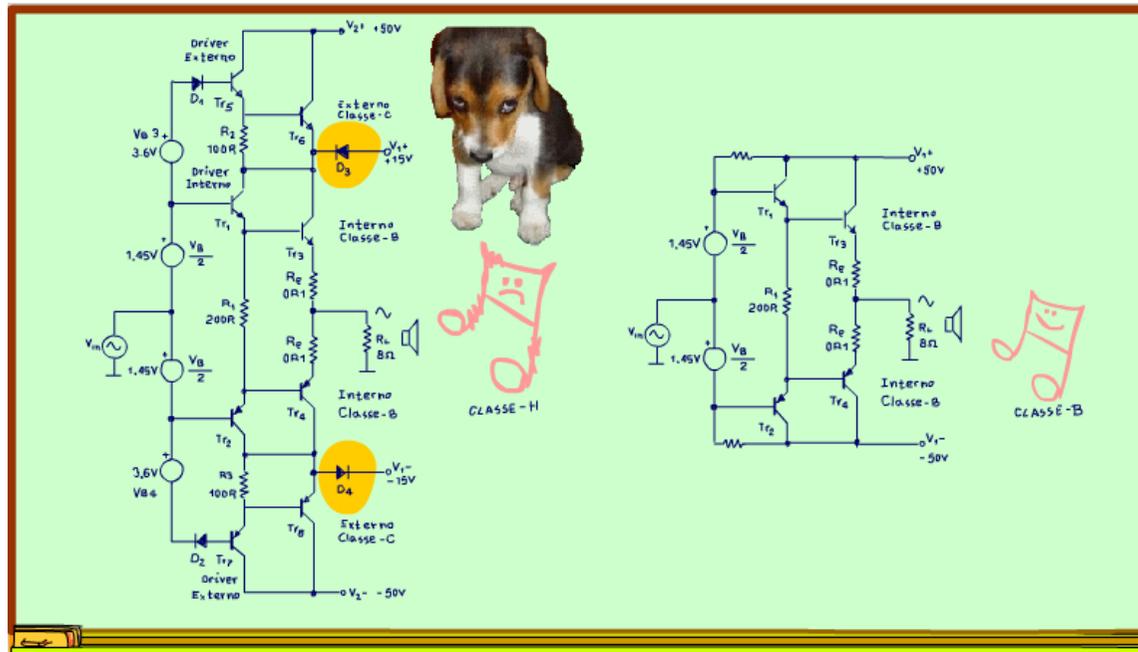
A Figura mostra as tensões de coletor dos transistores internos TR3 e TR4.

Na figura é possível observar que conforme o nível do sinal de saída aumenta a tensão

no coletor ultrapassa o valor da tensão da fonte V1 de 15V, a tensão ultrapassa porque a fonte V2 é ligada, mas a tensão não chega ao valor máximo da fonte V2, isso porque quando a fonte V2 é ligada a tensão passa a ser dividida.

Você conhece o Amplificador Classe-H?

8. QUANTO A LINEARIDADE.



Costuma-se dizer que o amplificador Classe-H tem pior linearidade do que a Classe-B, a culpa geralmente é atribuída a comutação dos diodos.

Claro que sempre tem que ter um culpado, mas todo mundo sabe que essa não é toda a história e todo mundo sabe que existem outros problemas que estragam a linearidade desse circuito, problemas que não tem nada a ver com os pobres diodos lentos, e claro que esse é um assunto para outros tutoriais, afinal os segredos devem ser contados aos pouquinhos.

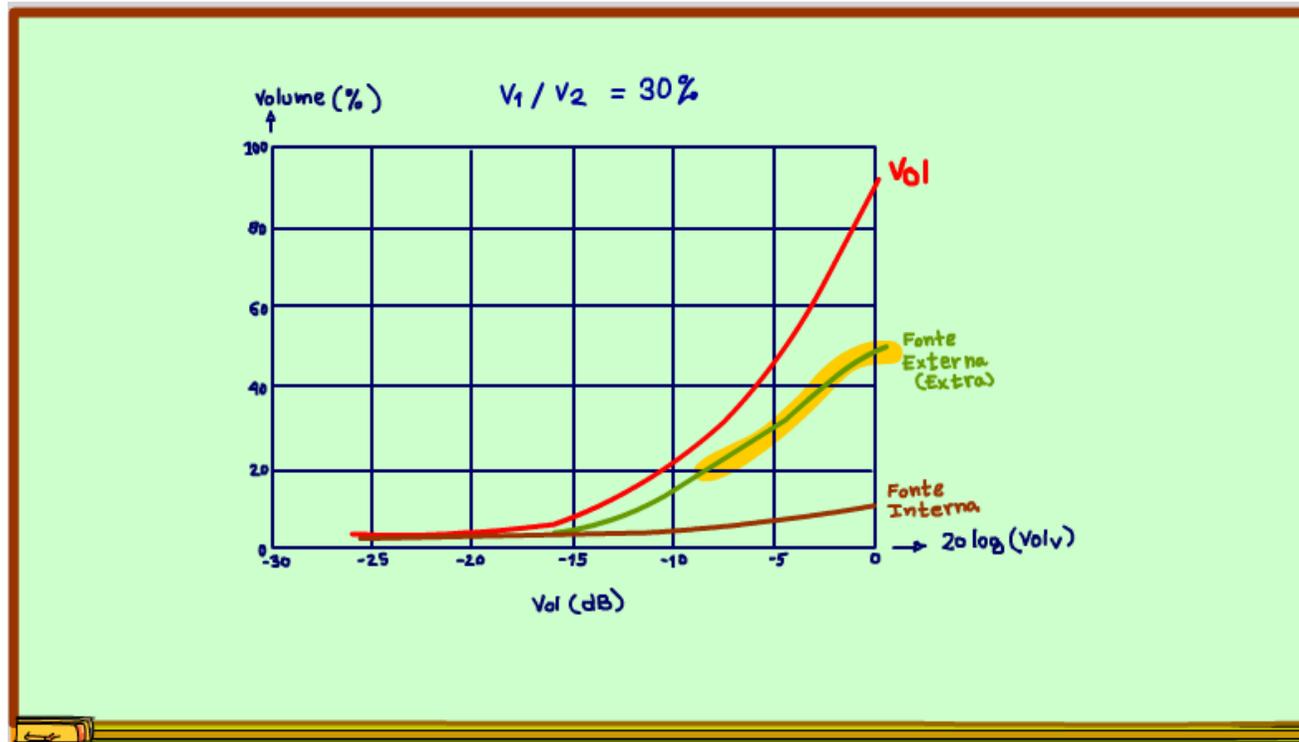
O que todo mundo admite é que esse tipo de amplificador tem falhas sim, mas que só ocorrem quando trabalha em altas potências, onde o

amplificador fica operando menos tempo.

Em baixas potências o Classe-H tem as mesmas falhas de linearidade de um Classe-AB, que não tem a mesma fidelidade do esquentadinho Classe-A, afinal todos nós temos falhas.

Você conhece o Amplificador Classe-H?

9. EFICIÊNCIA DA CLASSE-H.



Nesse gráfico a comutação, que é feita a 30% da potência máxima, na potência máxima os transistores externos consomem quase toda a potência, 48W.

No amplificador Classe-AB a eficiência fica ao redor de 63%, é fácil de calcular, isso porque a forma de onda é bem-comportada.

No Classe-H não é tão fácil, a energia é dividida em duas etapas e tudo vai depender de quando os transistores externos irão entrar para dividir a potência.

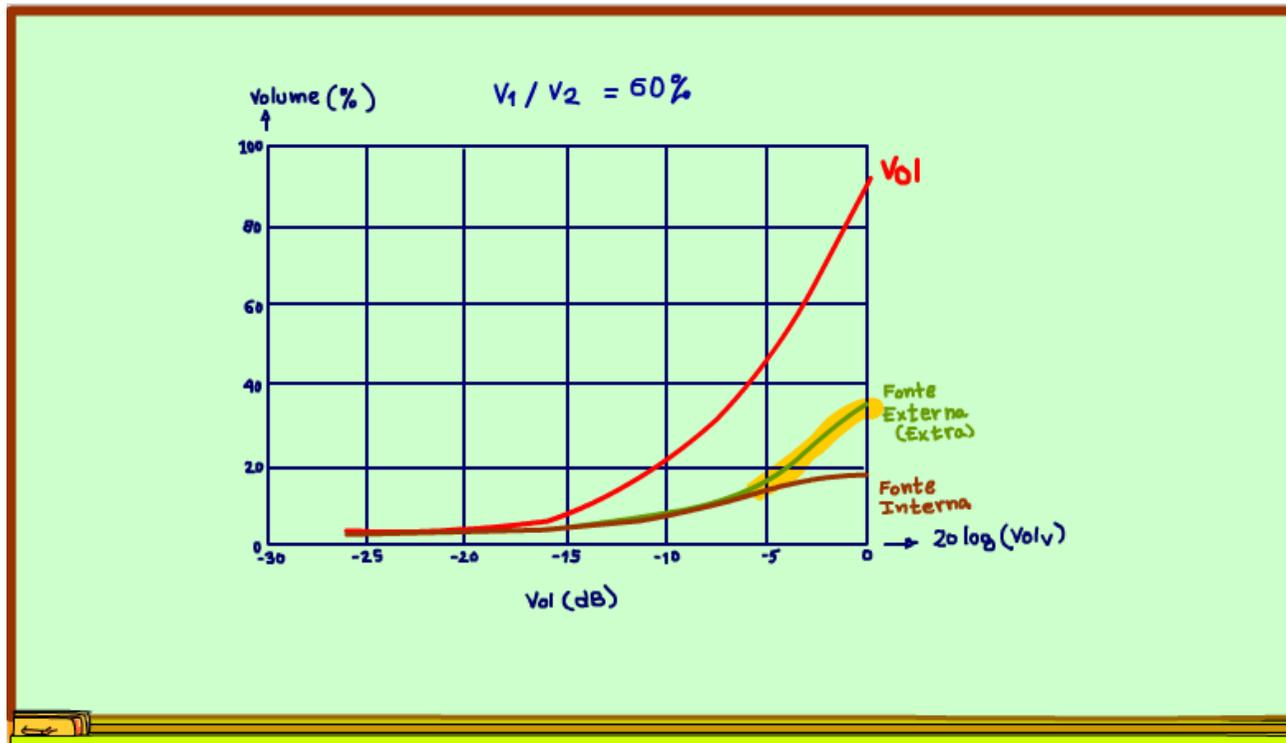
Veja no gráfico da figura.

Nesse gráfico é mostrado a dissipação de potência nos transistores internos e externos.

Antes da comutação não há dissipação de energia nos transistores externos.

Você conhece o Amplificador Classe-H?

10. COMPORTAMENTO COM COMUTAÇÃO A 60%



Essa outra figura mostra o comportamento da dissipação de energia nos transistores com a comutação a 60%, aqui na potência máxima, a energia se divide melhor, os transistores internos consomem um pouco mais e os transistores externos um pouco menos, chegando a 34W, bem melhor do que antes.

Na prática, para amplificadores domésticos que não operam a pleno volume o tempo todo é comum usar o corte a 30%, afinal se ligar na máxima potência os vizinhos vão reclamar.

O rendimento do amplificador Classe-H pode chegar a 80 %.

Você conhece o Amplificador Classe-H?

11. CONCLUSÃO.



Nesse tutorial você viu o conceito que envolve o amplificador Classe-H, nos próximos tutoriais vamos ver algumas aplicações prática, mas a pedra fundamental foi lançada.

Você conhece o Amplificador Classe-H?

12. CRÉDITOS

E por favor, se você não é inscrito, se inscreva e marque o sininho para receber as notificações do canal e não esqueça de deixar aquele like e compartilhar para dar uma força ao canal do professor bairros.

Arthurzinho: E não tem site.

Tem sim é www.bairrospd.com lá você encontra o PDF e tutoriais sobre esse e outros assuntos da eletrônica

E fique atento ao canal do professor bairros para mais tutoriais sobre eletrônica, até lá!

INSCRIÇÃO YOUTUBE: <https://www.youtube.com/@professorbairros>

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ TEM O PDF E MUITO MAIS

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE

www.bairrospd.com

SOM: pop alegre Mysteries -30 (fonte YOUTUBE)

Você conhece o Amplificador Classe-H?

20230904 Amplificador classe H

Você conhece o Amplificador Classe-H?

O amplificador Classe-H é muito usado em amplificadores de altas potências, nesse tutorial eu vou mostrar o conceito do amplificador Classe-H.

Assuntos relacionados.

Tutorial inspirado no livro Douglas Self, Audio Power Design Audio Book.

Quanta teoria eu preciso para trabalhar com eletrônica?: <https://youtu.be/-5T6T3sljDo>

SEO:

YOUTUBE: https://youtu.be/HSowI9w7V_0

Amplificador Classe-H, como funciona o amplificador classe H, o que é um amplificador Classe-H, amplificador classe-H,

Para grandes potências: Classe-H