ANTENNA



Feliz Natal!

TVKX ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES

Número 12/21 (1224) dezembro de 2021

DESCOMPLICANDO A ELETRÔNICA DIGITAL

Experimentos com **PYTHON** para Técnicos em **ELETRÔNICA**



Análise de Um "Booster"

Monte Um Pré RIAA com Válvulas



Fontes de Alimentação com Reguladores Integrados



$$\nabla \cdot \vec{E} = 0$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

O Amplificador Para Fones - Resultados

O Eletromagnetismo

Análise do Amplificador Tonos (Dynaco) Stereo 120





Home Theater - Caixas Central e Surround

Polarize Corretamente Seu Cobra 148 GTL





Transforme Aquela Fonte ATX Encostada em Uma Prática Fonte Multiuso Para a Bancada

ANTENNA





Número 12/21 – dezembro/2021 – Ref. 1224

NOTAS DA EDIÇÃO – Dezembro é o mês da cor laranja, para nos lembrar da campanha de prevenção contra o câncer de pele, e ele também mata. Neste link, você saberá mais sobre essa doença e os cuidados quanto a ela.

E chegamos a mais um Natal, e nós, nesta edição, desejamos a todos Boas Festas, e, em 2022, que em breve se iniciará, o retorno à vida normal, com o fim das dificuldades sanitárias que enfrentamos desde o ano passado.

A partir desta edição, uma novidade: o Alex, Antennófilo "das antigas" nos oferece um curso sobre programação com a linguagem Python, voltado para o técnico em eletrônica.

As edições impressas de Antenna, a partir de janeiro de 2021, podem ser adquiridas na livraria virtual UICLAP (www.uiclap.com.br), bastante fazer a busca por Antenna no sítio da livraria.

Lembramos, novamente, que o sucesso das montagens aqui descritas depende muito da capacidade do montador, e que estes e quaisquer outros circuitos em Antenna são protótipos, devidamente montados e testados, entretanto, os autores não podem se responsabilizar por seu sucesso, e, também, recomendamos **cuidado ao manipularem-se as tensões secundárias e da rede elétrica comercial. Pessoas sem a devida qualificação técnica não devem fazê-lo ou devem procurar ajuda qualificada.**

SUMÁRIO

2 - **ANTENNA** – Uma História – Capítulo XII.....
Jaime Gonçalves de Moraes Filho
5 - **CQ-RADIOAMADORES** – Ajuste de Bias no Cobra 148 GTL.....
Ademir – PT9HP
11 - O Canal Central e os Canais *Surround*.....
João Yazbek
15 - Descomplicando a Eletrônica Digital - Parte II.....
Paulo Brites
23 - Projeto de Pré-amplificadores e Equalizadores RIAA Para Toca-Discos – Parte XVI.....
Álvaro Neiva
30 – Experimentos com Python Para Técnicos em Eletrônica.....
João Alexandre Silveira
42 - **TVKX** – Tentativas e Erros.....
Jaime Gonçalves de Moraes Filho
47 - Análise do Amplificador Tonos (Dynaco) ST-120.....
Marcelo Yared
56 – Amplificador para Fones. Ou Será Mais? - Parte VI.....
Álvaro Neiva
67 – Análise de Um "Booster" Automotivo.....
Marcelo Yared
81 - Projeto de Fonte de Alimentação em Corrente Contínua Com Regulador Linear - Parte XII.....
Álvaro Neiva
94 - Fundamentos de Eletrônica – Parte XI.....
Alfredo Manhães
103 - Construindo Uma Fonte de Bancada Com Uma Fonte ATX - Parte III.....
Paulo Brites

ANTENNA – Uma História - Capítulo XII

Jaime Gonçalves de Moraes Filho*

Mãos à obra!



Tal como comentamos no capítulo anterior, ao folhearmos os primeiros números da revista Antenna, de imediato nos damos conta das imensas dificuldades enfrentadas na época pelos entusiastas da Radiodifusão.

Além da ausência dos componentes mais elementares e do elevado custo daqueles poucos disponíveis no mercado, havia também a quase total falta de ferramentas apropriadas, tais como alicates de corte e de bico, soldadores, e até mesmo a solda com fluxo, o que obrigava os amadores a, muitas vezes, ter de fabricar a sua liga metálica de chumbo e estanho no fogão da cozinha e depois utilizar breu ou uma solução e cloreto de zinco como decapante, sendo este ultimo totalmente desaconselhável para o uso em eletricidade, devido à corrosão que, fatalmente, iria ocorrer com o tempo, porém, era utilizada por muitos teimosos.

No número 1 de Antenna, a seção “Diga-me por que....” nos apresenta todas as informações necessárias para a obtenção de uma boa soldagem, usando é claro, um ferro de soldar aquecido em um fogareiro...

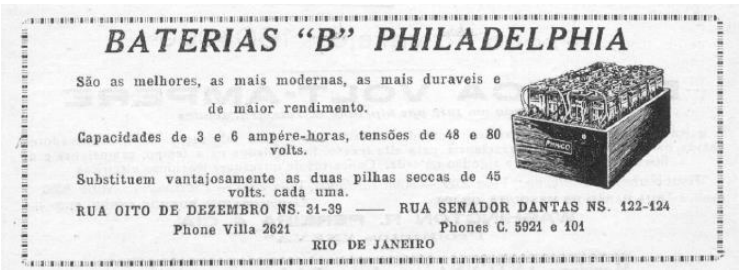
Devido ao elevado custo dos componentes, poucos amadores possuíam receptores a válvulas, a grande maioria tendo de apelar mesmo para os receptores a Cristal de Galena, cuja seletividade era bastante precária, devido principalmente à qualidade dos “Phones de ouvido”, cuja baixa impedância, em paralelo com a bobina, reduzia o fator de qualidade (Q) do circuito ressonante, acarretando uma “mistura’ entre as estações.

Mas, se por um lado uma única válvula já iria permitir a construção de um receptor mais seletivo, no caso um regenerativo, outro problema surgia.

*** Professor de Física e Engenheiro de Eletrônica**

Como sabemos, tais válvulas eletrônicas requerem uma tensão contínua de algumas dezenas de volts, e como a instalação elétrica domiciliar é feita com corrente alternada, havia mais um problema a ser resolvido.

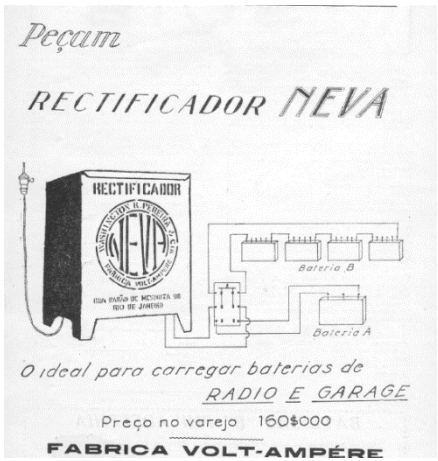
Embora existissem no comércio bancos de baterias de 48 e 80 Volts, oferecidas pela "Varta" e pela "**Phil**adelphia **Co**" (que deu origem à Philco), o custo elevado do produto, mais uma vez, estabelecia outro obstáculo a ser resolvido.



Pack de baterias anunciadas em Antenna – Nº 2 – 1926

Para aqueles com menos idade, surge de imediato um pergunta: - Não existiam retificadores? Bem... existir, existiam! O problema era como filtrar a corrente contínua pulsante, uma vez que os capacitores disponíveis eram de apenas 2 a 4 microfarads, obrigando o emprego de reatores volumosos.

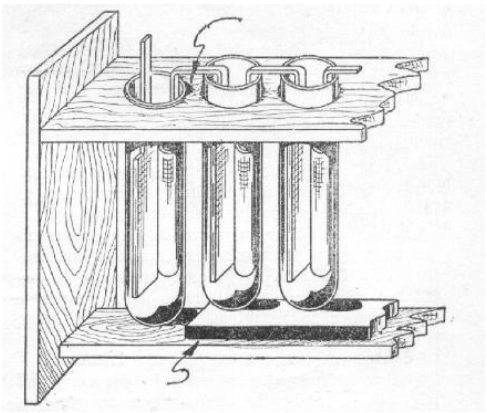
A única solução disponível era mesmo os blocos de acumuladores do tipo chumbo–ácido ou de níquel–ferro, carregados através de um retificador ligado à rede de CA. Estes, em sua maioria, utilizavam retificadores de óxido de Cobre ou uma válvula a vapor de Mercúrio com elementos em Tungstênio e preenchida com Argônio, cujas silabas iniciais, Tungar, se tornaram bastante conhecidas nas décadas seguintes, passando a designar qualquer tipo de carregador externo de baterias.



Anúncio de carregador para baterias "Neva" – Antenna - Nº 2

Para contornar tais problemas, Antenna divulgaria uma maneira prática de se montar uma bateria destinada a alimentação das placas das válvulas, ou 'bateria B", que por sua vez deu origem a abreviação da alimentação "+B".

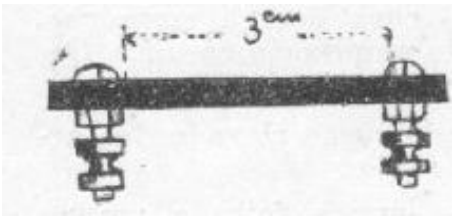
Com a utilização de tubos de ensaio, uma estante e lâminas de Ferro e Níquel era possível se construir em casa uma bateria B, capaz de fornecer alguns poucos mili-ampères destinados a alimentar um receptor sem etapa de potência.



Bateria de Ni-Fe com tubos de ensaio - Antenna – Nº3

Não pensem os leitores que aí terminavam os problemas... Componentes básicos, como capacitores e resistores, muitos dos quais, hoje em dia, são sucateados às centenas, tinham custo elevado e nem sempre estavam disponíveis naquele valor desejado, como ,por exemplo, os resistores de alto valor empregados nos circuitos amplificadores, para a polarização de grade.

Mais uma vez Antenna publicou em seu número 4 uma ideia para solucionar tal problema, empregando uma tira de fenolite, dois parafusos e... um traço feito com lápis número 1, antecipando o que muitos anos mais tarde daria origem aos circuitos impressos. Para "ajustar" o valor de tal resistor, simplesmente lançava-se mão de uma borracha de apagar.



Resistor a lápis – Antenna - Nº 4

Mas.... se os multímetros ainda não haviam chegado por aqui, como saber o valor exato de tal resistor? Muito simples! O ouvido humano nos informaria qual a melhor sonoridade a ser obtida. Enquanto tal condição fosse alcançada, refazer o traço com o grafite do lápis e apagá-lo algumas vezes era a solução.

CQ RADIOAMADORES

A cargo de Ademir, PT9HP

AJUSTE DA BIAS NO COBRA 148 GTL



(Texto e Fotos do Autor)

Os técnicos calejados em consertos de rádios Faixa do Cidadão costumam fazer este ajuste de olhos fechados, mas observamos, mesmo em vídeos na internet, alguns equívocos.

A BIAS (leia-se “baias”) nada mais é que a corrente de repouso – uns poucos miliamperes – que polarizam corretamente os transistores pré e saída. Como no caso do Cobra 148 GTL e de alguns clones, o VR-148 GTL, e o pai dos dois, o Ranger 296, o esquema é praticamente idêntico, salvo a posição na placa de alguns componentes. No esquema, não se observa nenhuma diferença.

É importante ressaltar que futricar bobinas e trimpots, sem saber o que está se fazendo, pode deixar o aparelho desalinhado, necessitando instrumental como osciloscópio, gerador de sinais e gerador de áudio, para seu ajuste correto.

Esse ajuste de BIAS – primeiramente do transistor driver ou pré, neste caso um 2SC-2166 e do transistor de saída, um 2SC-1969, faz com que se consiga a potência correta para a qual o aparelho foi projetado. Uns 12 watts de saída em SSB e uns 4 watts em AM. Claro, “espremendo” um pouco mais, injetando mais corrente para os coletores, haverá um aumento de potência. Mas, para estes modelos de rádio e em muitos outros mais modernos, esse incremento nos watts de saída significa componentes aquecendo mais e vida deles também mais curta.

Observando o esquema – e alguns técnicos cometem esse erro mesmo em vídeos – vemos que os dois pontos de teste (Test Points) são interligados. Portanto, TP-7 e TP-8 são dois pinos ligados um ao outro. Observe a placa de circuito impresso por baixo (Foto 1). A diferença é que os fios verde e violeta vão para pontos diferentes na placa.

Observe também que o fio verde está relacionado ao ajuste do pré, neste caso o trimpot VR-9. O fio violeta leva ao trimpot VR-8 que ajusta a corrente BIAS do transistor final, o 2SC-1969.

Aqui entra um pouco de raciocínio prático: seguindo o esquema (Foto 2), veja que os dois fios ligados em pinos diferentes, na verdade, estão recebendo a mesma corrente, mas ajustada individualmente pelos trimpot VR-8 e VR-9.

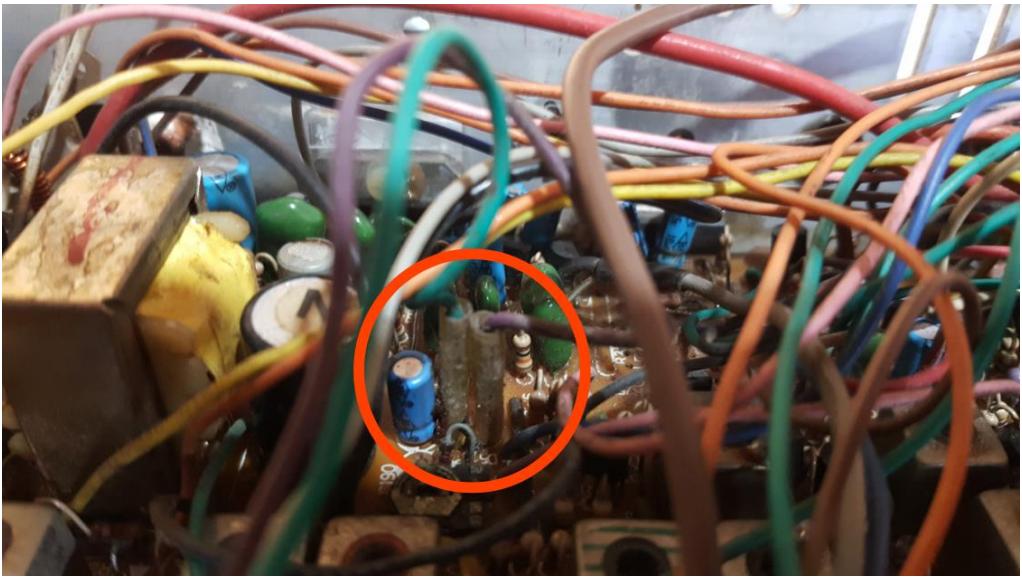


Foto 1 - Acima, TP-8 e TP-7, dois conectores encaixados em dois pinos soldados na placa de circuito impresso. Eles estão ligados um ao outro.

No ajuste, desencaixe os dois fios, coloque a ponteira vermelha do multímetro em qualquer um dos pinos e a ponteira preta, primeiramente, no orifício do fio verde (e proceda o ajuste) em seguida, coloque o fio preto no orifício do fio violeta e proceda, novamente, o ajuste. A ponteira vermelha sempre fica em um dos pinos soldados no chassi. Usei um multímetro analógico.

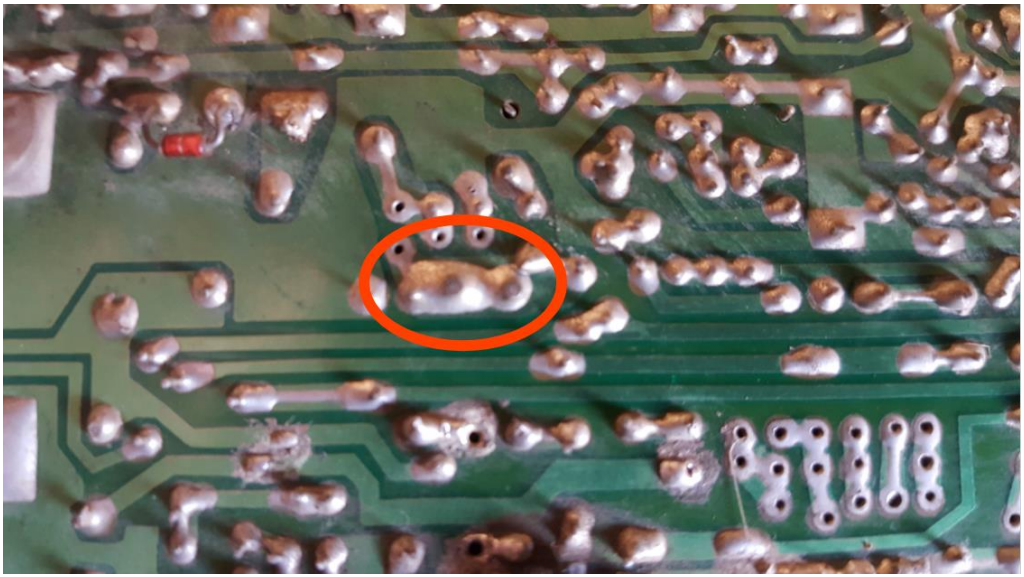
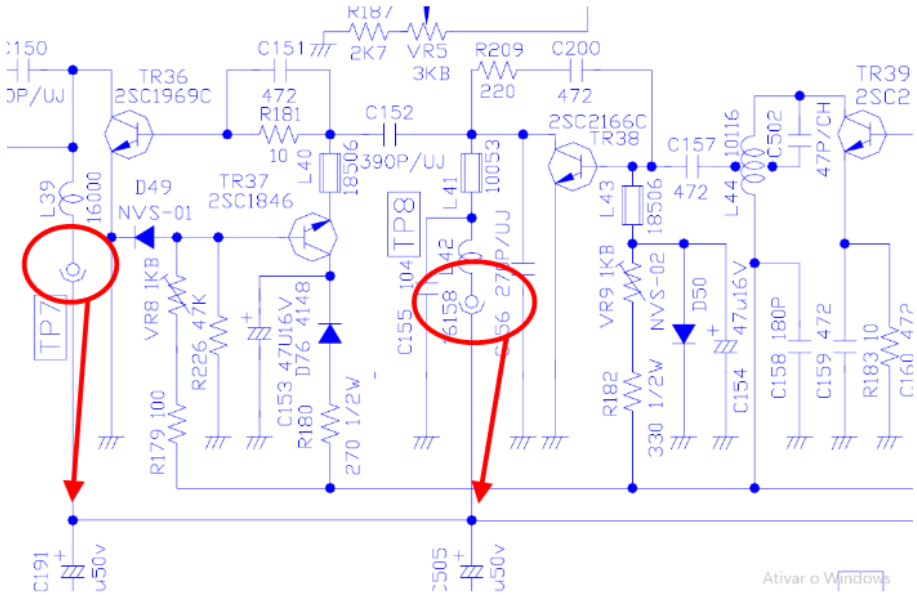


Foto 2 - Aí estão eles e a prova que os pinos TP-7 e TP-8 no Cobra 148 GTL são interligados. Veja também o esquema:

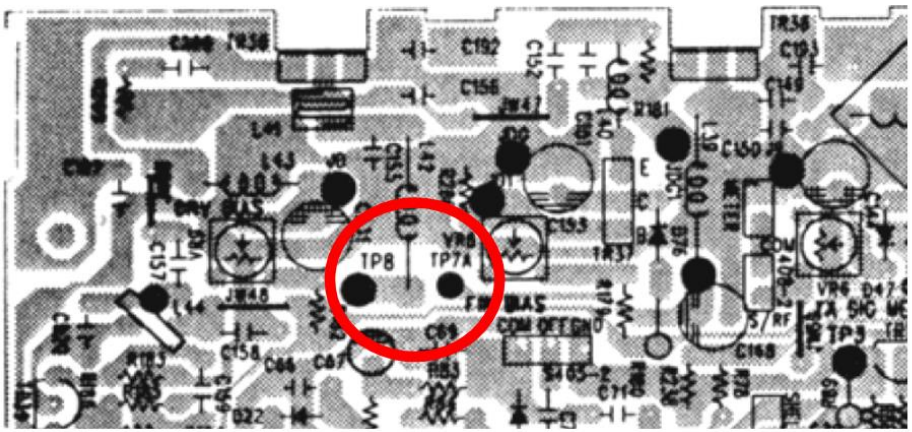


Esquema parcial do Cobra 148 GTL

Veja no esquema que TP-7 e TP-8 têm ligação em comum na placa do rádio. A corrente vem por aí. Quando se retira o fio verde (TP-8) você tem acesso ao ajuste de VR-9. As outras pontas dos fios estão ligadas próximas aos dois trimpot de ajuste, conforme se vê na última gravura deste artigo. Essas pontas também são numeradas, neste caso, o mesmo que está nos Test Point.

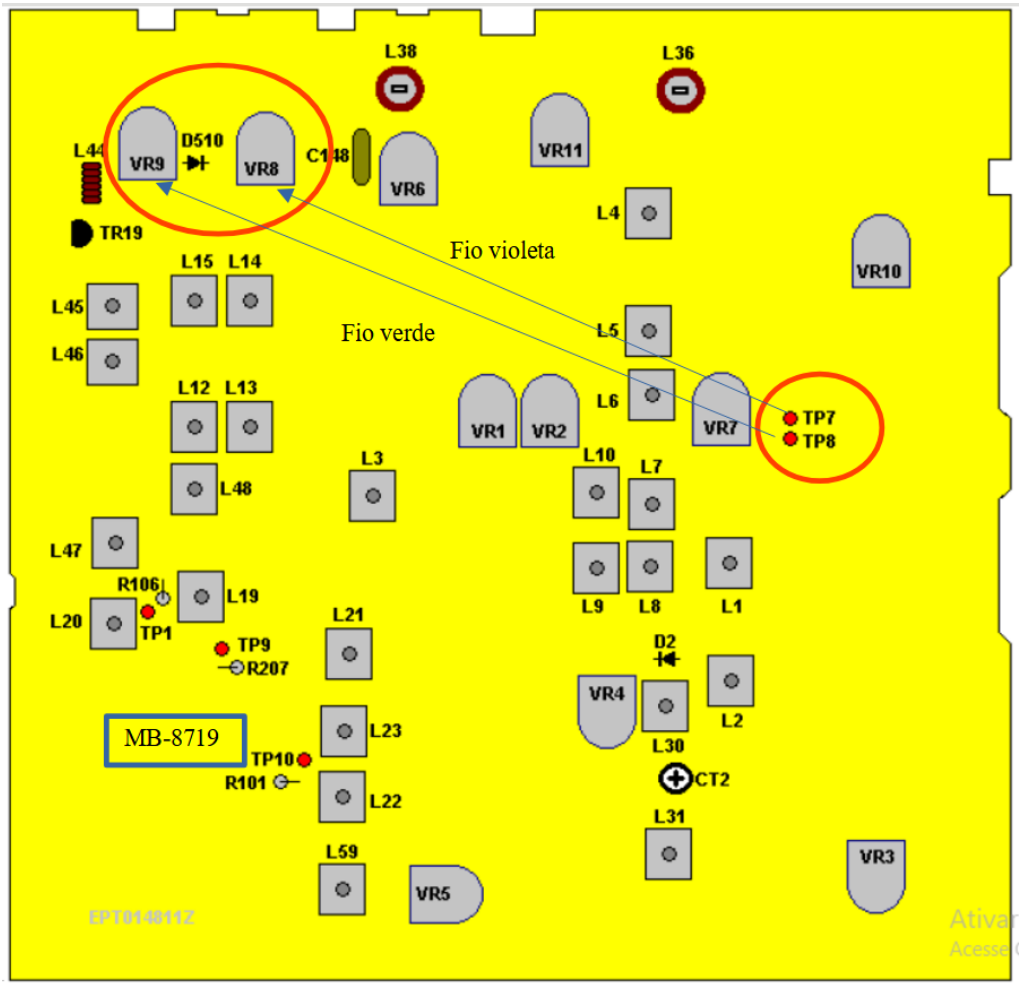


Fios verde e violeta vindos do TP-8 e TP-7



É para estes pontos que vêm as pontas dos fios verde e violeta, próximos aos trimpots de ajuste de BIAS

Atenção: aqui sim, as pontas dos fios são separadas, para ajuste individual



COMO FAZER NA PRÁTICA

Primeiro, o rádio deverá estar energizado, em USB e no canal 20. Ganho de microfone totalmente fechado. Se ajustar um rádio sem controle de áudio, você não deve modular ou falar ao microfone (caso do CCE-8000). Saída da antena do rádio ligada a uma carga não irradiante (carga fantasma) ou na falta dela, à própria antena.

Desencaixe o fio verde e o fio violeta dos pinos marcados como TP-7 e TP-8.

Coloque a ponteira vermelha em QUALQUER um dos dois pinos localizados na placa. Eles são interligados na face de cobre. (Veja lá. Se não estiverem interligados, o que acho muito difícil, siga então o que diz o manual de serviço do rádio).

Agora – e isto é importante – coloque a ponteira preta do multímetro na ponta do fio verde, onde tem um conector oco. Ele é encaixado em TP-8. Se estiver em TP-7, dá na mesma.

Em seguida, aperte a tecla PTT (**SEM MODULAR**) e veja no multímetro, na escala de miliamperes (mA) a leitura que dá. O ajuste do pré (VR-9) deve dar 30mA na escala de miliamperes do multímetro.

Se você fechou os dois trimpots (sentido anti-horário) antes do teste, ajuste VR-9 para obter 30mA na escala do multímetro.

Agora coloque a ponteira preta no fio violeta. A ponteira vermelha continua no mesmo lugar. Repita a operação, agora abrindo trimpot VR-8 para obter 50mA na escala do multímetro.

Se tudo deu certo, o ajuste de BIAS foi um sucesso. Recoloque os fios verde e violeta nos dois pinos na placa do rádio, TP-8 e TP-7.

E se não der o ajuste seguindo as cores dos fios?

Raramente acontece numa linha de produção se achar o fio verde e o violeta trocados. Então, tente o ajuste do pré VR-9 colocando a ponteira preta no fio violeta. Em todo caso, o trimpot será aberto só um pouco, raramente passando do “meio-dia”, ou centro da peça.

Finalizando, espero que você seja um técnico em eletrônica e não um curioso.

Mesmo um técnico pode cometer deslizes e, sinceramente falando, raramente vi no YouTube um técnico elogiando o trabalho de outro. Mas tem os “feras” para quem qualquer um “tira o chapéu” pelo conhecimento e esmero com que trabalham um rádio.

Atenção: dica técnica para quem tem conhecimento de eletrônica. Não nos responsabilizamos por danos em seu aparelho. Equipamentos apropriados, esquema e, especialmente, o manual de serviço, são fundamentais para o reparo com sucesso de um rádio Faixa do Cidadão.

O Canal Central e os Canais *Surround*



João Yazbek*

Nos últimos meses falamos bastante sobre caixas acústicas, gabinetes, alto-falantes e crossovers, sempre considerando a caixa acústica do tipo mais comum, que é a tradicional caixa de radiação frontal (ou direta), como as caixas frontais esquerda e direita de um sistema estéreo ou de Home-theater.

No caso específico do Home-theater, temos alguns tipos especiais de caixas acústicas, como a caixa acústica utilizada no canal central, as caixas utilizadas nos canais surround e por fim, o subwoofer. Cada um desses produtos tem seus detalhes. Trataremos, neste artigo, dos dois primeiros.

O canal central

A caixa para o canal central do home-theater é aquela onde os diálogos do filme serão apresentados e, como tal, ela necessita ter excelente definição nas frequências médias, que é a região de frequências onde a voz humana está.

Alguns argumentam que ela é a caixa mais importante do sistema, por necessitar reproduzir os diálogos com clareza.

Na realidade, as caixas frontais também são muito importantes, tanto para música como para filmes, de forma que as três devem ter boa qualidade e, preferencialmente, o mesmo timbre.

O critério utilizado para a definição do formato do canal central é que ele fique abaixo ou acima do televisor ou da tela de projeção, alinhado bem no meio do campo de visão.

***Mestre em Engenharia Eletrônica**

Esse requisito faz com que, por facilidade e também por uma questão de aparência, a caixa central seja do tipo horizontal, de forma que ela utilize bem o espaço disponível e tenha harmonia com o local.

O tipo mais comum é derivado desta restrição de formato e usa dois alto-falantes do tipo Midbass associados a um tweeter. Essa configuração é chamada de **MTM** (Midbass, Tweeter, Midbass) ou de **configuração de D'Appolito**.

Essa configuração clássica, utilizada na forma vertical, é bastante popular, sendo superior em desempenho à tradicional caixa com um Midbass ou woofer e um tweeter, pois, além de produzir mais dinâmica que o sistema convencional, tem melhor dispersão horizontal, produzindo uma resposta bem comportada.

A maior dinâmica é dada pelo fato dela utilizar dois alto-falantes Midbass no lugar de um só. Esse tipo de caixa foi desenvolvido para ser orientada verticalmente, pois ela tem uma dispersão horizontal muito boa e uma dispersão vertical apenas razoável. Quando a caixa é deitada e se torna horizontal, as coisas se invertem, produzindo boa dispersão vertical e razoável dispersão horizontal.

A dispersão horizontal é mais significante auditivamente que a vertical num ambiente de home-theater, pois o que o usuário ouve quando se move na sala de projeção.

Logicamente, usar a caixa central na vertical é uma possibilidade, mas é certo que ela vai ficar mal posicionada e destoar do restante existente em volta da tela.

Se estivermos sentados bem em frente ao canal central, a qualidade ouvida é muito boa. Se sairmos da posição central e nos posicionarmos á esquerda ou direita, algumas frequências começam a ser canceladas e outras são reforçadas, mudando o equilíbrio tonal do sistema.

Esse é o efeito da dispersão horizontal ruim. Para resolver isso, uma das alternativas é reduzir ao mínimo possível o espaço entre os dois alto-falantes Midbass. Isso faz com que a resposta horizontal melhore.

O mercado trocou performance por aparência e adequação ao espaço ao adotar a caixa central horizontal, e esta se tornou padrão com o estilo MTM para a caixa central.

No caso de se utilizar uma caixa central no teto, a situação piora significativamente, pois o canal central foi projetado para ser posicionado logo acima ou abaixo da tela e não no teto, e, portanto, o resultado final do sistema com um canal central posicionado no teto é ruim, pois a imagem sonora é totalmente perdida, para não falar da diretividade dos sons agudos e da perda dos conceitos de dispersão horizontal e vertical.

Esse é outro caso em que comodidade e aparência que substituem a qualidade.

Os canais *surround*

As caixas para canal *surround* são aquelas traseiras e laterais nos sistema 5.1 e 7.1. As alternativas são as caixas tradicionais de radiação direta, como caixas *bookshelf* (podendo ser, neste caso, menores que as caixas dos canais frontais) ou então as do tipo bipolar ou dipolar, que são projetadas para uso com som surround.

Caixas bipolares são aquelas que têm dois ou mais alto-falantes que operam em fase, e geram som dos dois lados do gabinete. Se usados como falantes surround traseiros, eles irradiam o mesmo sinal ao longo da parede traseira. Se usados como surround laterais, eles geram som para frente e para o fundo do ambiente.

Já caixas dipolares são aquelas que os falantes trabalham fora de fase, radiando para os dois lados em contrafase e criam um efeito surround difuso, de forma que não é possível localizar a origem do sinal surround. Algumas poucas caixas têm uma chave que permite que uma caixa bipolar se transforme em dipolar ou até desligam um dos drivers de modo que ela se transforme numa caixa do tipo de radiação direta.

Mas quais os prós e contas dos tipos dipolares e bipolares?

Iniciando com as bipolares, elas têm falantes ligados em fase e, portanto, produzem um pouco mais de graves que os outros modelos, podendo ser utilizadas como caixas frontais. Com os falantes alinhados em fase, porém apontados para pontos diferentes, elas irradiam energia sonora para os lados e a sensação é de que o som vem de mais direções. Mas a radiação da caixa bipolar é identificável, logo, é possível ainda determinar a origem sonora. Esse conceito faz com que a acústica do ambiente afete a performance do produto.

Já as caixas dipolares criam um som ainda mais aberto, dificultando bastante ao ouvinte identificar a origem do som, porque os falantes ligados fora de fase irradiam bastante para as laterais, mas na posição diretamente em frente da caixa ocorre uma situação de cancelamento sonoro, de forma que se ouve o som emitido pelas laterais e não o frontal.

Essa característica faz com que a fonte sonora se torne difícil de ser identificada. Como resultado, o som é bastante difuso e espacial, que é o objetivo básico dos falantes *surround* na reprodução de efeitos sonoros. O posicionamento dessas caixas é crítico e afeta significativamente a performance delas, assim como a acústica da sala.

As caixas dipolares são uma aproximação mais fiel aos alto-falantes *surround* encontrados em cinemas, e sacrificam um pouco de sua resposta em graves em prol da ambiência criada.

Concluindo, é difícil escolher falantes surround de forma objetiva, em função da sensibilidade à acústica do ambiente e do posicionamento das caixas. O melhor é ouvi-las, escolher um modelo e adequar o posicionamento, móveis e acústica da sala para que o resultado se repita na sala de sua residência.

Resumindo

O canal central deve ser colocado junto do display e uma caixa central do tipo MTM deve ser utilizada, escolhida de acordo com a menor distância entre os falantes Midbass, para não prejudicar a dispersão horizontal.

As caixas *surround*, por sua vez, podem ser de três tipos diferentes: radiação direta, dipolares e as bipolares. A escolha entre elas é bastante difícil do ponto de vista objetivo, sendo que a solução mais simples é o uso de caixas de radiação direta como pequenas *bookshelves*, que têm um padrão de radiação direta, que é menos influenciado pelo ambiente.

Já as caixas bipolares e dipolares criam um campo sonoro difuso, que é bem interessante, mas têm sua performance atrelada ao ambiente e ao posicionamento, sendo que o resultado pode ser ótimo ou ruim, pois depende de vários fatores, inclusive dos móveis colocados no ambiente.

A escolha do melhor tipo de caixa depende de acústica, ambiente e de gosto do ouvinte, sendo que a dipolar é que gera o surround mais difuso. Na dúvida, compre as caixas que se transformam nos três tipos por meio de uma chave.

Tudo o que foi discutido aqui se perde quando o som é radiado de cima através de caixas de teto, e o resultado final é totalmente diferente do esperado.

Enfim, paga-se um preço elevado para ter um ambiente sem caixas acústicas e “clean”. Uma alternativa interessante que está a meio caminho e mantém a qualidade dos canais frontais (que são os mais importantes) é utilizar-se caixas acústicas para os canais frontais e central e caixas de teto para os canais surround.

E é isso. Até a próxima e boas festas para todos!

DESCOMPLICANDO A ELETRÔNICA DIGITAL

Paulo Brites*

Aula 2

O pessoal do marketing adora dizer que é "digital".

Mas será que eles sabem o que estão dizendo?

E você, prefere analógico ou digital?

Descubra a diferença nesta aula e surpreenda-se.



Analógico, Digital & etc

Neste capítulo veremos como estas coisas teóricas, binários, bit e bytes vão virar circuitos eletrônicos que deve ser a sua dúvida.

Comecemos examinando as duas figuras ao lado.



O que é preciso ser notado é que o sinal digital não varia suavemente como analógico.

Entretanto, antes de tratar de sinais analógicos ou digitais, precisamos estudar duas "coisinhas" que são a lógica e álgebra de Boole (leia-se bule, que não é o de fazer café).

***Professor de Matemática e Técnico em Eletrônica**

Antes que você se desespere por causa da palavra “álgebra” que apareceu no parágrafo anterior, peço-lhe que não pense em desistir porque lhe garanto que é muito fácil entender essa “coisa”.

Tudo começou na Grécia, no século IV AC

De uma maneira bem superficial, podemos dizer que a lógica é uma representação metódica do raciocínio, por isso costuma ser chamada de **raciocínio lógico** (coisa que muita gente não tem, nenhum dos dois).

Aliás, todas as matemáticas se apoiam na lógica, que a meu ver, deveria fazer parte da grade escolar desde os primeiros anos e certamente tornaria a compreensão da matemática bem mais “humana”.

Voltando à lógica, atribuem-se as primeiras manifestações do pensamento lógico ao filósofo grego Aristóteles, lá pelo século IV AC (eu ainda não tinha nascido!).

O primeiro princípio da Lógica Aristotélica é admitir que só existem duas possibilidades: falso ou verdadeiro (pensando bem, não existe meia verdade, nem uma mentirinha).

Que tal associarmos esta ideia de Aristóteles aos números binários?

Poderíamos dizer, por exemplo, que o verdadeiro vale 1 e o falso vale 0, ou poderia ser ao contrário, uma mera questão de convenção (que não tem nenhuma lógica!).

O segundo princípio de Aristóteles é admitir que tudo pode ser expresso por pr**O**posições (não confunda com pr**E**posições, que é outra coisa).

Vamos destrinchar esta história de pr**O**posição com um exemplo.

Se dissermos João é brasileiro ou João gosta de futebol, temos duas proposições e chamaremos cada uma de **proposição simples**.

Mas se dissermos João é brasileiro **E** gosta de futebol, agora temos **uma proposição composta,** que foi formada a partir de duas proposições simples unidas pelo **E**.

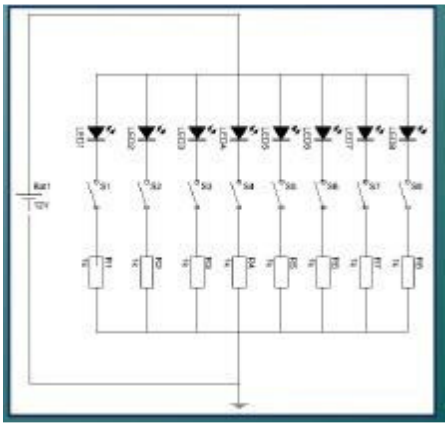
Deixemos de lado por um momento estas ideias e vamos dar um salto do século IV para o século XVIII e ir até a Inglaterra “visitar” o senhor George Simon **Boole** (1815-1864) que, certamente, você já desconfiou, foi o inventor da **Álgebra de Boole**.

Este senhor teve a ideia de juntar a lógica de Aristóteles com os números binários para construir uma “álgebra” que recebeu o seu nome (muito justo, não é?).

Veja na tabela abaixo como é fácil.

LÓGICA	BOOLE	ELETRÔNICA
VERDADEIRO	1	ON
FALSO	0	OFF

Se você ainda não percebeu como podemos transformar o falso ou verdadeiro de Aristóteles ou o 1 e 0 binário de Boole em um circuito eletrônico, a figura abaixo vai lhe dar uma ajudinha.

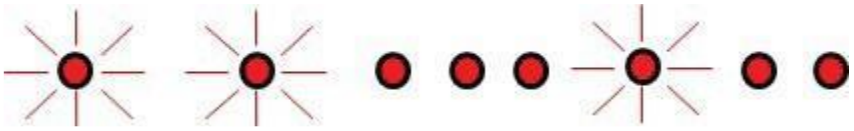


O funcionamento do circuito é bem simples.

Se a chave estiver fechada, o led correspondente acende e se estiver aberta, fica apagado.

Percebeu a analogia entre o circuito e a tabela? Um exemplo vai ajudar a clarear as coisas.

Suponhamos as chaves S1, S2 e S6 estão fechadas, enquanto S3, S4, S5, S7 e S8 estão abertas. A situação dos leds acesos e apagados é mostrada abaixo.



Pela nossa convenção em que consideramos 1 = on e 0 = off, esta sequência de oito (1 byte) leds acesos e apagados corresponde ao binário 1 1 0 0 0 1 0 0 que é a mesma coisa que o hexadecimal C4.

Quando um led está aceso temos uma ddp entre seus terminais e quando está apagado a ddp é zero.

Vamos representar estas ddps por uma forma de onda.



Se você está achando estranho utilizar este monte de chaves mecânicas para "construir" um circuito digital, fique sabendo (se não sabe) que tudo começou assim e que estas chaves eram feitas com relés que eram acionados por válvulas eletrônicas.

Dá para imaginar o barulhão que fazia um "circuito digital", além da quantidade de energia que era consumida?

Não se preocupe que tão saudosista assim e, portanto não iremos estudar circuitos digitais valvulados, pois transistores já foram inventados e é com eles que iremos dar os primeiros passos na Eletrônica Digital.

Vou supor que você sabe como funciona um transistor e, por isso, irei fazer apenas uma breve revisão sobre a aplicação dos **transistores** sendo usados como chaves lógicas para substituir as chaves mecânicas do nosso circuito de leds, que é o que nos interessa, no momento.

Antes que alguém queira argumentar que seria melhor começar a trabalhar logo com circuitos integrados, informo que é importantíssimo começar com os transistores e entender bem o funcionamento deles como chaves lógicas.

Afinal para que usar um canhão para matar formigas se podemos dar apenas um peteleco nelas!

O Transistor Bipolar Como Chave Lógica

Os transistores bipolares, mais conhecidos simplesmente como transistores, sejam eles NPN ou PNP, podem ser usados tanto como amplificadores ou como chaves.

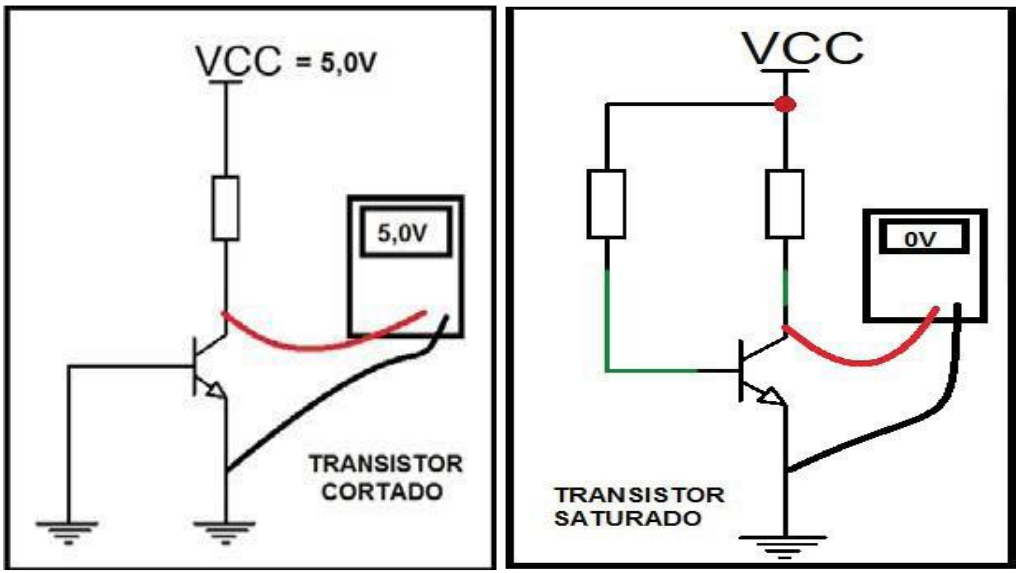
A aplicação deles como amplificadores fica no âmbito da Eletrônica Linear, enquanto a Eletrônica Digital utiliza a opção de chave eletrônica.

Tudo dependerá basicamente da tensão de polarização entre base e emissor para que o transistor se comporte como amplificador ou chave.

Quando o **transistor** está operando **como chave** definem-se duas condições: **cortado ou saturado**.

Se o transistor está **cortado, não há corrente no coletor** e, portanto, praticamente, **toda a tensão da fonte aparece entre coletor e terra**, já que o emissor está ligado à terra.

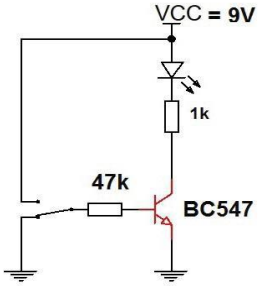
Se o transistor está **saturado**, **a corrente no coletor é máxima** e, portanto, há uma grande queda de tensão no resistor de coletor e, assim, **a tensão entre coletor e emissor será quase nula**.



Teoria, na prática

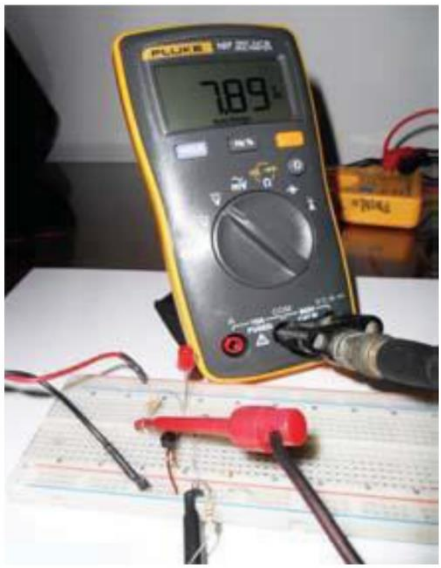
Nada melhor que praticarmos para entendermos a teoria. Então mãos à obra, ou melhor, ao circuito. Você vai precisar de um multímetro digital e de:

1 protoboard
1 bateria de 9V com clip
1 led (qualquer)
1 transistor BC547
1 resistor 1kΩ x 1/8 watts
1 resistor 47kΩ x 1/8 watts



Monte o circuito ao lado na protoboard e faça a medição da queda tensão entre coletor e emissor (terra) nos dois casos: cortado (led apagado) e saturado (led aceso).

Não é necessário usar uma chave propriamente dita, basta mudar a posição do resistor 47kΩ ligado à base.





Na foto da esquerda, temos o transistor cortado, com a tensão entre coletor e emissor (ligado à terra) próxima à tensão de alimentação, fornecida por uma bateria de 9V. Embora na foto não seja possível perceber, o led está apagado.

Na foto da direita, temos o transistor saturado e o led aceso. Observe que a tensão entre coletor e emissor é praticamente nula.

Se você não tem “intimidade” com circuitos é importante fazer esta experiência para consolidar os conceitos teóricos.

E a Tal da Lógica de Boole, Onde Entra?

Talvez você ainda esteja um pouco confuso para entender como os “uns e zeros” da Álgebra de Boole vão se “juntar” a um circuito eletrônico.

Isso é normal, eu também tive estas dúvidas quando comecei a estudar Eletrônica Digital e o pior é que não tinha ninguém para me explicar...

No circuito mostrado o transistor anteriormente, onde o transistor é utilizado como uma chave eletrônica, duas coisas merecem destaque.

Quando ligamos a base à terra de entrada é 0V, mas a tensão saída se aproximou da tensão da fonte.

Vamos dizer isto de outro modo: quando a entrada está “baixa”, a saída fica “alta” ou, na linguagem do nosso amigo Boole, quando a entrada é 0 (lógico) a saída é 1(lógico).

No nosso exemplo o 1 (lógico) correspondeu a 7,89V (bem próximo dos 9V da fonte).

Quando ligamos o resistor de 47kΩ da base à fonte a tensão no coletor se aproximou de 0V.

Aqui também vamos dizer isto de outra maneira: quando a entrada está “alta” a saída fica “baixa” ou na linguagem de Boole, quando a entrada é 1 (lógico) a saída é 0 (lógico).

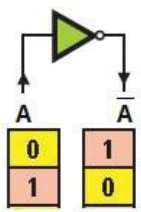
Desta maneira, transformamos a teoria da Álgebra de Boole num circuito eletrônico. Fácil, não é?

Para finalizar este capítulo vamos apresentar logo o **circuito inversor**.

Podemos extrair uma característica interessante (e óbvia) do nosso circuito de um transistor e dois resistores, que usamos para inverter a entrada:

“entrada baixa (0) produz saída alta (1), enquanto entrada alta (1) produz saída baixa (0)”.

Em Eletrônica Digital isto chama-se **circuito inversor**, por razões óbvias, e representamos por:

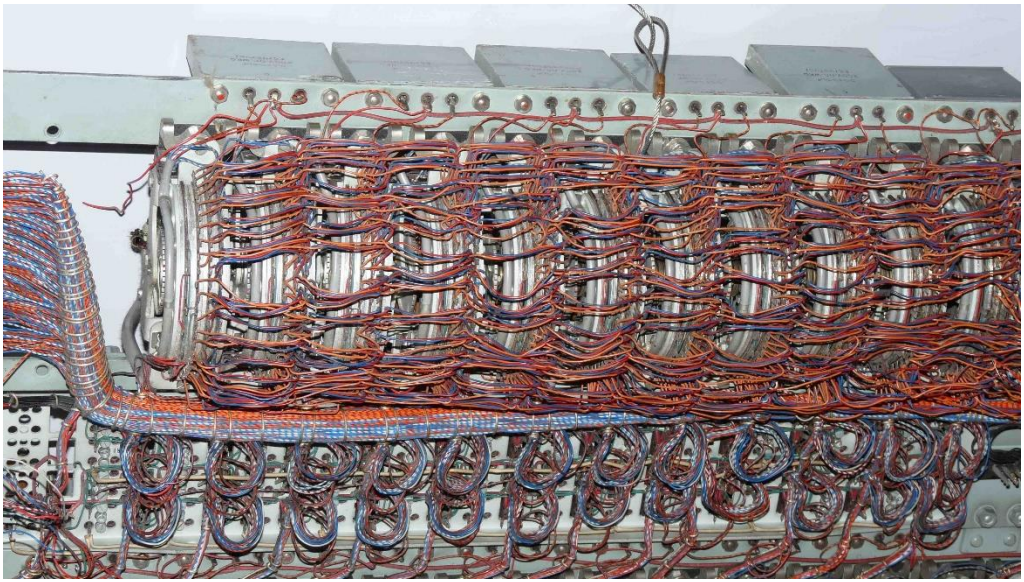


A bolinha no vértice do triângulo representa a inversão e a barra em cima do A também.

Com isto, encerramos por aqui. Na próxima aula vamos explicar o que são as portas lógicas mais comuns e como operam.

Vejam abaixo, por curiosidade, como eram os circuitos lógicos que utilizavam relés e chaves, nos “bons tempos”...

Até a aula 3!





Imagens do site: https://www.cs.auckland.ac.nz/historydisplays/FifthFloor/LogicAndSwitching/LogicAndSwitchingMain.php

Projeto de Pré-amplificadores e Equalizadores RIAA Para Toca-Discos – Parte XVI



Álvaro Neiva*

Voltando às válvulas...

Vamos chamar essa primeira versão usando válvulas, de **PP4**.

A estrutura é a mesma dos circuitos usando opamps, com um estágio de ganho na entrada, a rede de equalização, o segundo estágio de ganho e o filtro passa-altas (HPF).

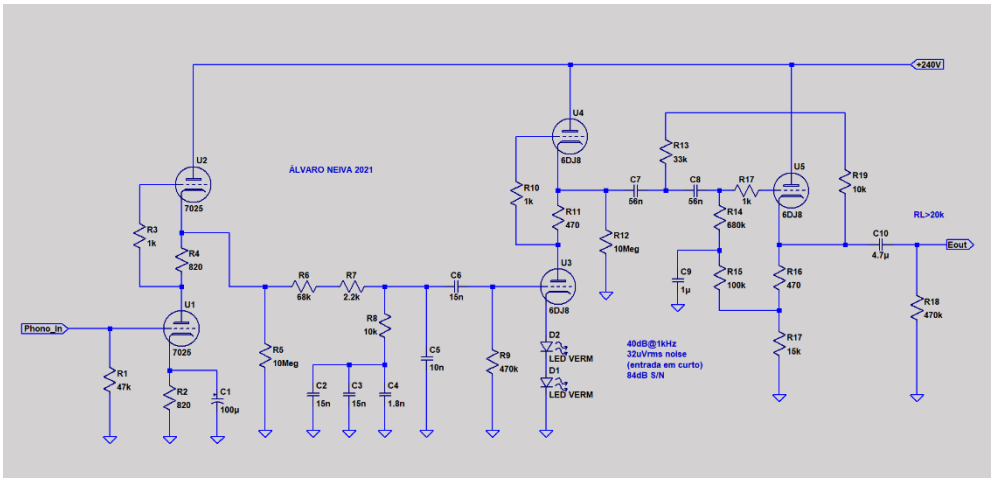


Fig. 1

Para alimentar o circuito, projetei uma fonte regulada linear para os 240V de +B e outra, também regulada, mas chaveada, que vai fornecer CC para os filamentos, garantindo o menor nível de ruído total para esse circuito e um funcionamento estável frente a variações da tensão da rede.

***Engenheiro Eletricista**

Portanto vamos ter duas fontes com retificação e três reguladores.

1. O Retificador e o Regulador de +B

Aqui usei Mosfets capazes de suportar com folga a tensão retificada de 250 a 350V e cuja impedância de entrada infinita para CC facilita o projeto do regulador. A metodologia de projeto seguiu os passos descritos na série sobre fontes com reguladores lineares das edições anteriores.

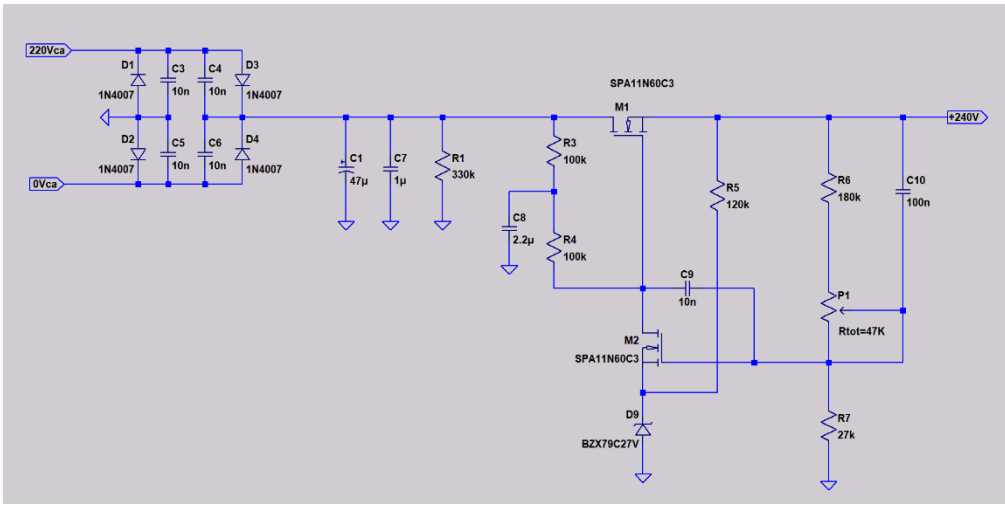


Fig. 2

A dissipação do transistor MOSFET M1 vai ser, no máximo, de 3,3W para um pré-amplificador estéreo, com rede CA de 242V. Portanto, um dissipador adequado deve ser usado, mas não será muito grande.

2. O Retificador e Regulador de filamentos.

Para os filamentos, adotei a ligação em série em cada uma das 12AX7 (12,6V, 0,15A), sendo ligadas em paralelo as duas válvulas (uma de cada canal), usando 12,6V, 300mA, 3,8W (para os dois canais) no total.

Os filamentos das 3 válvulas 6DJ8 (usadas nos dois canais), também serão ligados em série, usando 18,9V, 365mA, 6,9W no total.

Para reduzir a dissipação de calor e permitir usar uma faixa larga de tensões de entrada, vamos usar reguladores chaveados, já disponíveis em módulos prontos e de fácil obtenção, usando o integrado LM2596, para obter os 12,6V e 18,9V. A frequência de chaveamento de 150kHz, bem distante da faixa audível, torna mais fácil filtrar e blindar a fonte, para evitar introdução de ruído no circuito por radiação ou condução.

A dissipação de calor será menor que uns 0,6W, muito menor que a de um regulador linear.

Reguladores da tensão dos filamentos:

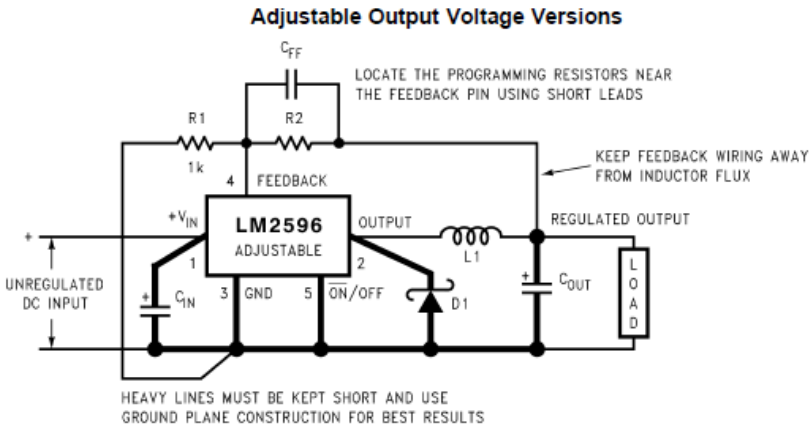


Fig. 3



Fig. 4

LEIAUTE DO CHASSIS E DETALHE DOS FILAMENTOS

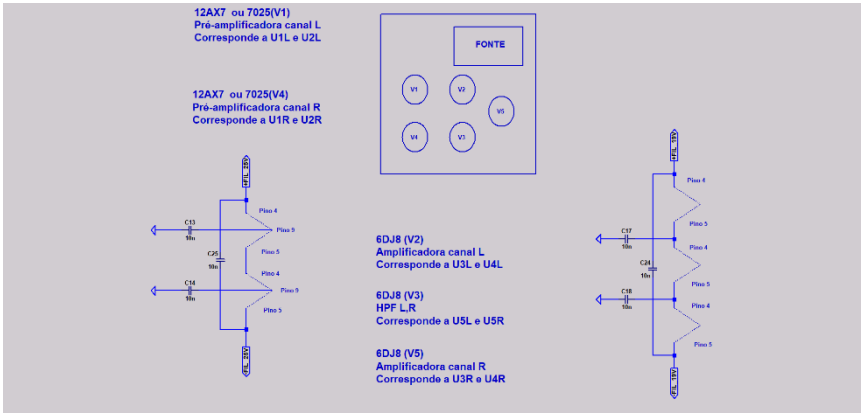


Fig. 5

TRANSFORMADOR DE FORÇA

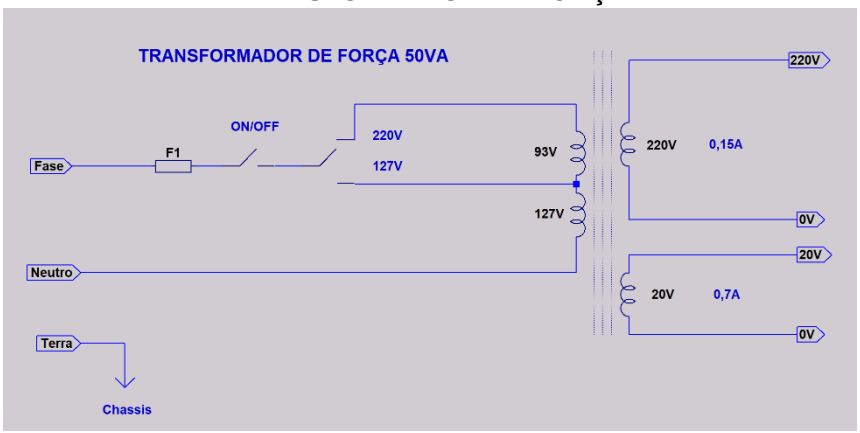


Fig. 6

Retificador para os filamentos:

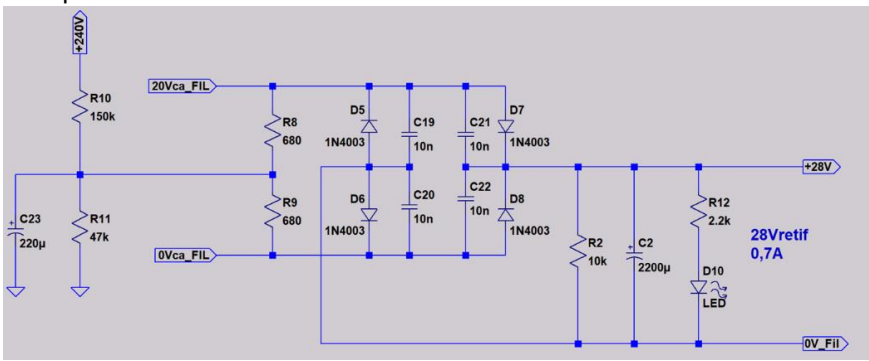


Fig. 7

Usando o regulador chaveado, posso usar o mesmo retificador para alimentar os dois reguladores, mesmo com tensões de saída diferentes, ainda mantendo a dissipação dentro de limites muito melhores em relação a reguladores lineares.

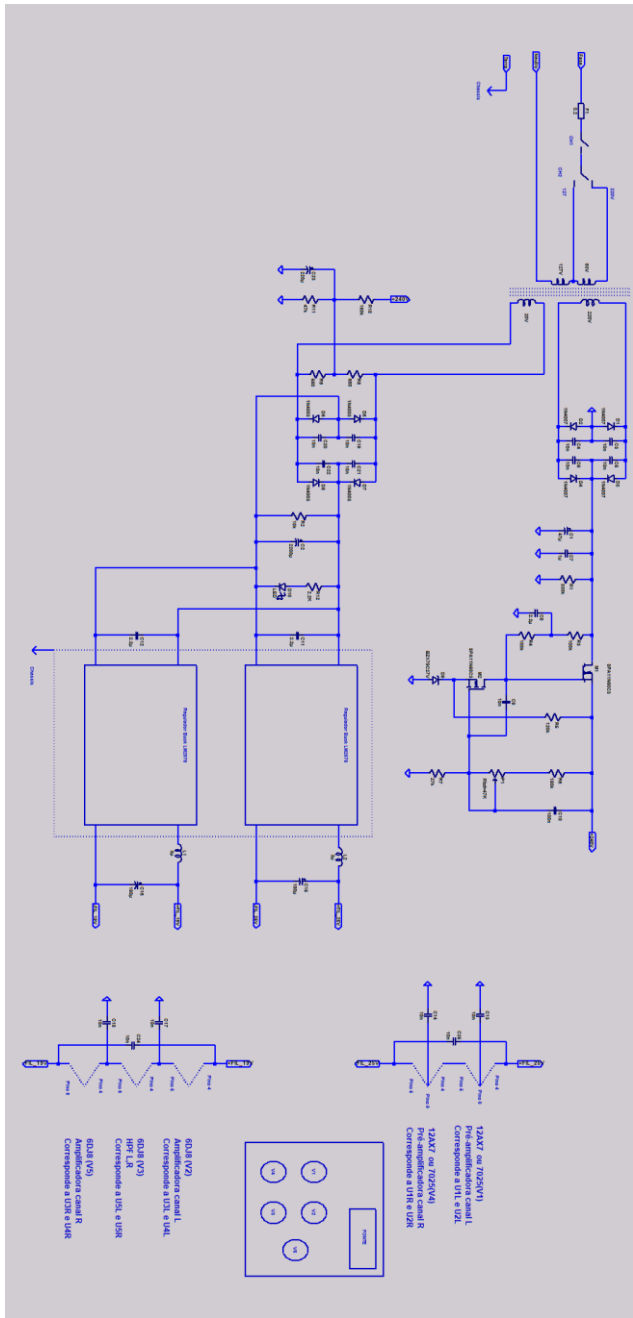


Fig. 8

Para comparação, as perdas máximas num regulador linear, para a saída de 12,6V, seriam de:

$$(U_{inmax} - U_o) \cdot I_o = (31 - 12{,}6) \cdot I_o = 18{,}5V \cdot 0{,}3A = 5{,}55W$$

Já no chaveado seriam (aproximadamente):

$$(V_{cesat} \cdot I_o) \cdot \frac{U_o}{U_{inmin}} = (1{,}5 \cdot 0{,}3) \cdot \frac{12{,}6}{24} = 0{,}24W$$

Uma redução de 95% na dissipação.

Para comparação, as perdas máximas num regulador linear, para a saída de 18,9V, seriam de:

$$(U_{inmax} - 18{,}9) \cdot I_o = (31 - 18{,}9) \cdot I_o = 12{,}1V \cdot 0{,}37A = 4{,}48W$$

Já no chaveado seriam (aproximadamente):

$$(V_{cesat} \cdot I_o) \cdot \frac{18{,}9}{U_{inmin}} = (1{,}5 \cdot 0{,}37) \cdot \frac{18{,}9}{24} = 1{,}62W$$

Reduzindo a necessidade de dissipação em 64%, ao comparar com o regulador linear.

Para esse último regulador, um pequeno dissipador deve ser usado.

Todas as duas fontes foram levantadas em 60V em relação ao chassis para reduzir a ddp entre filamento e catodo nos estágios SRPP.

Procurei desacoplar os filamentos de qualquer resíduo da frequência de chaveamento para evitar acoplamento capacitivo para as grades.

Com posicionamento adequado no chassis e blindagem, as maiores fontes de ruído no circuito ainda devem vir da retificação da tensão secundária dos transformadores de força, em 60Hz, gerando harmônicos pares em 120Hz, 240Hz etc.

Referências:

1. Bohn, Dennis, editor. **AUDIO HANDBOOK** 1st ed. National Semiconductor Corporation; 1976.
2. Holman, Tomlinson. **AUDIO**, “Dynamic Range Requirements of Phonographic Preamplifiers”, July 1977.
3. Tomer, Robert B. ; **Getting The Most Out of Vacuum Tubes**, 1st ed. Howard W. Sams & Co. Inc.; 1960.
4. Gray, Paul E.; Searle, Campbell L.; **Princípios de Eletrônica**, vol. 3, Circuitos Eletrônicos II; 1ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.; 1974.

5. Zobel, O.J. (1923), **Theory and Design of Uniform and Composite Electric Wave-filters**. Bell System Technical Journal, 2: 1-46. doi:10.1002/j.1538-7305.1923.tb00001.x (internet).
6. Cauer, W, "**Die Verwirklichung der Wechselstromwiderstände vorgeschriebener Frequenzabhängigkeit**", *Archiv für Elektrotechnik*, **vol 17**, pp355–388, 1926. **The realisation of impedances of prescribed frequency dependence (in German),** (internet).
7. Maloberti, Franco; Davies, Anthony C.; **A Short History of Circuits and Systems**. River Publishers, 2016.© IEEE 2016.
8. Kuo, Frank F., **Network Analysis and Synthesis**, John Wiley & Sons, 1966.
9. Daryanani, Gobind, **Principles of Active Network Synthesis and Design**, Bell Laboratories, John Wiley & Sons, 1976.
10. Van Valkenburg, M. E., **Introduction to Modern Network Synthesis**, John Wiley & Sons, 1960.
11. Tedeschi, Frank P.; **The Active Filter Handbook**, Tab Books, 1979.
12. Stephenson, Frederick William; et al, **RC Active Filter Handbook**, John Wiley & Sons, 1985.
13. Close, Charles M.; **Circuitos Lineares**, (*The Analysis of Linear Circuits*); tradução: Ana Lucia Serio de Almeida, José Abel Royo dos Santos e José Carlos Goulart de Siqueira (Escola Federal de Engenharia de Itajubá); Copyright © 1966 by Harcourt, Brace Jovanovitch, Inc.; Copyright © 1975 by LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.
14. Desoer, Charles A.; Kuh, Ernest S.; **Teoria Básica de Circuitos** (*Basic Circuit Theory*); tradução: Carlos Peres Quevedo; Copyright © 1969 by McGraw-Hill, Inc.; Copyright © 1979 Ed. Guanabara Dois.



Experimentos com PYTHON para Técnicos em ELETRÔNICA

Parte I

Python é uma linguagem de programação de computadores. Por que um técnico ou um engenheiro de eletrônica deveria conhecer essa linguagem?

João Alexandre Silveira*

Introdução

Bom, a resposta mais direta à essa pergunta é: porque Python é fácil de aprender. E também porque ela não custa nada.

Se o sistema operacional do seu PC é Linux ou MacOS, o Python já está instalado. Se for Windows você pode instalar o interpretador Python facilmente seguindo apenas alguns passos.

Mas, também, você pode usar plataformas *online* para programar em Python sem instalar nada no seu PC. Todos os recursos para a sua iniciação já estão disponíveis em qualquer PC conectado à internet.

E, por fim, porque a Eletrônica hoje se faz com *hardware* e *software* integrados. Com Python ficou mais fácil controlar 'coisas' através de uma porta digital USB de qualquer PC.

A linguagem Python tem uma *sintaxe* simples e descomplicada, mas poderosa. Sintaxe são as regras de uma linguagem. Com Python, tanto podemos criar *scripts* básicos para acionar diretamente LEDs e pequenos motores, quanto sistemas mais complexos, como a simulação em um computador de partes de uma rede especializada de neurônios biológicos; criar uma rede neural artificial e treiná-la para reconhecer padrões em grandes volumes de dados.

Scripts são textos, são roteiros, com uma série de instruções escritas para serem seguidas por pessoas em peças teatrais, cinema e programas de TV; são também *scripts* os roteiros que devem ser seguidos pelos processadores dentro dos computadores.

***Autor do livro "Experimentos com o Arduino"**

O termo vem da palavra inglesa *manuscript*, que significa 'manuscrito', ou aquilo que é escrito à mão. Nas artes cênicas, roteiristas são as pessoas responsáveis pela escrita do *script*. Nas ciências da informação quem escreve os *scripts* são os programadores; são uma série de instruções para que a máquina execute determinadas tarefas segundo uma sequência programada.

Tudo o que vamos precisar para começar nossos primeiros experimentos com a linguagem Python é de um PC *desktop* ou *notebook* conectados à internet.

Mais adiante, sim, podemos ir conectando ao nosso computador circuitos externos bem simples e controlá-los com nossos *scripts* escritos em Python. A melhor forma de aprender uma língua estrangeira é praticá-la sempre que possível. Isso vale também para qualquer linguagem de computador.

O que é a linguagem Python?

Circuitos eletrônicos dedicados, como um temporizador de segundos com o clássico CI 555, já são 'programados' desde a montagem para executarem uma mesma tarefa durante toda a sua vida útil, como ativar um outro circuito depois de contar os segundos até um certo valor.

Os circuitos modernos são mais flexíveis, no sentido de poderem ser reprogramados para executar uma outra tarefa. Esses circuitos, melhor seria chamá-los de módulos, além dos tradicionais componentes eletrônicos passivos e ativos, como resistores, capacitores e transistores, têm também como núcleo um microcontrolador, um minúsculo computador em um único *chip*. E, como qualquer computador, esses módulos precisam ser programados em uma linguagem própria. E é aqui que entramos com nossa linguagem Python.

Python é o novo BASIC? Quem se lembra da linguagem BASIC dos anos 1980 quando os primeiros computadores pessoais surgiram? Era uma linguagem de uso geral que foi criada por professores de uma universidade americana em 1964 para ensinar programação de computadores aos seus alunos.

Tanto Python quanto BASIC foram inicialmente criadas com fins didáticos e para uso geral; e estão na categoria de linguagens interpretadas. Um *interpretador* é um programa que sabe ler *scripts* escritos por humanos. O interpretador lê uma linha do *script*, verifica se a sintaxe está correta e transforma a informação dessa linha para uma linguagem de *bits* e *bytes*, a chamada *linguagem de máquina*, para que o processador finalmente execute a ordem ali codificada; só então lê a próxima linha do *script* para repetir todo o processo até a última linha.

Linguagem de máquina, também chamada de código de máquina, é a linguagem que falam os computadores digitais. É uma linguagem própria de baixo nível composta somente de dígitos binários (0's e 1's), os únicos dígitos que os processadores digitais dos computadores reconhecem. A letra maiúscula 'A' dos humanos é '0100 0001' para as máquinas.

Conforme a arquitetura adotada, cada processador digital tem seu próprio código de máquina.

Existe dois tipos de programas que convertem códigos fontes em códigos de máquinas: *interpretadores* e *compiladores*. Já vimos que os interpretadores checam e executam uma linha de cada vez de um *script*. Os compiladores leem todas as linhas do *script* de uma só vez e, se não houver erros na compilação, criam um arquivo executável, também chamado de *código objeto*, em linguagem de máquina. Uma vez o programa compilado, ele pode ser executado tantas vezes quanto preciso sem a necessidade do compilador novamente.

O Python é uma linguagem de alto nível (próxima da linguagem humana) relativamente nova, sua versão 1.0 foi lançada em janeiro de 1994. Sua versão mais nova é a 3.10.0 de outubro de 2021. Parece que seu nome foi tirado de um famoso programa da TV inglesa, 'Monty Python's Flying Circus' e atualmente é a linguagem mais popular e mais usada no mundo, até pelas gigantes da tecnologia como *Google*, *Facebook*, *Netflix*, *Amazon* e *IBM*.

Primeiros passos com Python

Um PC conectado à internet será nossa bancada de ensaios com Python. E a primeira ferramenta que vamos precisar é um editor de códigos Python, mais conhecido como *Shell*.

É como um editor de textos super simples. É um console interativo, onde podemos testar pequenos *scripts* escritos em Python. O *Shell* é uma ferramenta de linha de comando que inicializa o interpretador Python. Só não podemos salvar no PC os códigos escritos no *Shell*.

Se o sistema operacional do seu computador for *Linux* ou *MacOS* você já tem todas as ferramentas do interpretador Python instaladas.

Se seu sistema for *Windows* você tem a opção de 'degustar' antes a linguagem num interpretador Python *online* e instalar depois de testá-lo. Existe muitos interpretadores *online* disponíveis na internet, aqui vão algumas sugestões interessantes:

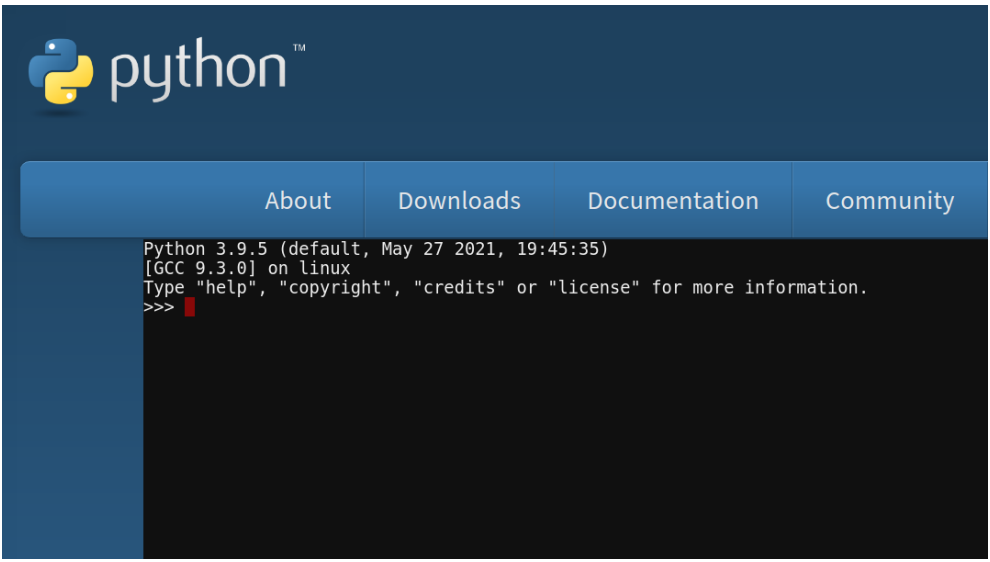
https://www.python.org/shell/

https://www.online-python.com/

https://pythoninterpreter.com/

https://www.onlinegdb.com/online_python_interpreter

Esta é a tela do interpretador Python online https://www.python.org/shell/:

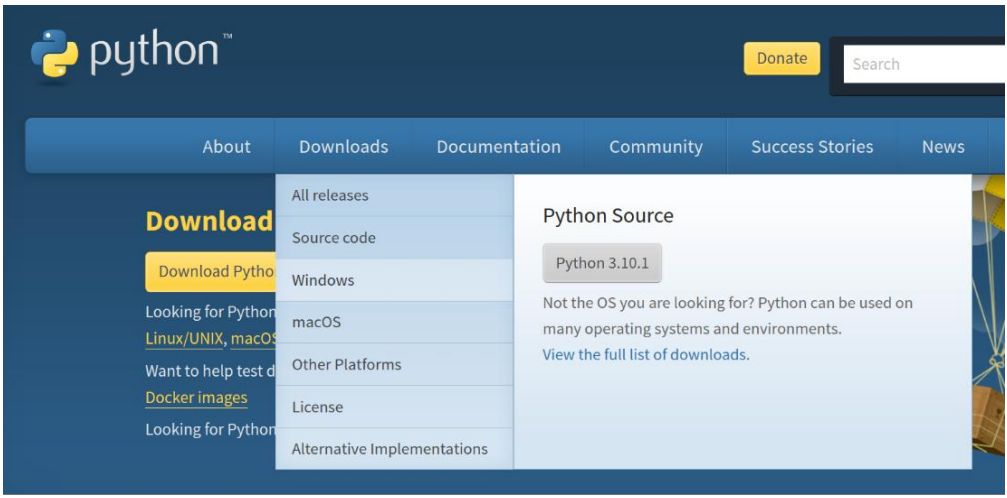


Com muito mais recursos, existe também, *online*, gratuito e sem necessidade de instalação no PC, a plataforma *Google Colaboratory* (https://colab.research.google.com/notebooks/welcome.ipynb?hl=pt_BR). Para acessá-la você vai precisar abrir uma conta no *Google*. Fácil e rápido com o seu endereço de *e-mail*.

Mais tarde, quando você já estiver bem familiarizado com a linguagem, uma outra opção aos editores *online* é a instalação no seu PC de uma ferramenta mais completa, um *IDE* (*Integrated Development Environment*), ou para nós: *Ambiente de Desenvolvimento Integrado*.

Trata-se de um editor próprio de códigos fonte Python com recursos não só de edição, mas depuração (*debug*) e execução de *scripts* em Python. Existe muitos *IDEs* gratuitos na internet para qualquer linguagem de programação de computadores.

A instalação da linguagem Python no *Windows* é igual a instalação de quaisquer outros programas nesse sistema operacional. Navegue até a página oficial da linguagem: https://www.python.org/downloads/ e na opção 'Windows' clique no botão à direita. Escolha um local para baixar o arquivo compactado e instale o núcleo da linguagem e suas ferramentas seguindo as etapas do instalador do *Windows*. (Veja a tela abaixo).



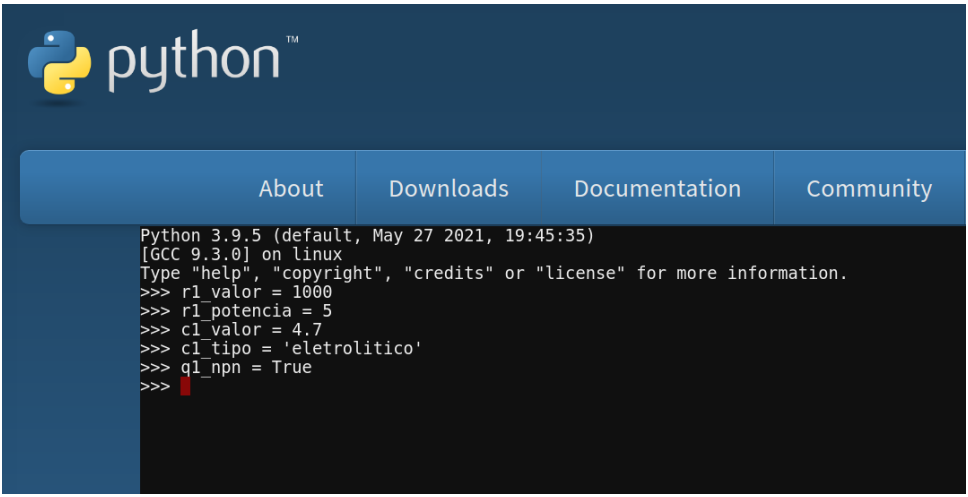
Primeiros Experimentos com Python

Antes de iniciarmos nossos experimentos, vamos entender primeiro o que são *variáveis* na linguagem Python.

Variáveis guardam valores, são como *containers* identificados. No Python tudo o que você precisa fazer para criar uma variável é inventar um nome para a variável e ter um valor para guardar nela. A variável é declarada com seu tipo no momento em que lhe atribuímos um valor. Vamos testar esse conceito.

Abra o *Shell* do Python na tela do seu PC, ou acesse o *Shell* online https://www.python.org/shell/, e espere o interpretador carregar. Quando surgir na tela 3 sinais de maior (">>>") o interpretador estará pronto para receber suas ordens. Vamos criar alguns variáveis com Python e lhes atribuir valores. Veja a tela abaixo as variáveis que criamos no *Shell online*.

Variáveis em Python são definidas com o operador de atribuição '=' (sinal de igual). Criamos uma variável em Python primeiro digitando seu nome, depois o operador de atribuição e por último o valor ou expressão que queremos guardar nessa variável.

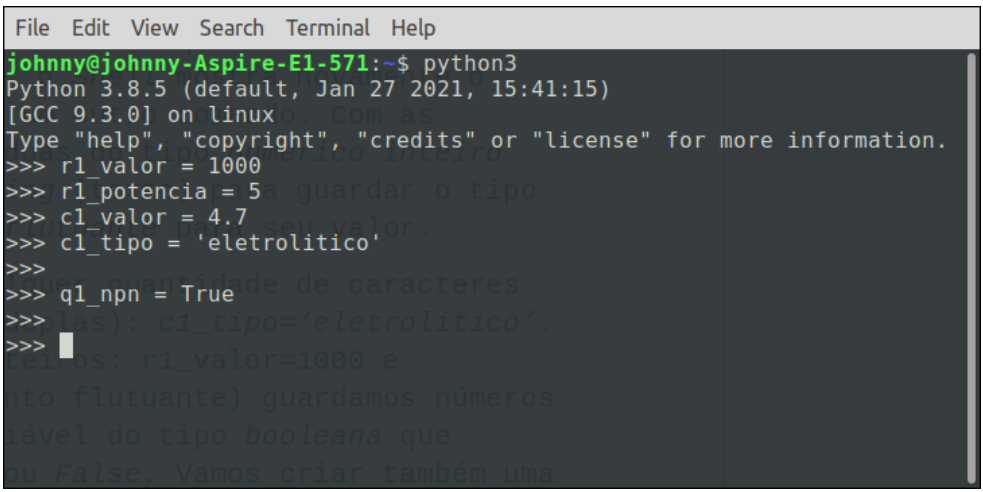


A primeira linha na tela do *Shell* acima mostra a versão e data da linguagem Python instalada.

Depois a versão do compilador *GCC* (*GNU Compiler Collection*), que converte cada linha do *script* para binários executáveis, e a plataforma em que este está sendo executado.

Na terceira linha, como conseguir ajuda sobre tópicos da linguagem, direitos autorais e outras informações. Por fim o triplo sinal de maior: '>>>' e um cursor retangular.

No *Shell* da instalação Python do Linux (tela mostrada abaixo) o cursor fica piscando.



No Shell, criamos dois containers para o resistor R1 de um circuito qualquer, os identificamos como ‘r1_valor’ e ‘r1_potencia’ e neles guardamos o valores inteiros 1000 (ohms) e 5 (watts ou V x I, ainda duas variáveis desconhecidas). Também criamos as variáveis: *c1_valor = 4.7* (*microfarads*) e *c1_tipo = ‘eletrolitico’* (sem acento) para um capacitor C1.

Observe que a cada *Enter* no teclado do PC, após conversão para código objeto, o *Shell* mostra novamente o triplo sinal de maior esperando um nova entrada, um outro comando.

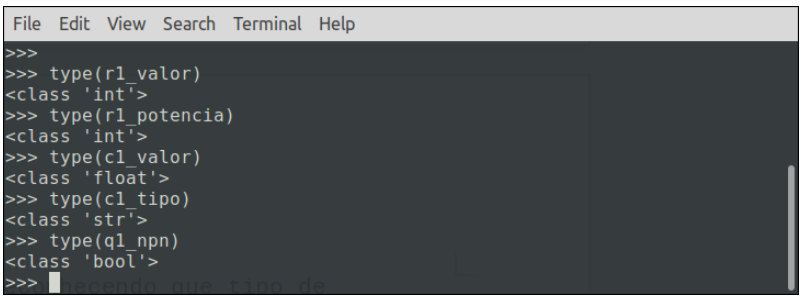
Com as entradas acima criamos três tipos de variáveis: duas do tipo *numérico inteiro* para guardar o valor e a potência de R1; uma *string* (texto), para guardar o tipo do capacitor C1, e outra do tipo *numérico ponto flutuante,* para seu valor.

Num *container* do tipo *string* podemos guardar qualquer quantidade de caracteres alfanuméricos colocados entre aspas (simples ou duplas): *c1_tipo=‘eletrolitico’*. Num do tipo inteiro guardamos somente números inteiros: r1_valor=1000 e r1_potencia=5. E numa variável do tipo *float* (ponto flutuante) guardamos números fracionários: *c1_valor = 4.7*. Existe ainda a variável do tipo *booleana* que guarda somente um de dois valores lógicos: *True* ou *False*. Vamos criar também uma variável *booleana*: *q1_npn = True*.

Os nomes das variáveis podem ser compostos por combinações de letras, números e também com o caractere ‘_’ (*underscore*); mas devem sempre começar com uma letra ou *underscore*. Para saber o valor que foi atribuído a uma variável basta digitar na tela do *Shell* o nome da variável e pressionar a tecla *Enter*.

Repare que ao criar cada variável diferente não precisamos declarar antecipadamente seu tipo, o Python já faz isso reconhecendo que tipo de informação queremos guardar.

Vamos ver se isso é verdade? O Python tem uma função interna que nos diz qual o tipo de uma variável: a função *type()*. Limpe a tela do *Shell* teclando *‘Cntl+L’* e verifique o tipo de cada variável que criamos anteriormente, passando o nome da variável como parâmetro para a função *type()*, como na tela abaixo.

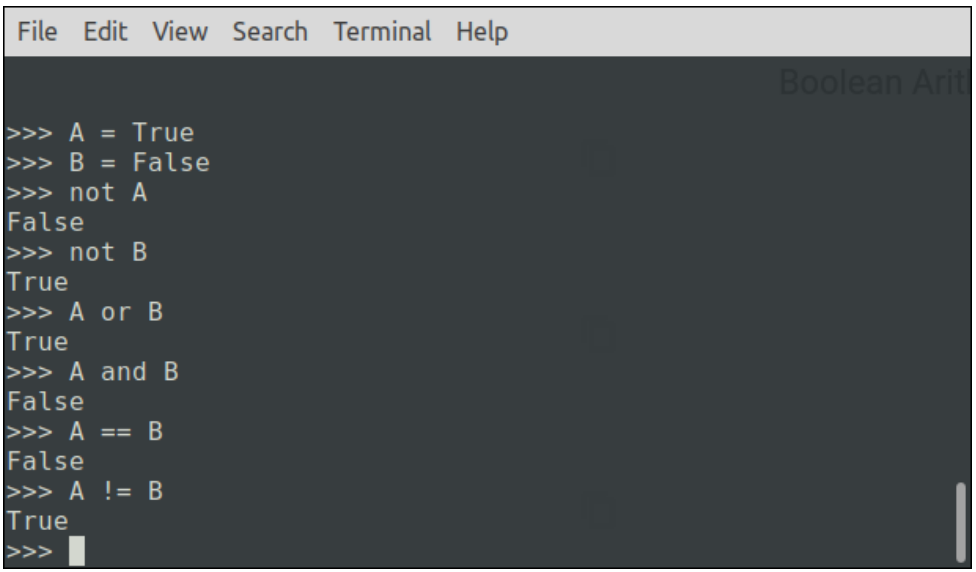


A função *type()* mostra o tipo da variável baseada no tipo de dado que ela armazena.

Vamos fazer mais um teste para entender melhor o que é uma variável booleana.

Digite no *Shell* a seguinte sentença matemática: *c1_valor > r1_valor*, e tecle *Enter*. O Python responde na tela do *Shell* que tal sentença é falsa, porque o valor numérico de C1 não é maior que o valor numérico de R1.

Mais uns experimentos com variáveis booleanas, agora com as nossos conhecidos operadores lógicos NOT, AND e OR. Reproduza no seu *Shell* as operações mostradas na seguinte tela:



'A' e 'B' são duas variáveis booleanas, uma é verdadeira e a outra falsa. O operador NOT é equivalente a uma circuito lógico inversor. Se sua entrada for verdadeira ('1'), sua saída será falsa ('0'); e vice-versa.

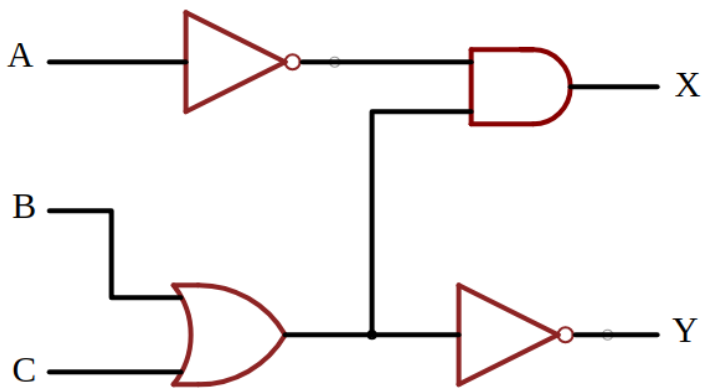
No circuito lógico OR basta uma das entradas ser verdadeira para que sua saída também seja. No AND a saída só será verdadeira se todas as entradas também forem verdadeiras.

O operador de duplo sinal de igual ('==') questiona se 'A' é equivalente a 'B'; e ao contrário, o operador '!=' questiona se essas variáveis são diferentes. Crie mais uma variável booleana, C = False, e teste as seguintes operações lógicas no *Shell* do Python: *A or (C and B) e A or (C and B).*

Funções em Python

Funções em linguagens de programação de computadores são pequenos blocos de programas com nomes próprios dentro do programa principal e que são, eventualmente, chamados para executar uma mesma tarefa.

Uma função pode ter uma ou mais entradas e uma ou várias saídas, como o circuito com portas lógicas mostrado abaixo. As entradas '*A'*, '*B'* e '*C'* seriam os *parâmetros* da função, os nomes que damos às variáveis que receberão valores, estes chamados de *argumentos*; as saídas '*X'* e '*Y'* seriam os *retornos* da função.



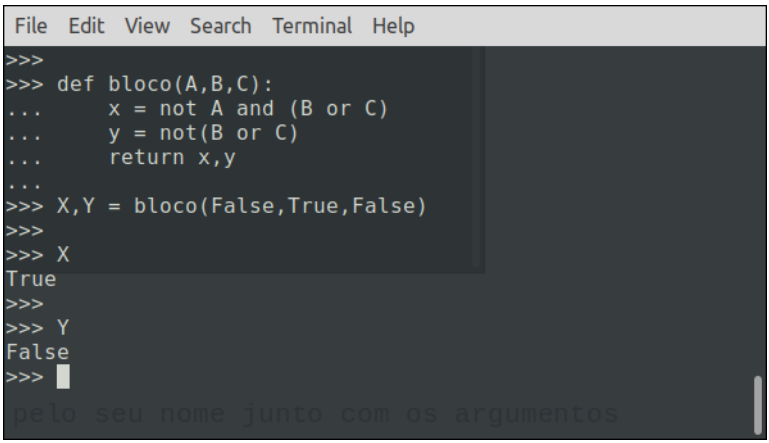
No Python temos 3 tipos de funções: as chamadas *built-ins functions*, como a função *type()* visto acima, que já vêm com a linguagem, prontas para uso imediato; aquelas declaradas (criadas) pelo programador, as *User-Defined Functions (UDFs)*; e as *funções anônimas*, chamadas de *funções lambda*, também criadas pelo programador mas que não precisam ser declaradas quando de sua criação.

As funções *UDFs* são criadas pelo programador escrevendo a palavra-chave *def()* antes do nome escolhido para a função e os nomes dos parâmetros que receberão os argumentos dentro dos parênteses, e no final da linha dois pontos.

Após teclar *Enter*, pressione também a tecla '*Tab*' para avançar 4 espaços adiante. Dá-se nome a isso de *endentação*. Agora, entre com as operações que a função deverá executar; a cada mudança de linha com *Enter* tecle *Tab* novamente.

Na última linha da função depois da palavra-chave *return* vão as variáveis que a função deve retornar. Por fim, Tecle *Enter* mais uma vez para concluir a criação da função.

OK, vamos criar uma função no *Shell* do interpretador Python que represente o circuito com portas lógicas que desenhamos acima. Veja na tela abaixo: criamos uma função chamada 'bloco' e, dentro dela, duas variáveis locais, 'x' e 'y'; cada uma vai guardar o resultado de uma operação lógica. A última linha dentro da função vai retornar a quem a chamou os valores dessas variáveis locais:



Dentro de um programa uma função é chamada pelo seu nome junto com os argumentos que vão entre parênteses.

Observe na tela acima que chamamos a função 'bloco', passamos a ela os argumentos *False,True e False* (0,1,0) e atribuímos às duas variáveis globais que criamos ('X' e 'Y') os valores das duas variáveis locais que a função vai retornar.

Veja que o retorno da função está de acordo com nosso circuito com portas lógicas: a variável 'X' guarda o valor *True* ('1') e a variável 'Y' o valor *False* ('0').

Teste o leitor outros argumentos para a função 'bloco'. Só para fechar, vamos criar uma função em Python que nos forneça a corrente que circula por R1 se temos como argumentos *r1_valor* e *r1_potencia*. Sabemos que a corrente elétrica é igual a raiz quadrada da relação entre potência e resistência, então podemos montar uma função que calcula essa corrente da seguinte forma com Python:

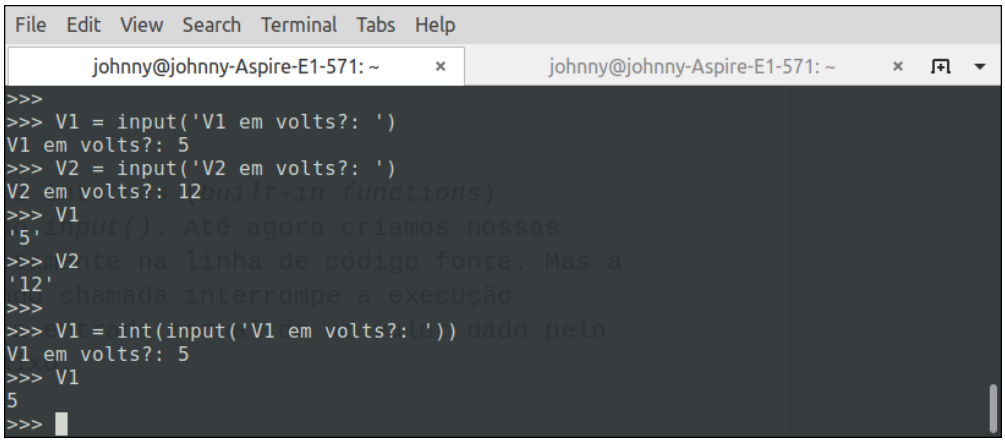


Aqui chamamos a função interna do Python *pow()* para exponenciar valores. Essa função aceita dois argumentos: o primeiro é a *base*, o valor que queremos elevar a uma potência; o segundo, o expoente.

A base aqui é a relação P/R (potência/resistência) e o expoente é 1/2, uma forma de calcularmos a raiz quadrada da base. Criamos uma variável *r1_imax* para esse valor da corrente em R1. Veja que também chamamos a função interna *round()* para arredondarmos o resultado da operação anterior para 4 casas decimais.

Input e Output com Python

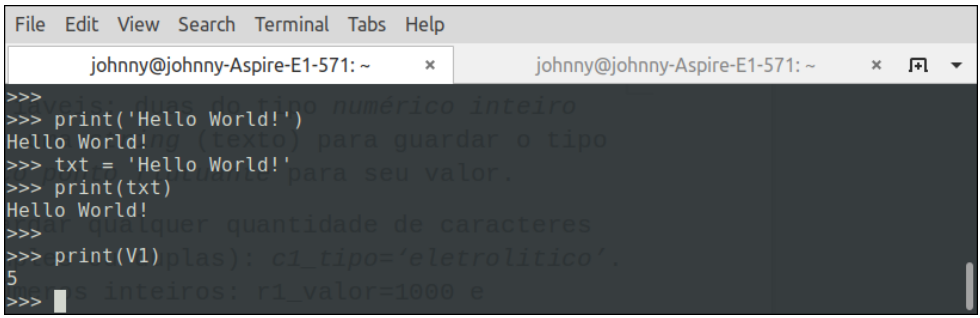
Vamos agora conhecer mais algumas funções internas (*built-in functions*) interessantes do Python. Vejamos a função *input()*. Até agora, criamos nossas variáveis atribuindo valores a elas diretamente na linha de comando, mas a linguagem Python tem uma função que quando chamada interrompe a execução sequencial do programa e fica esperando a entrada manual de um valor dado pelo usuário, a função *input()*. Veja a tela abaixo.



Aqui, atribuímos a duas variáveis V1 e V2 as entradas de dois valores pelo usuário. Mas veja, quando checamos os valores que entramos, percebemos que eles são do tipo *string* (variáveis texto, vêm sempre entre aspas). É que o *default* de saída dessa função é na forma de *string*. Então, numa linha mais embaixo, convertemos o retorno da função *input()* para número inteiro com a função *int()*.

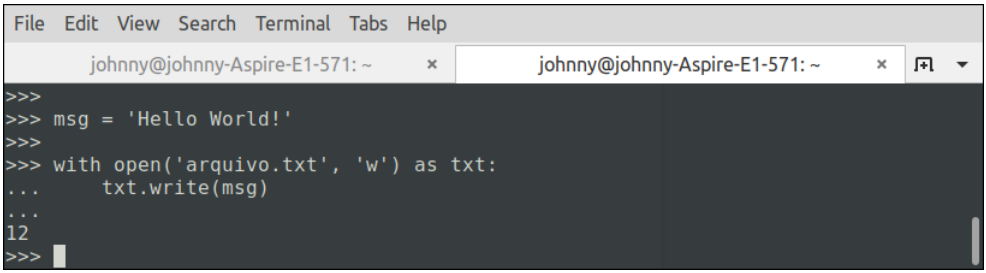
Talvez a função mais utilizada em *scripts* e programas mais complexos com Python seja a função *print()*. Equivalente ao *output* de um circuito, essa função, como seu nome sugere, mostra na tela do PC o argumento que lhe é passado entre parênteses, ou o valor de uma variável. Você já deve ter visto em algum lugar algo como: *print('Hello World!')*.

Vamos experimentar no *Shell* do Python:



Como já dissemos, todos os *scripts* editados no *Shell* do Python serão perdidos quando fechamos o interpretador ou desligamos o PC. Mais adiante, em nossos próximos trabalhos nessa série, vamos aprender como salvar e tornar executáveis nossos *scripts*.

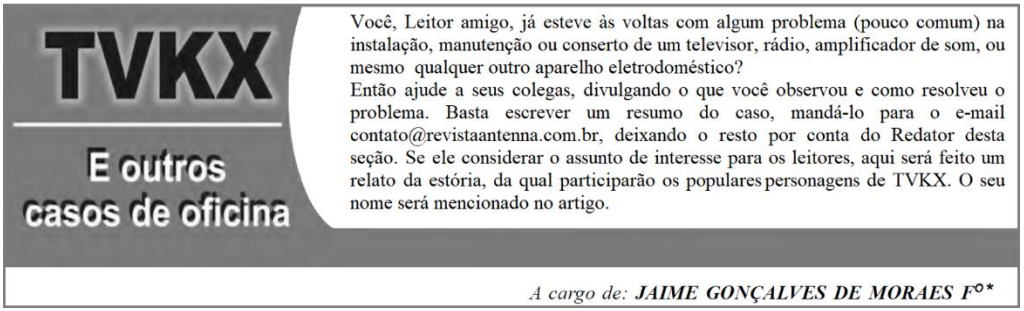
Mas, por ora, para fecharmos essa longa introdução à linguagem Python, vamos antecipar aqui como gravar uma variável que guarda uma *string* num arquivo '.txt' no disco rígido do PC.



O número '12' que surgiu na tela corresponde ao número de caracteres do texto que foi gravado no diretório raiz do disco. Encontre o arquivo e abra-o com um editor qualquer de texto, como o *Notepad* e similares, e veja seu conteúdo.

Esperamos que esse nosso primeiro trabalho dessa série sobre a linguagem Python para técnicos em Eletrônica tenha despertado no leitor o interesse por essa fácil e elegante linguagem.

Até breve!



Tentativas e Erros

Se o leitor quiser se encontrar com os nossos amigos do TVKX, para uma conversa agradável, é bom acordar mais cedo, pois, às oito e meia da manhã, é certo que irão encontrá-los no balcão da Padaria do Mário, bem ali na pracinha.

Mas é melhor deixar para amanhã... Hoje já temos alguém tentando tirar algumas dicas ou informações do nosso trio:

- Mas mesmo assim.... O que vocês me aconselham?

- Já disse que é difícil atualmente se fazer uma opção de compra, Seu Rui! Não existem tantas opções de escolha quanto parece!

- Vou então refazer a pergunta: - Qual o televisor que vocês possuem em suas casas? Como ninguém quer sarna para se coçar, está claro que escolheram o que havia de melhor no mercado, não é mesmo?

- Possuo uma LG há mais de quinze anos, e até agora...

- Já falou demais, Toninho! Os modelos de dez, doze anos atrás não têm nada a ver com o que existe atualmente no mercado. A tecnologia evoluiu muito!

- Eis o meu problema! Meu velho Sony, segundo o Carlito, não tem mais jeito, pois não iremos arrumar uma tela para um aparelho com quase vinte anos de uso. Por isso vim perguntar para vocês o que devo comprar.

- Mas Seu Rui... Já disse que não é nossa política aconselhar a compra de marca tal! A possibilidade de vir a apresentar defeito é praticamente a mesma para todos os aparelhos.

***Engenheiro de Eletrônica**

- Imagine se aconselharmos uma determinada marca e mal a garantia termina, lá vem algum defeito cabuloso! Claro que a responsabilidade virá diretamente para as nossas mãos!

- Mas vou fazer opção de garantia estendida! Dois anos, no mínimo!

- Além do que, a qualidade do áudio é praticamente a mesma, ou seja: Sofrível! Não sobrou lugar para a instalação de alto-falantes com uma resposta de frequência razoável.

- Sei disso, Zé Maria! Vou me concentrar em duas marcas que me parecem ser de melhor qualidade e torcer para não ser mais um “Premiado”.

- Quinze para as nove, moçada! Ao trabalho!

Já na oficina, nossos amigos continuavam a discutir sobre a qualidade dos televisores:

- Estão vendo só? Olhe este Samsung! Tudo muito bem pensado para reduzir os custos de fabricação, além deste gabinete quase sem bordas. Tudo em nome da economia!

- Ainda bem que aprendemos a abrir sem a retirada dos arames...

- Qual o modelo do televisor, Zé Maria ?

- É um Samsung UN50T8000, que segundo você mesmo escreveu, fica reiniciando, porém sem a imagem.

- Veja bem, Carlito! Já é o segundo televisor que aparece em pouco mais de um mês, e exatamente com o mesmo defeito. Fica desligando tal como se fosse desconectando o cabo LVDS que vai para a tela.

- Observe que tem som, Toninho. E a tela aparentemente acende normalmente, porém sem imagem.

- Igualzinho àquela dali do canto, que era da Dona Irene.

- Era? Por que era?

- Quando disse para ela quanto iria custar o conserto, com a substituição da tela, Dona Irene resolveu adquirir um televisor novo, para pagar em doze prestações, sem juros.

- E o televisor antigo?

- Agora é nosso! Disse para ela que se um dia conseguíssemos dar um jeito no televisor, este seria doado para alguém.

- Mas deixe o televisor quietinho ali no canto! Vamos tratar desse aqui, na bancada!

-Vamos organizar as coisas! Resume aí toda a história, Zé Maria.

- Então vamos lá! É um Samsung de 50 polegadas, de fabricação moderna, modelo final T8000. O barramento de LEDs acende, mas não aparece imagem na tela. Aparentemente não tem nenhum componente em curto. Por isso sou de opinião de que temos um problema na própria tela.

- Já que estamos sem a tampa traseira, acho melhor retirar os alto-falantes, pois já sabemos que o áudio também está perfeito. Vamos fazer uma boa inspeção visual, principalmente nos conectores.



Samsung UN50T8000

- Aí eu parei, Carlito. O Zé Maria ainda fez mais alguns testes. Mas já me ocorreu uma ideia...

- Termine a história, Carlito. Depois vamos ouvir a ideia do Toninho!

- Reparei que este modelo tem uma memória “Flash” na VCom da tela. Com o auxílio dos colegas do Fórum de Eletrônica, consegui os dados e regravei a memória, imaginando o defeito ser provocado por dados corrompidos, mas acabou não dando em nada. Acho que é tela mesmo! Mais um candidato a ser descartado devido ao alto custo do conserto.

- Posso falar agora?

- Vamos lá, Toninho!

- Quando cheguei em casa liguei o Notebook e fui acessar o Fórum Tecnet. Notei que existem alguns casos semelhantes a este, parecendo ser um defeito crônico, merecendo até um “Recall”.

- E depois?...

- Como não tinha mas como apelar, acessei o Youtube e..

- Esse não, Toninho! Me recuso a acreditar nas bobagens que são publicadas por lá!

- Fingindo que não ouvi o comentário do Zé Maria, acabei encontrando um vídeo do Ricardo Souza, onde ele diz ter resolvido o problema. Querem tentar?

- Mas sem dúvida alguma!

- Então vamos lá: Estão vendo o Flat-Cable que interliga esses dois conectores?



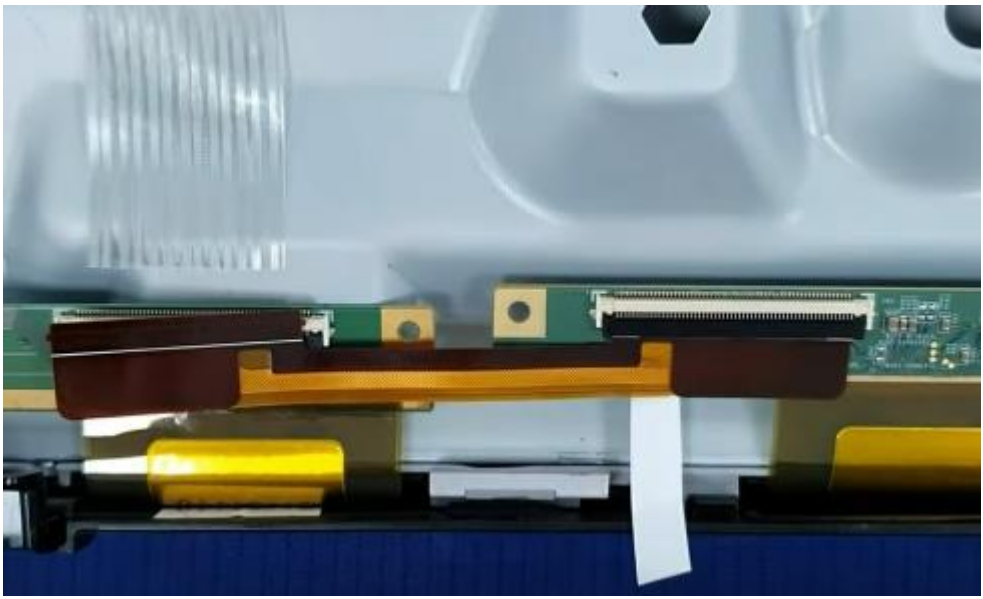
Flat Cable a ser removido

- Vou retirar ele e tentar isolar as trilhas que correspondem ao circuito que está em curto. Feito isso, o televisor provavelmente voltará a funcionar, querem apostar?

- Mas isso irá provocar algum tipo de deficiência na imagem, com certeza!

- Sei disso, mas parece que passa despercebida. É só não apontar o dedão para mostrar o defeito para todo mundo.

- Vejam aqui... Vou cortar uma tirinha desse plástico bem fininho, com a largura de cinco trilhas, mais ou menos 5 milímetros... Como não tenho a mínima ideia, vou isolando cinco contatos de cada vez Em alguns casos a imagem só irá aparecer no meio da tela, mas quando acertar a posição correta, a imagem será quase perfeita.



Conector da direita com a tira isolante

Foram ao todo quatro tentativas, porém em uma delas a imagem cobriu toda a tela.

- Não falei? Pelo menos salvamos um televisor! Logo mais vou fazer o mesmo com aquele outro que era da dona Irene e ver se consigo salvá-lo.

- Poderíamos até vender ele...

- Nada disso! Vamos doá-lo para as crianças da Creche, como presente de Natal.

- Ah! Sim....Um Feliz Natal para todos!!!

De um caso de oficina do TECNET Fórum, e do Youtube, com agradecimentos a: Ricardo Souza; Claucinei; Capacheck, Claudir Longo e Ramoseldo

Análise do Amplificador TONOS (Dynaco) ST-120



Marcelo Yared*

A marca Tonos é conhecida por aqueles que viveram as “décadas de ouro” do som residencial no Brasil, e Antenna já analisou, anteriormente, alguns aparelhos do fabricante, a extinta Embrasom. Os produtos tinham boa fama e seus projetistas, do início da empresa, também. No caso do ST-120, seu projetista, o já falecido Ari Braga, assumidamente clonou o amplificador Dynaco Stereo 120, pois, na época, em suas palavras “***foi o projeto mais interessante em relação custo-benefício que achamos e ainda bem que fabricamos um equipamento comprovadamente excelente, volto a dizer, para sua época)***”.

Dito isto, sabemos então que o ST-120 deve apresentar características similares às do famoso Dynaco Stereo 120, que foi um ícone de sua época. Aliás, a Dynaco Inc tem história e é famosa também pelos seus amplificadores que utilizam válvulas. O 120 foi sua primeira incursão no mundo transistorizado, e, ao que parece, com bons resultados, como mostra a conclusão da revista Stereophile de setembro de 1966, ao analisar o aparelho:

“Resumindo, então, somos finalmente forçados a dar uma reviravolta em nossa convicção de longa data de que os amplificadores transistores não são para o perfeccionista. Este não só parece não ter som próprio, mas também faz com que a maioria dos alto-falantes soe melhor do que os amplificadores valvulados. Esse tipo de desempenho, finalmente, justifica a troca de válvulas por transistores...”

A Stereophile tem por hábito fazer avaliações subjetivas dos equipamentos que analisa, complementando as excelentes análises objetivas que faz. O artigo em tela provocou uma resposta interessante sobre isso por David Hafler, à época na Dynaco e, sabidamente, um experiente projetista:

***Engenheiro Eletricista**

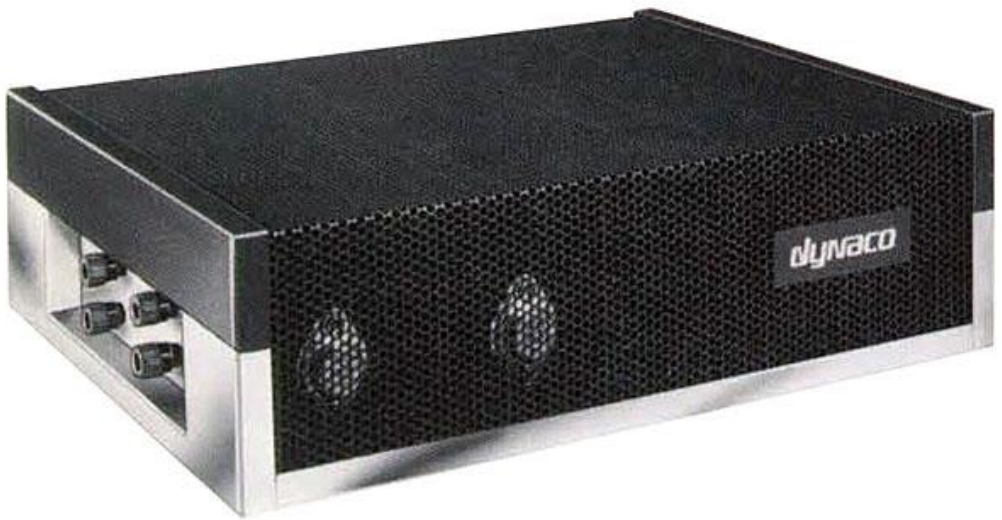
“Comentário do fabricante

As observações subjetivas da Stereophile apontam para a importância de ouvir-se criticamente qualquer combinação proposta de amplificador-alto-falante porque pode haver diferenças sutis, que são significativas para o perfeccionista.

No entanto, as impressões subjetivas são influenciadas pelo ambiente de escuta e outras variáveis e raramente mostram resultados estatisticamente reproduzíveis por diferentes ouvintes. Despendemos esforços consideráveis na tentativa de formular procedimentos de teste que equiparam as impressões auditivas gerais com as medições, com algum sucesso.

As especificações convencionais são importantes (nunca houve um bom amplificador que não medisse bem por esses padrões), mas existem outros critérios cujos resultados são bastante difíceis de medir. Eles ajudam a separar o superior dos "quase superiores", e esses critérios podem afetar as impressões subjetivas.”

O equipamento original podia ser adquirido na forma de kit e, na Internet, encontramos farta informação sobre ele, seu manual (disponível em na íntegra emhttps://www.hifi-engine.com/manual_library/dynaco/stereo-120.shtml), placas novas para montagem, kits e inúmeras sugestões de modificações, algumas no sentido de trazer maior estabilidade para o circuito. De fato, em nossa análise do Tonos, que é seu clone, verificamos uma característica interessante no seu comportamento, da qual falaremos adiante.



Dynaco Stereo 120

O Tonos ST-120 é bastante simples, um amplificador de potência com duas saídas para alto-falantes, todo montado em alumínio, e espartano, como era comum nos produtos da Embrasom.

Seu painel frontal apresenta a tradicional chave de força, dois VU analógicos de bom tamanho, dois leds indicadores de pico e um pitoresco seletor de sensibilidade para o VU, com opção para 0dB e para -20dB. Ele é composto por dois sensores de toque, que se iluminam de acordo com a escolha de escala.



Ao abrir o aparelho para limpeza e manutenção, desmontei o conjunto de VU para trocar suas lâmpadas e os sensores foram desmontados. São simplesmente quatro alfinetes, soldados na placa de controle. Como o aparelho é muito antigo, com certeza eles deveriam ter brilho quando novos. Estavam oxidados, mas funcionais, e preferi deixá-los como estavam.

O equipamento passou por manutenção e limpeza, e, esteticamente, estava bem, apenas com uma cabeça plástica, do (bom) conjunto de ligação de sonofletores, perdida. Seu painel traseiro serve também de dissipador de calor para o transistor responsável pela estabilização da alimentação do amplificador, como pode ser visto na foto abaixo.



Apesar de estar aparente, e isolado do painel, ele não representa nenhum risco ou mesmo pode sujeitar o equipamento a danos, pois sua carcaça metálica é ligada ao terra de sinal, estando isolada apenas para evitar-se “loops” e zumbidos. Solução inteligente.

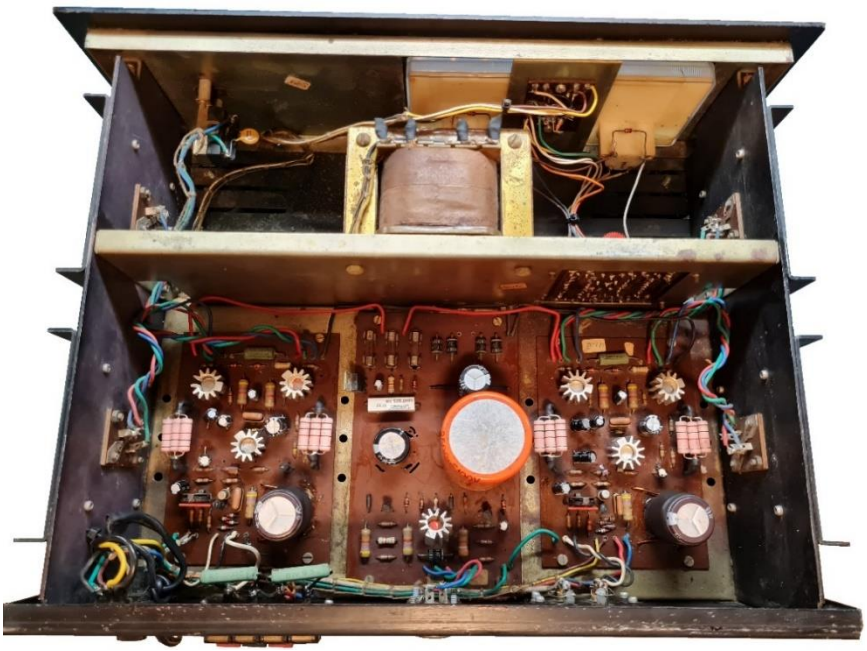
O original foi substituído por um 2N3055. Devia ser um 2N4347. Como o 2N3055 fica meio “apertado” ali, foi substituído por um 2N3773, da MOSPEC, que é mais que suficiente para a função, suportando, com folga a corrente que deve ser fornecida para os estágios de saída do amplificador.



A montagem interna é boa, com isolamento do transformador de força, para blindagem. Os transistores do estágio de saída são originais, fabricados pela Texas Instruments do Brasil, na década de 1970.

Não dá para saber quais são, pois a Embrasom cobriu com tinta suas especificações. Devem ser 2N3772 ou 2N3773, como no Dynaco.

A limpeza foi demorada, pois o amplificador estava sujo e cheio de poeira. De uma forma geral, seus painéis estavam em bom estado e providenciei a troca dos eletrolíticos "cinquentões" por unidades modernas.



Para manter a originalidade, como tenho unidades NOS dos capacitores Siemens da época, utilizei uma de 2500µF/100V na fonte de alimentação. O restante é moderno.

Também, resistores de potência de 300Ω/8W originais foram trocados por três resistores de 1kΩ/5W em paralelo, pois eles (que não são diferentes dos do esquema do Dynaco) atingem altas temperaturas.

Um capacitor de cerâmica foi colocado na chave de força e as lâmpadas dos sensores da seleção de sensibilidade foram trocadas por leds. Há espaço para outras melhorias na montagem, mas preferi deixar o restante original.

Medidas na Bancada

Como não encontrei nenhuma referência às especificações do ST-120 e seu circuito é idêntico ao do Dynaco, utilizarei as especificações deste último para efeito de comparação.

SPECIFICATIONS

FREQUENCY RESPONSE: 5 Hz to 100 kHz ±0.5 db.

POWER OUTPUT RATING: 60 watts average continuous power per channel into 8 ohms at any frequency between 25 Hz and 15 kHz at *less than* 0.5% total harmonic distortion. Distortion decreases at lower power levels. This is in accordance with F.T.C. rating requirements, including preconditioning.

INTERMODULATION DISTORTION: *Less than* 0.5% at any power level up to 60 watts per channel into 8 ohms with any combination of test frequencies. Distortion reduces at lower power levels.

NOISE: 95 db below rated output *unweighted* with shorted input; 100 db down by IHF standards.

DAMPING FACTOR: Greater than 40 from 20 Hz to 20 kHz.

SEPARATION: More than 70 db from 20 Hz to 20 kHz.

INPUT: 100,000 ohms; 1.5 volts for 60 watts output.

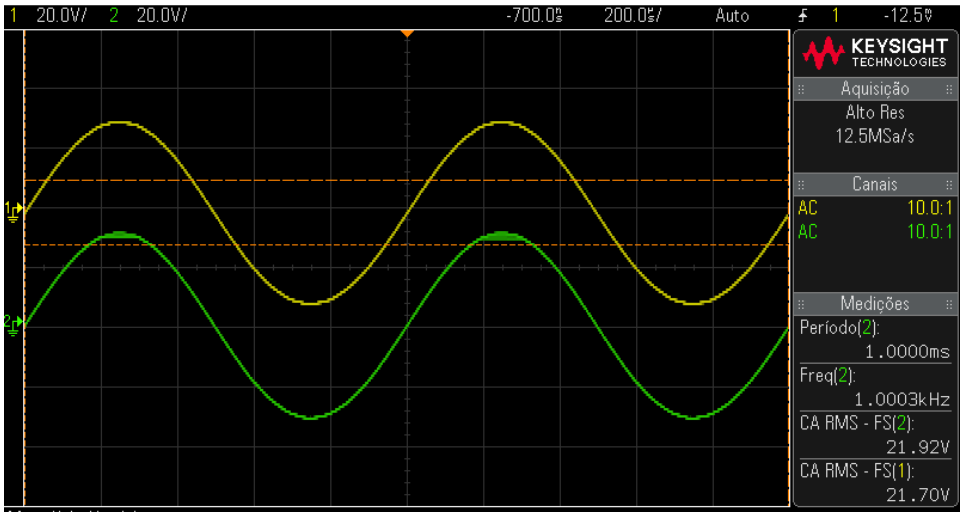
SEMICONDUCTOR COMPLEMENT: 15 transistors; 15 diodes.

SIZE: 13" x 10½" x 4". **WEIGHT:** 20 lbs.

MAXIMUM POWER CONSUMPTION: 400 watts.

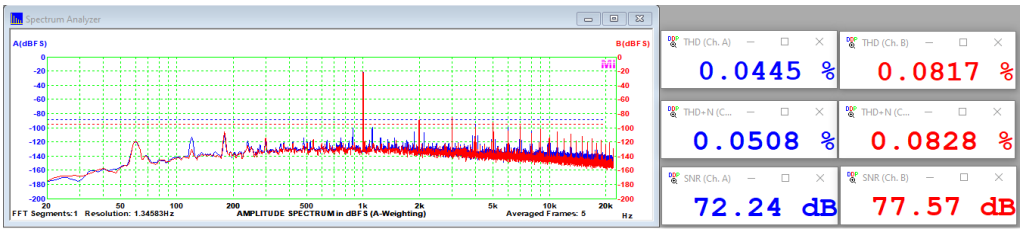
Lembrem-se de que é um amplificador projetado em meados da década de 1960, assim, o contexto de época deve ser considerado. Todas as medidas foram efetuadas em rede não estabilizada de 220VCA/60Hz.

Como o amplificador utiliza estabilização eletrônica interna, em tesse, deve ter o comportamento estável sob variações da alimentação de entrada. A frequência de teste é de 1kHz e a impedância de carga é de 8Ω, resistiva, exceto onde especificado de forma diversa.

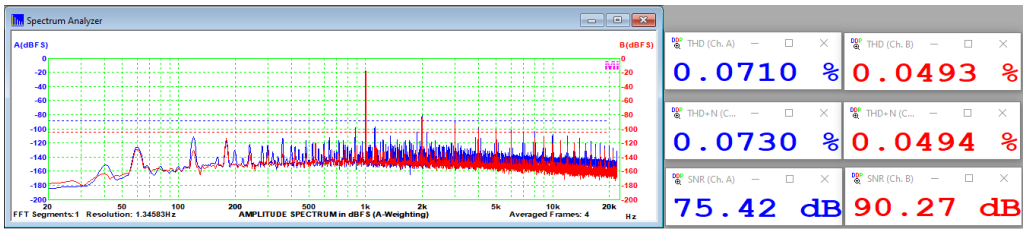


Potência de Saída Antes do Ceifamento – 59W

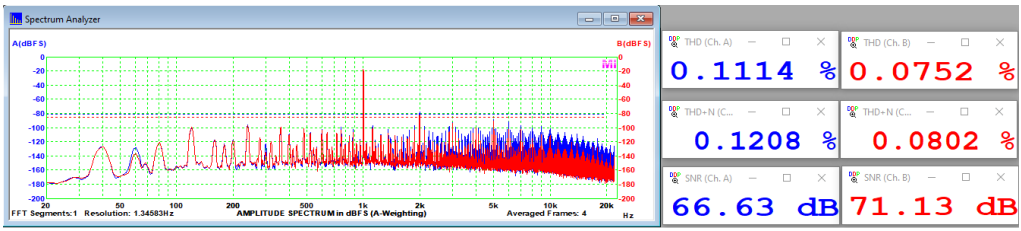
Temos, praticamente, a potência especificada no manual da Dynaco e no painel do aparelho. Um bom valor, principalmente para a época.



Distorção Harmônica Total a 1W

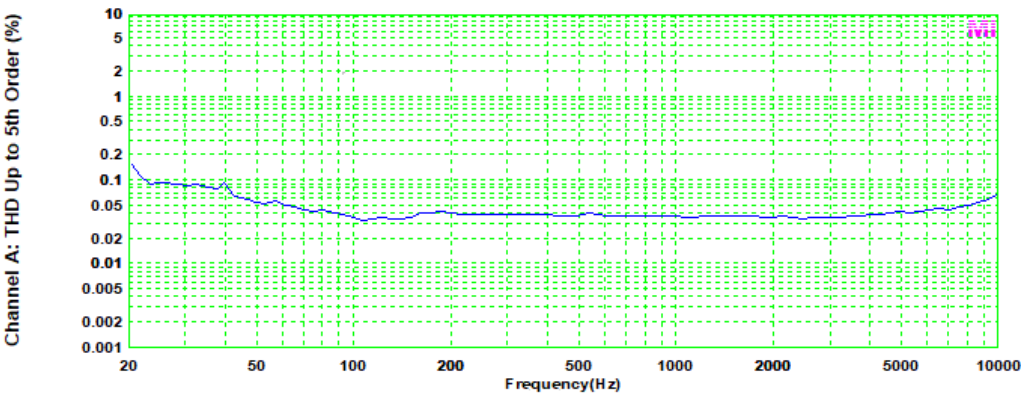


Distorção Harmônica Total a 10W

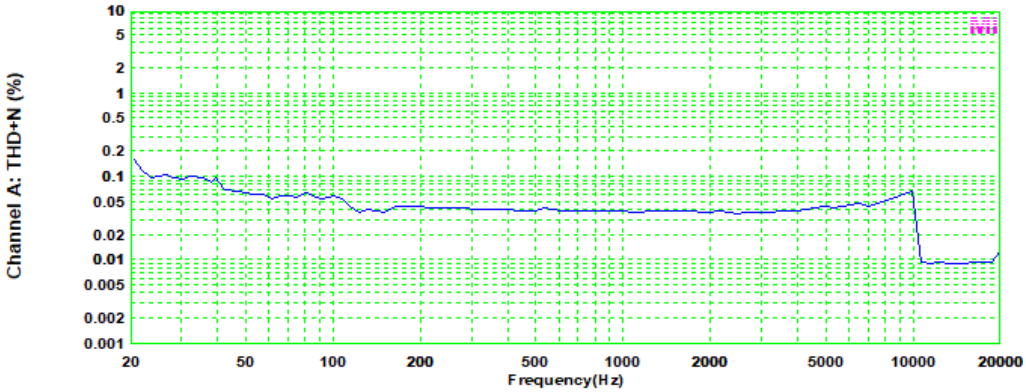


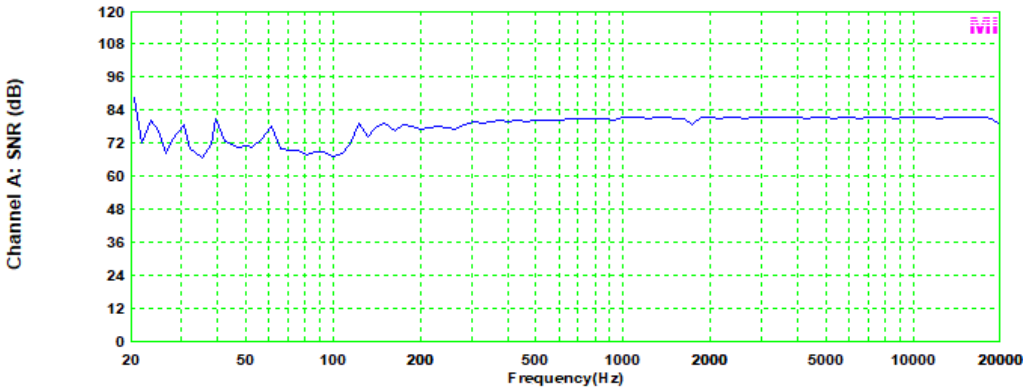
Distorção Harmônica Total a 55W

Valores de distorção muito bons em relação ao anunciado (melhor que 0,5%). O manual especifica esse valor entre 25Hz e 15kHz. Vejamos então uma varredura a 10W, dentro da banda audível:



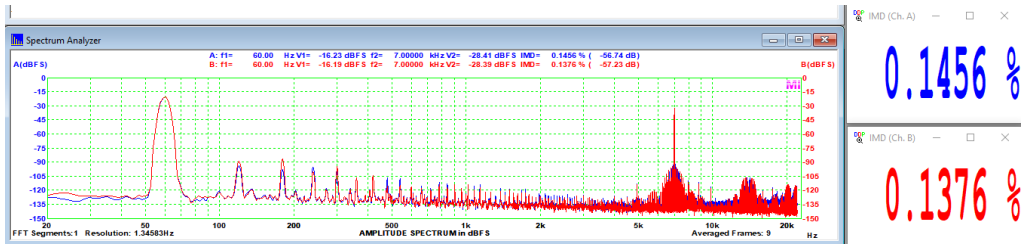
E, considerado o ruído:



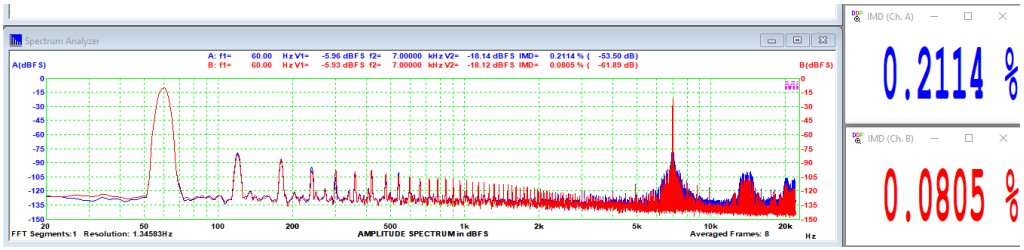


Valores superiores aos especificados, que podem explicar o porquê de, à época, o Dynaco Stereo 120 ter sido muito bem avaliado pela Stereophile e ter, ainda hoje, muitos admiradores.

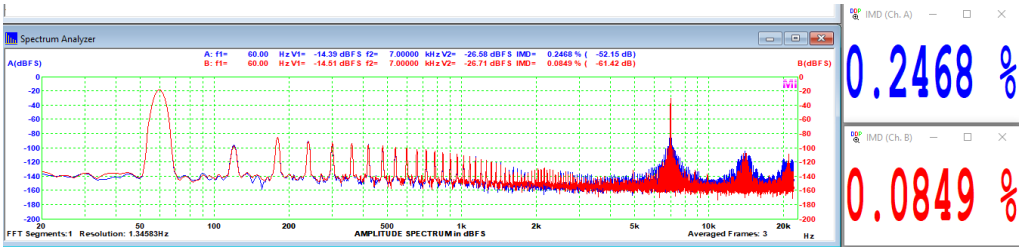
Uma performance muito boa para um circuito relativamente simples e que podia ser montado na forma de kit, em casa.



Distorção Por Intermodulação SMPTE a 1W

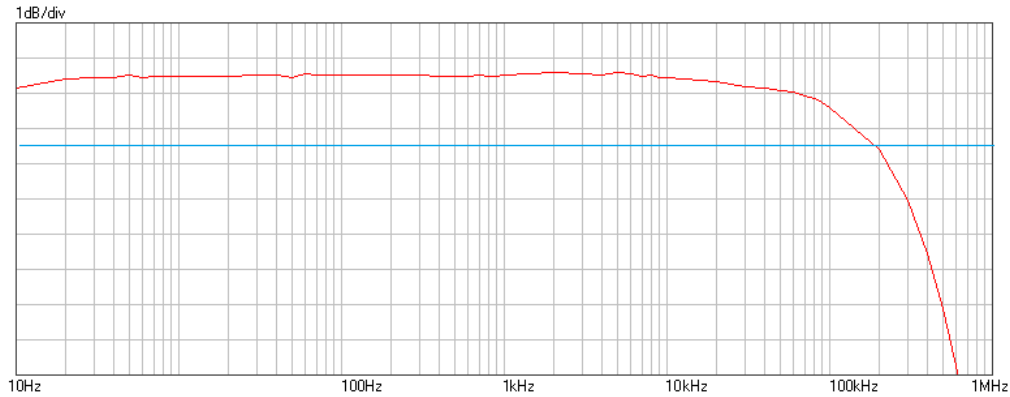


Distorção Por Intermodulação SMPTE a 10W

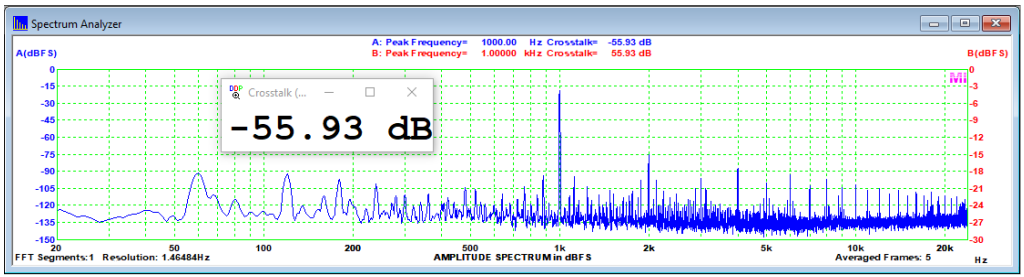


Distorção Por Intermodulação SMPTE a 45W

Valores de DI melhores que o especificado. O do canal esquerdo é muito bom, o do direito nem tanto, mas ainda está bem abaixo.



Resposta em Frequência a 3W (10Hz,-0,5dB a 200kHz, -3dB)



Diafonia a 1W

A resposta em frequência corresponde à especificada e a diafonia discrepa, mas, ainda assim, é um bom valor.

O **fator de amortecimento** medido alcançou aproximadamente **31**, um bom valor e um pouco abaixo do especificado, a 1W.

Conclusões

O Tonos ST-120 pode ser considerado um amplificador muito bom para a sua época. fabricado na década de 1970, já estaria um pouco defasado em relação ao mercado brasileiro, mas, ainda assim, suas características técnicas, que, em sua maior parte, superam os valores especificados no manual de uso e montagem da Dynaco, são muito boas.

O manual da Dynaco, a propósito, é muito bom e contém todas as informações para montagem e manuseio do amplificador. Instruções sobre como soldar, comprimento e bitola da fiação, leiaute das placas impressas. Sem dúvida, uma documentação completa para quem quiser se aventurar na montagem caseira de um clássico dos anos 1960.

A Embrasom montou seu “kit”, na forma do ST-120, de forma bem satisfatória. Tudo bem distribuído e com componentes de boa qualidade. Pena não ter encontrado documentação específica sobre ele, mas, pudemos cotejá-lo com o original americano, e, neste aspecto, ele saiu-se muito bem.

Interessante também é que o manual da Dynaco é explícito em dizer que o amplificador deve ser ligado sem sinal na entrada. Quando o energizamos pela primeira vez, após a manutenção, procedemos a um teste de potência e aos ajustes necessários, e tudo correu bem.

Entretanto, ao desligarmos o aparelho para a colocação da tampa superior, o desligamos mas deixamos o gerador de áudio ligado em sua entrada. Ao energizarmos o ST-120 nesta condição, ele ficou instável, travando a senoide em um de seus semiciclos. Como não tínhamos lido o manual, ainda, especulamos um pouco sobre se isso seria característica do circuito ou defeito. Pelo visto, seria uma limitação mesmo, ao menos do clone da Embrasom.

No futuro pensamos em montar um pequeno retardo de acionamento para a entrada de sinal, de forma a evitar esse inconveniente.

Então é isso, pessoal, bom Natal, boas festas de entrada de ano e se cuidem!

Amplificador para Fones. Ou será mais?

Parte VI

O Amplificador (verifique nas edições anteriores a história)

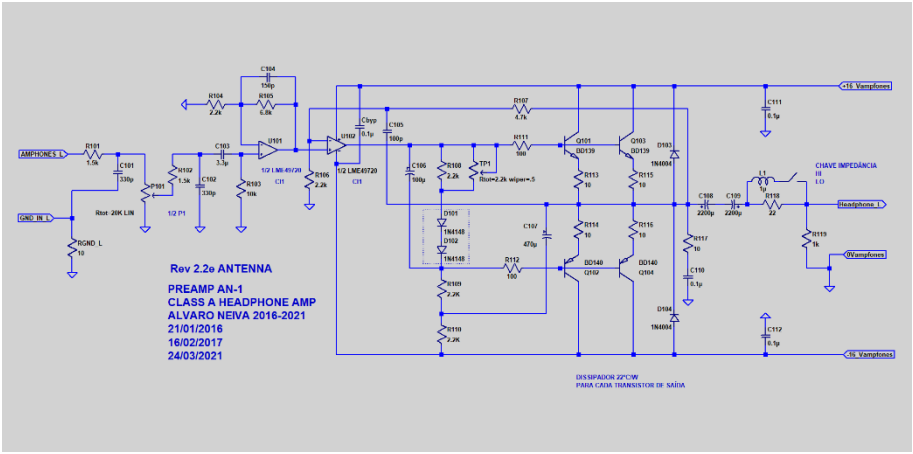


Fig. 1 (um canal apenas)

Neste artigo, vamos continuar a medir o amplificador, em diversas condições.

Desenvolvido como amplificador para fones ou linhas de áudio, com impedância nominal entre 600Ω até uns 24Ω, resolvi abusar um tanto e verificar como se comportava com fones ou mesmo alto-falantes de até 8Ω. Para minha surpresa, saiu-se muito bem! Na sequência, vamos descobrir algumas razões para seu bom resultado subjetivo, mesmo com sua pequena potência nominal (3W @8Ω, 1kHz, por canal, com menos de 0,06% DHT, veja na fig. 2)

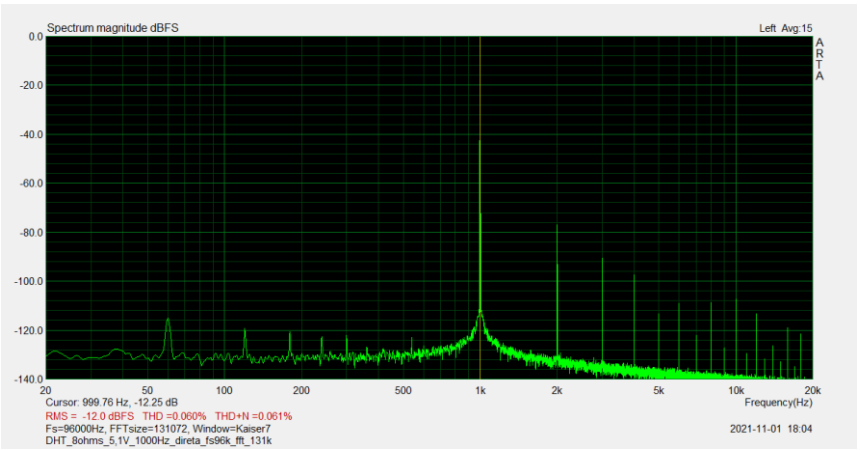


Fig. 2

***Engenheiro Eletricista**

Claro que não dá para usar caixas com baixa eficiência (<88dB, 1W, 1m), ou fazer uma festa em alto volume, mas, numa sala pequena e ouvindo educadamente, tem sido uma agradável experiência usá-lo.

Parece um valvulado... ou som de cinema, como uma vez minha filha falou...

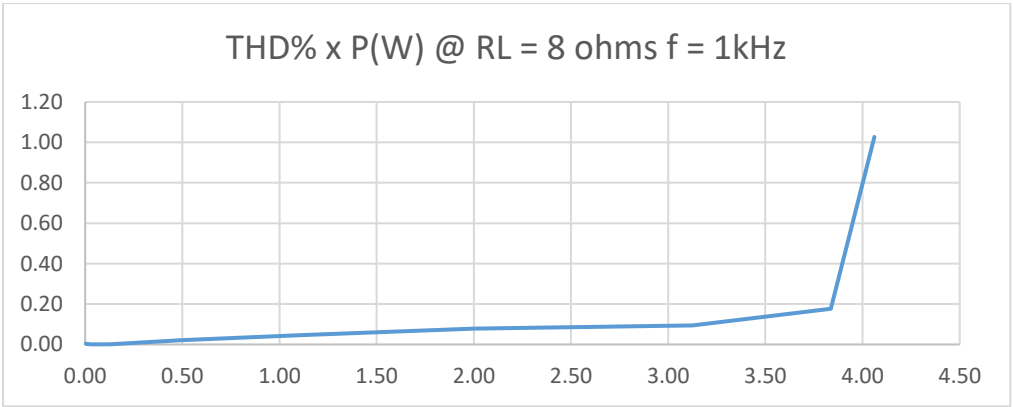


Fig.3 THD @8 Ω

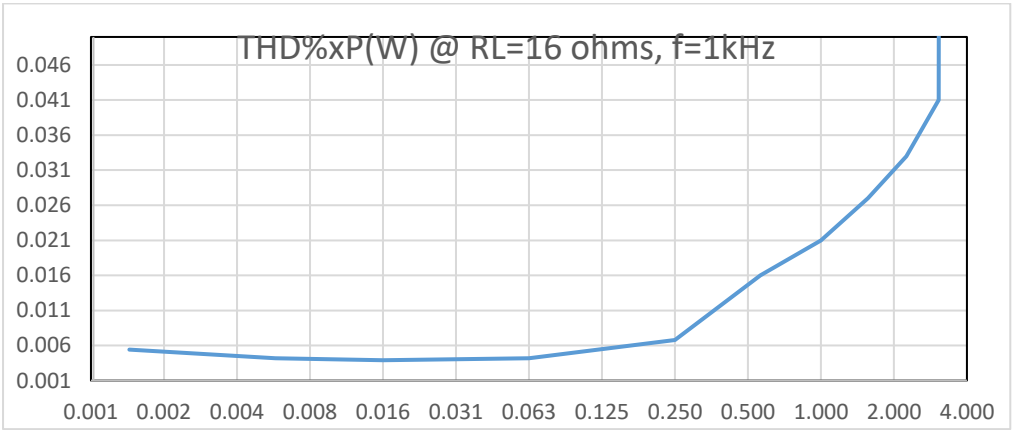


Fig. 4 THD @16Ω

RL	P(W)	THD<=1%
8	3,9	f=1kHz
16	3,3	f=1kHz
22	3,0	f=1kHz
33	2,4	f=1kHz
100	0,9	f=1kHz

Tabela 1

Distorção por Intermodulação

IMD x amplitude	IMD% 13kHz+14kHz	
Uout (Vrms)	%	P(W) 8 ohms
1	0,009	0,13
2	0,016	0,50
3	0,041	1,13
4	0,18	2,00

Tabela 2

IMD x amplitude	IMD% 250Hz+8kHz	
Eout (Vrms)	%	P(W) 8 ohms
1	0,06	0,13
2	0,17	0,50
3	0,31	1,13
4	0,45	2,00

Tabela 3

IMD x amplitude		
SMPTE	IMD% 60Hz+7kHz	8 ohms
Eout (Vrms)		P(W)
1	0,04	0,13
2	0,09	0,50
3	0,16	1,13
4	0,25	2,00

Tabela 4

Ruído na saída

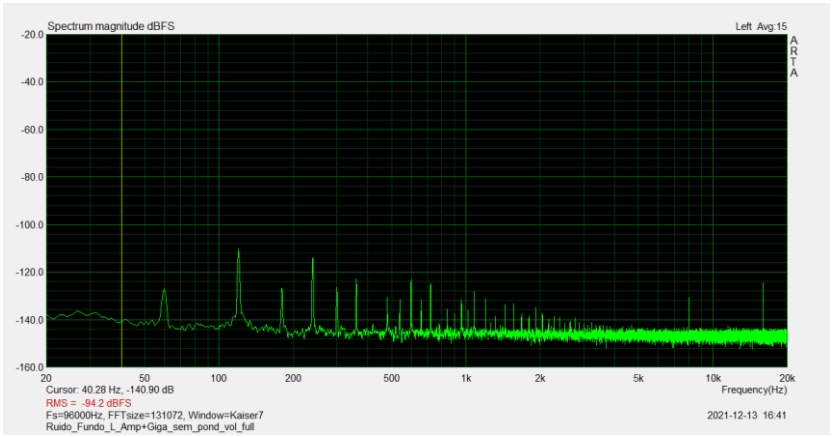


Fig. 5 canal esquerdo

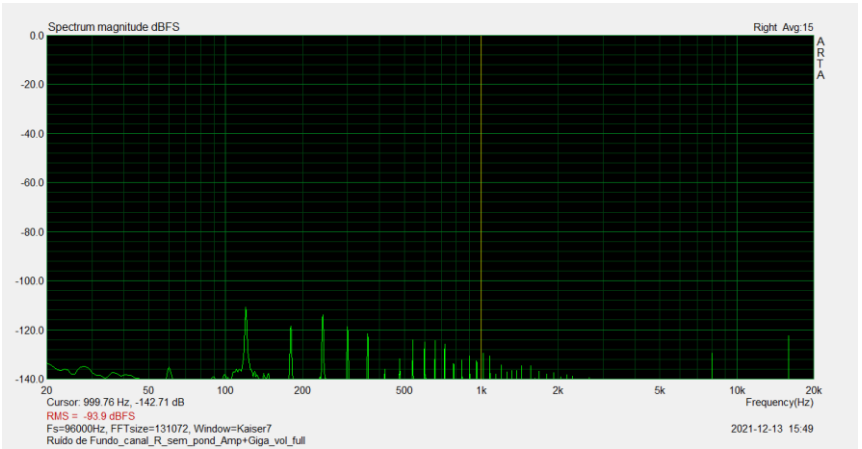


Fig. 6 canal direito

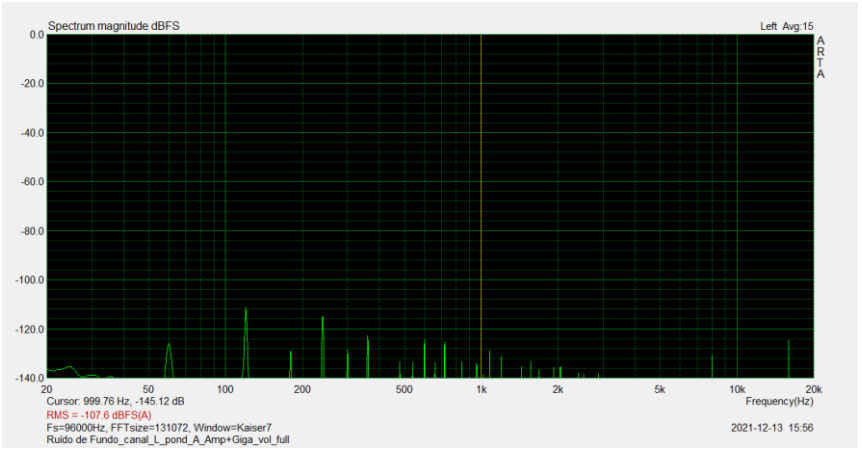


Fig. 7 canal esquerdo com ponderação A

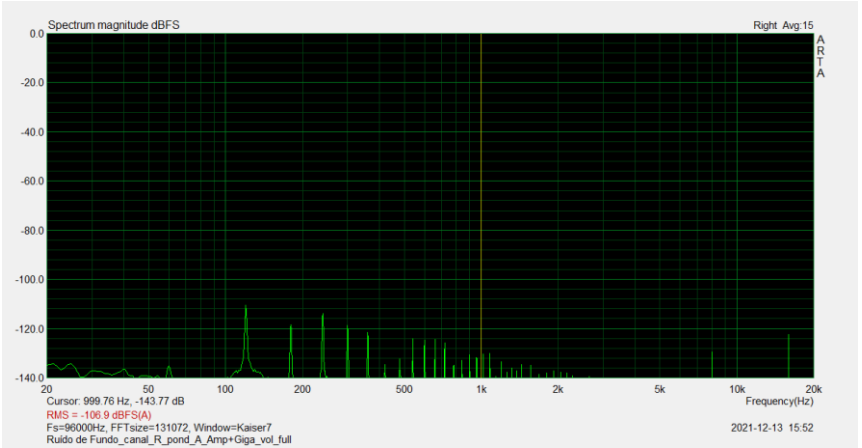


Fig. 8 canal direito com ponderação A

A tensão de saída nominal máxima de 5,6Vrms @ 8 ohms(3,9W) corresponde a -11,2dBFS

S/R= -11,2-(-93,9)= 82,7dB sem ponderação. Isso equivale a 0,41mVrms.

S/R(A)= -11,2-(-106,9)= 95,7dB com ponderação A. Isso equivale a 92µVrms.

Equipamentos de medição usados:



Fig. 9 Giga de Teste



Fig. 10 Interface de áudio

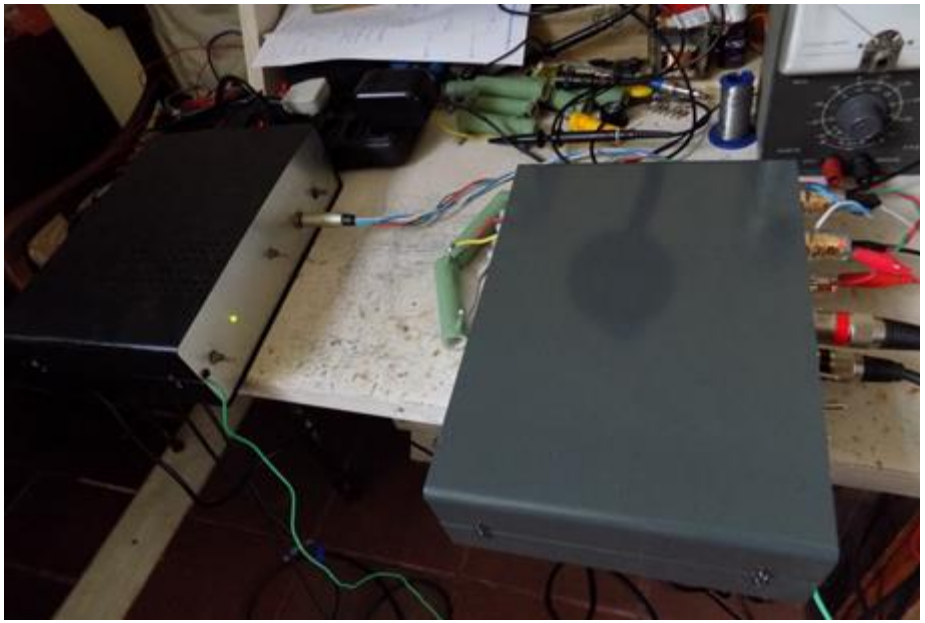


Fig. 11

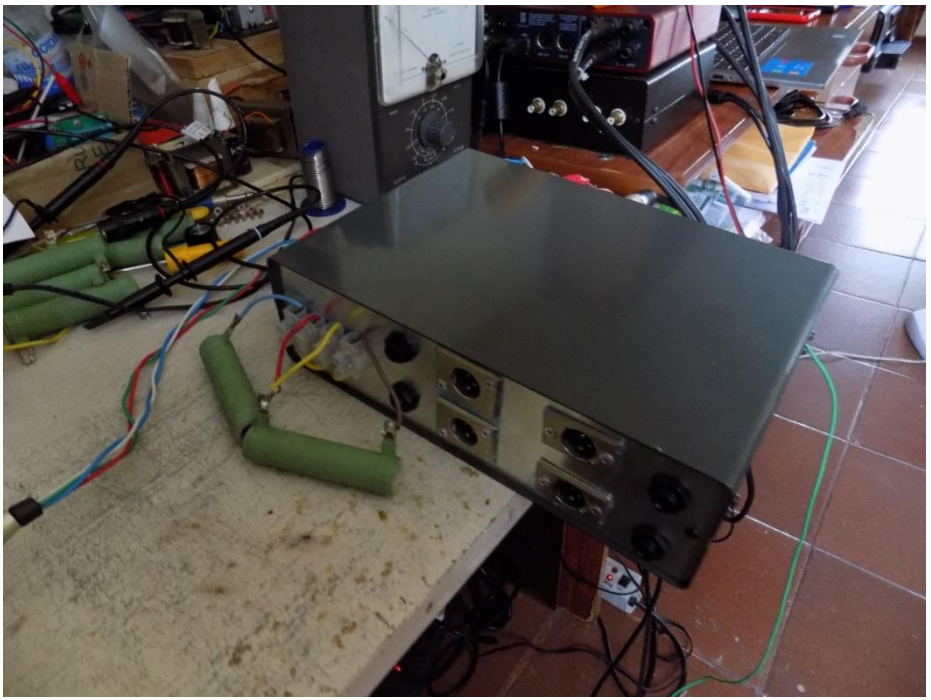


Fig. 12

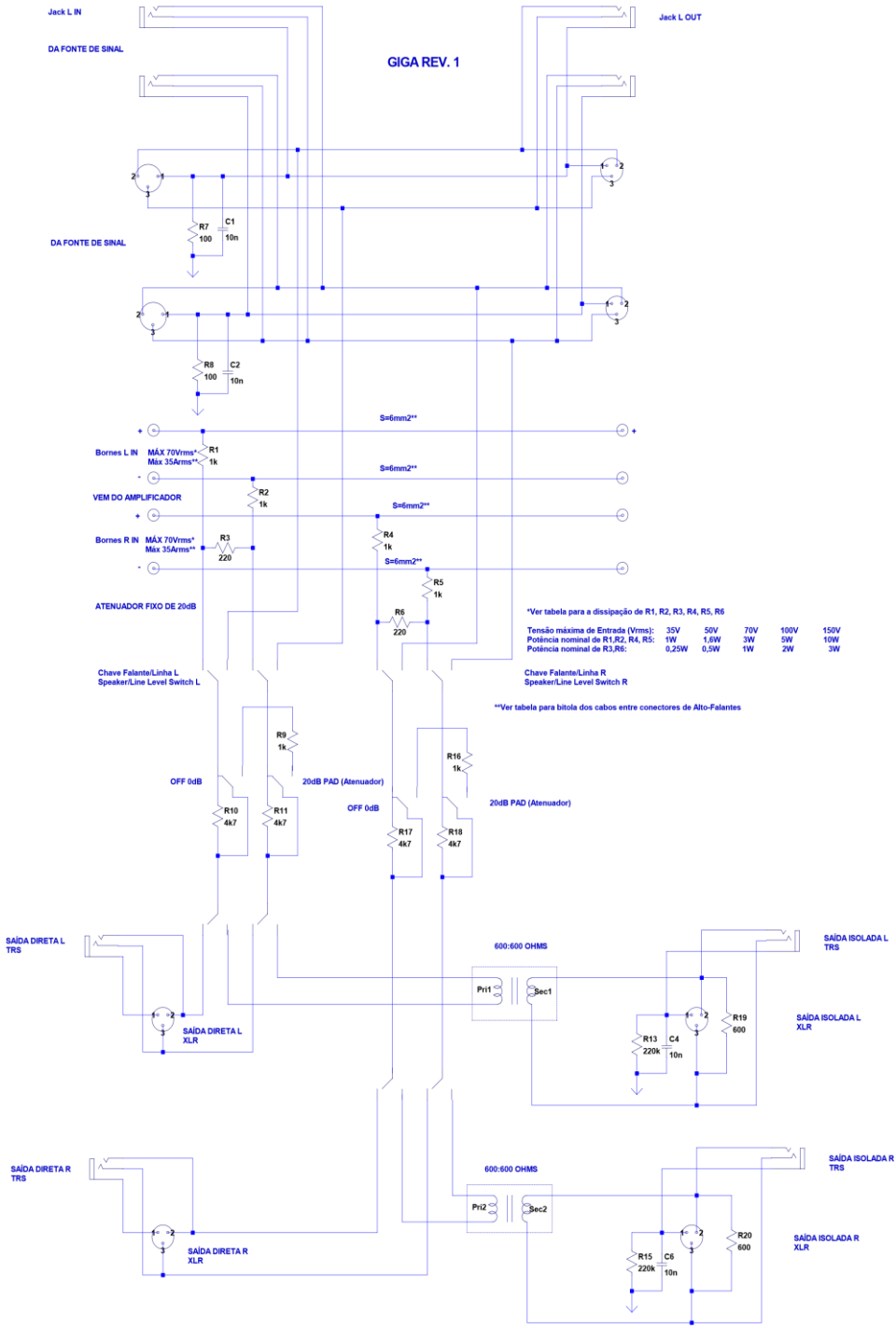


Fig. 13 Diagrama da Giga

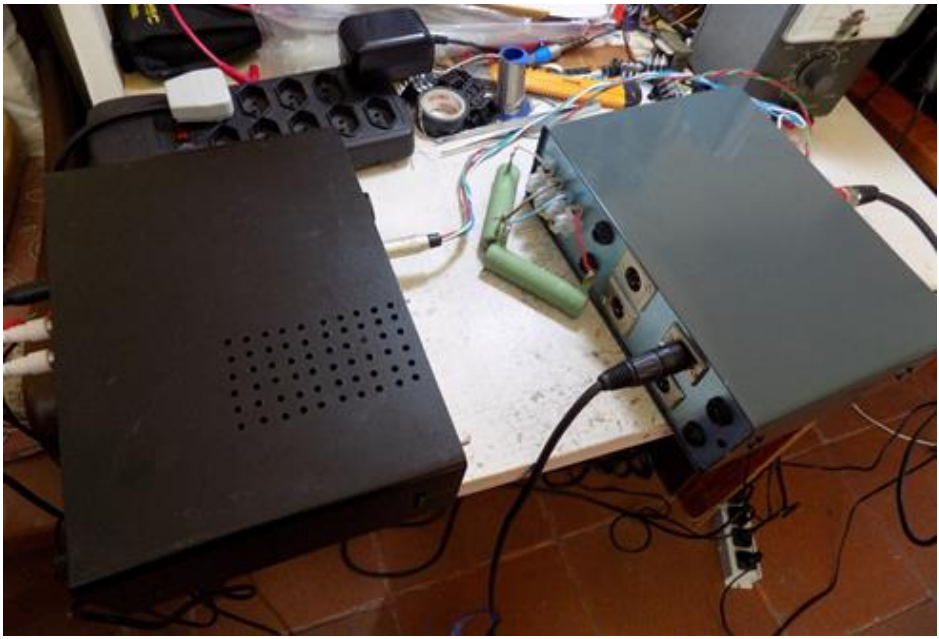


Fig. 14 Resistores de carga

Onda quadrada de 1kHz @ 8 ohms 10,9Vpp

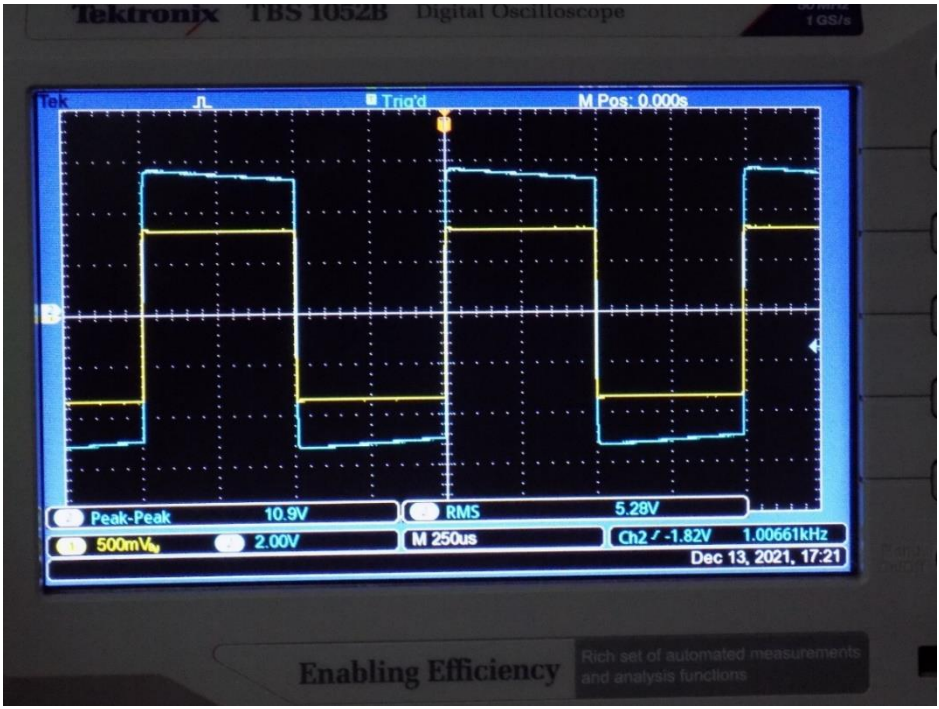


Fig. 15 (entrada e saída)

A inclinação do topo já indica que o ponto de -3dB será em 20Hz, como veremos depois com auxílio do software CrossLite+.

Onda quadrada de 20kHz @ 8 ohms (entrada e saída)



Fig. 16

Aqui, também, o arredondamento já indica um ponto de -3dB em 100kHz, como medido com o gerador, posteriormente, para carga de 8 ohms.

Teste do FA (Fator de Amortecimento)

Seguindo o método descrito pelo Eng. Marcelo Yared no número anterior:

Medindo a 1kHz e 1W a 8,5 ohms aproximadamente.

Tensão sem carga: 2,979Vrms
Tensão com carga: 2,850Vrms
FA= 2,850/(2,979-2,850)= 22,1

O que resulta numa impedância interna da ordem de **0,4Ω**.

Modelo elétrico linear para a interface amplificador falante:

Nesse modelo, o amplificador é representado por uma fonte de tensão alternada em série com sua impedância interna.

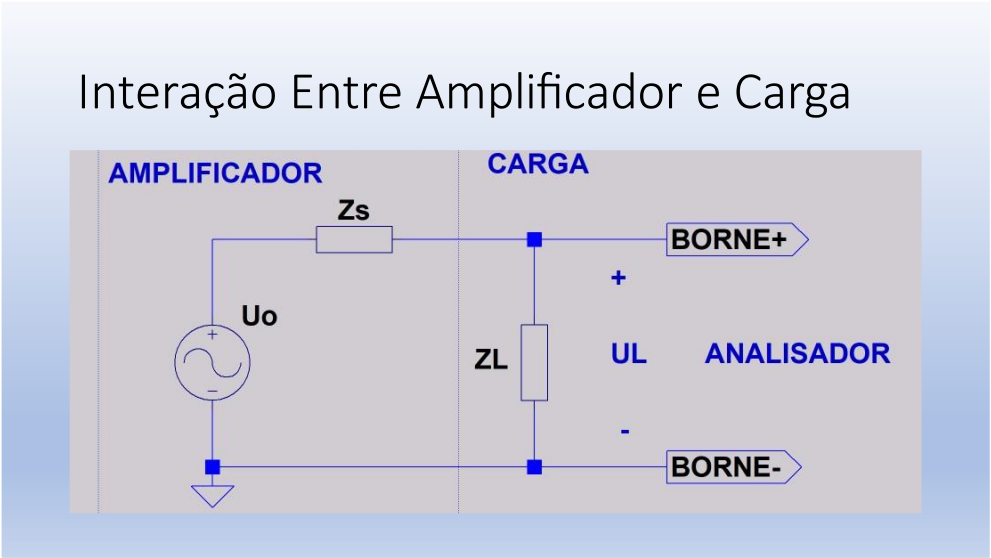


Fig. 17

Efeito do Baixo Fator de Amortecimento:

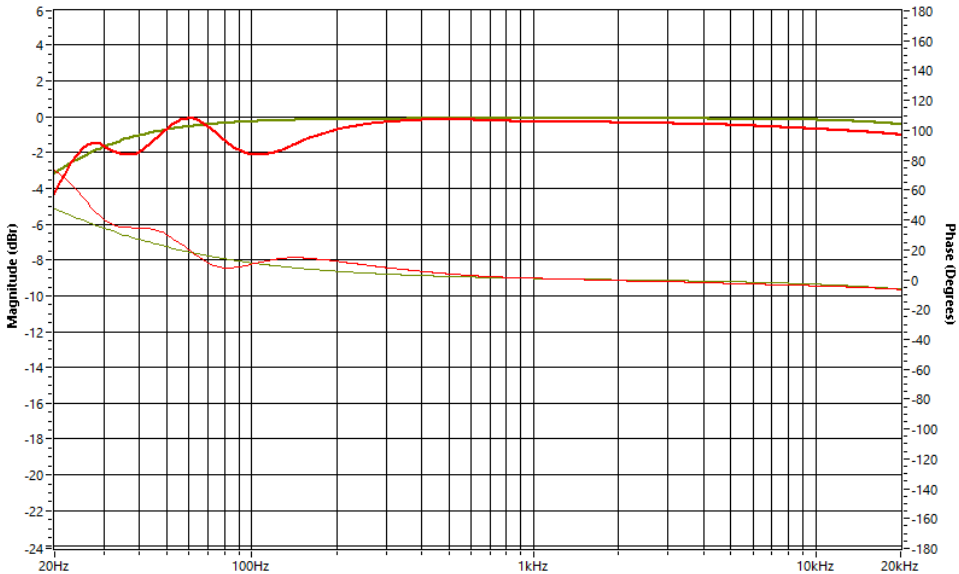


Fig. 18 (obtida com o software CrossLite+)

Quanto maior a impedância de saída do amplificador, mais a resposta em frequência, elétrica, até os bornes do falante, vai ser afetada pela curva de impedância do alto-falante e, portanto, também a resposta acústica. Isso aparece bem no gráfico em vermelho da figura 10.

Considerando que o amplificador pode ser descrito como um buffer de corrente simples após um amplificador operacional, saiu-se muito bem.

O que provoca a curiosidade de usar mais um estágio de ganho de corrente e aumentar a capacidade de potência do estágio de saída.

Vamos chamar essa nova versão de AN-10.

Até o próximo artigo!

Referências:

01. Self, Douglas. **SMALL SIGNAL AUDIO DESIGN**. 1ª edição 2010, Elsevier Ltd.

02. Graeme, Jerald G. **APPLICATONS OF OPERATIONAL AMPLIFIERS (THIRD GENERATION TECHNICS)**. 1ª edição. Burr-Brown Research Corporation; 1973.

03. Metzler, Bob. AUDIO MEASUREMENT HANDBOOK. 1ª edição 1993, Audio Precision, Inc.

Análise de Um “Booster” Automotivo



Marcelo Yared*

Quem era habilitado a dirigir automóveis nas décadas de 1970 e 1980 certamente tinha em seu veículo um rádio transistorizado, AM/FM em sua maioria, talvez um toca-fitas, com rádio, e muitos tinham também alguma forma de reforço na amplificação sonora dele, pois havia, e ainda há, a limitação de tensão máxima de bateria automotiva, usualmente 12VCC. Sem artifícios adicionais, teremos, se conseguirmos transferir toda a tensão para a carga (o que não ocorre), normalmente de 4Ω de impedância, no máximo, uns 5 watts por canal disponíveis. De forma realista, no uns 3 watts a 4 watts eram obtidos, com bastante distorção.

Para isso, antes do surgimento das fontes comutadas em alta frequência, havia, basicamente, duas opções: “boosters” com autotransformadores à saída ou circuitos em ponte, trabalhando com baixa impedância de carga.

A segunda opção também tinha limitações de potência. Oferecia qualidade sonora superior à dos “boosters”, mas estes podiam fornecer bem mais potência, com a qualidade que vocês poderão observar nas medições feitas neste artigo.

Hoje os equipamentos são bem sofisticados e permitem a obtenção de mais potência com bastante qualidade sonora. A limitação para ouvir-se som de qualidade nos automóveis fica, técnica e basicamente, restrita às condições ambientais.

***Engenheiro Eletricista**

Mas a coisa era complicada então, e a indústria brasileira tinha as soluções tecnológicas citadas acima, para aumentar a potência do som disponível.

Neste artigo, trataremos da primeira opção, os “boosters”, e não apenas por saudosismo, como vocês verão adiante.

Hoje, com a evolução tecnológica, eles têm procura bem mais restrita. Dos tradicionais fabricantes que pesquisei, eles constam nas listas dos descontinuados. Nem sei se ainda são vendidos. Creio que as próximas linhas mostrarão o porquê, quando comparados aos modernos amplificadores e rádios automotivos.

Dois dos mais conhecidos fabricante de “boosters”, ou reforçadores, como passaremos a chamá-los, naquele tempo, eram a Infinity (que não tem nada a ver com sua homônima americana) e a Cash Box.

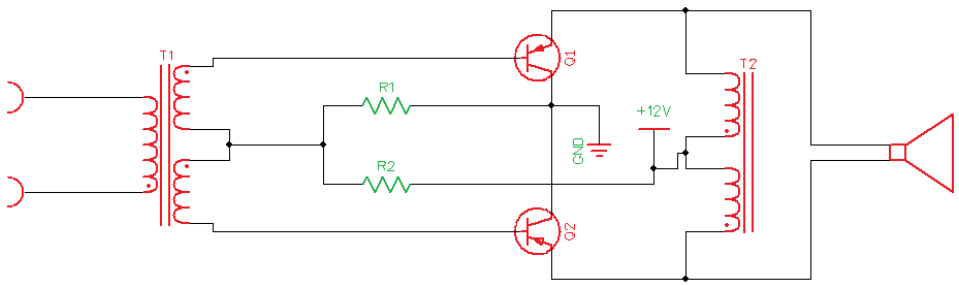
A Infinity, da qual vamos mostrar um reforçador, era marca da empresa carioca VGA, ou General Acoustics, sediada em Irajá.

A Cash Box era um empresa paulistana, e um exemplar de seus produtos pode ser visto neste interessante blog sobre som automotivo “vintage”: https://manesom.blogspot.com/2017/11/amplificador-automotivo-anos-70-cash.html.

Na época era “maneiro” ter-se um toca fitas, muitas vezes “importado” do Paraguai, ou mesmo um equipamento nacional fabricado pela Bosch, Motorádio, CCE ou Philips, acoplado a esses reforçadores.

Antes de começar a destrinchar o equipamento, vamos falar um pouco sobre eles e sobre como amplificam o som da saída do rádio/toca-fitas.

Este é o esquema genérico de um reforçador do tipo:



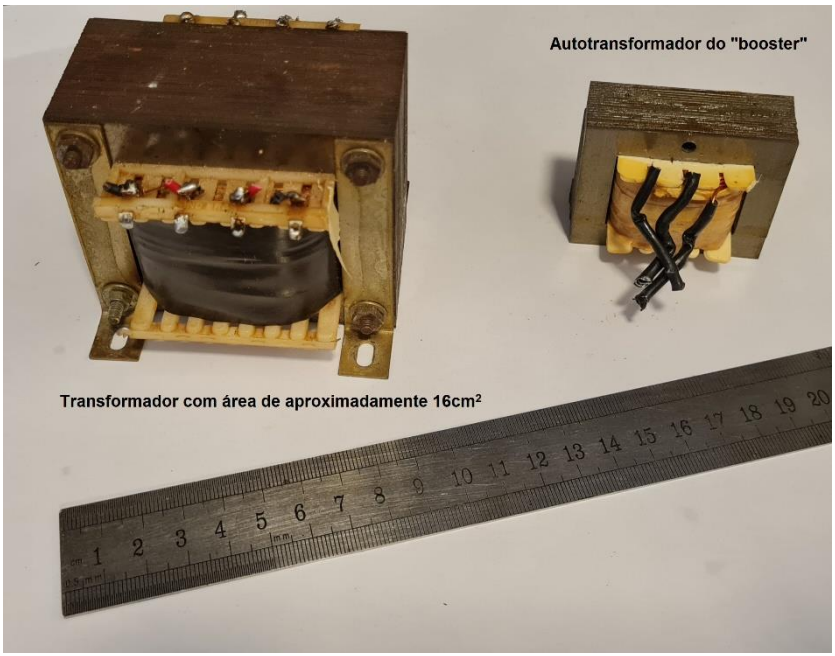
O sinal que vem do rádio é aplicado no primário de T1, sendo colocado em contrafase para alimentar os transistores T1 e T2. Estes, por sua vez, excursionam a tensão da bateria (12VCC) no transformador T2, e, com isso, a tensão aplicada será multiplicada por 4, pois ele opera como um autotransformador. R1 e R2 fornecem a necessária polarização para o circuito. Tudo bem simples.

Com isso, teríamos, teóricos, 72 watts por canal em 4Ω, um aumento considerável.

Na vida real, com as perdas, essa potência fica em torno de uns 40 watts, o que ainda é bastante para o tamanho dos habitáculos dos veículos modernos.

A solução é inteligente, mas, na prática, ela tem muitos problemas. Vejamos alguns.

O maior é a linearidade dos transformadores. Vamos usar o que aprendemos no artigo sobre transformadores do Professor Álvaro Neiva, em Antenna (https://revistaantenna.com.br/transformadores-e-autotransformadores-de-forca-e-de-audio-potencia-e-tamanho/) , podemos ver que um autotransformador, de relação 1 para 2, e que responda a sinais de 20Hz, 50W, tem que ter um núcleo (perna central) de aproximadamente 16cm^2. Vamos ver qual seria o tamanho aproximado desse transformador em relação ao usado nos reforçadores mais potentes da época, como o Infinity deste artigo.



Uma diferença considerável e que inviabiliza sua utilização em veículos de passageiros.

A área menor do autotransformador, que era a viável para os aparelhos automotivos, fará com que a resposta em baixas frequências (graves) seja deficiente e bastante não-linear (com muita distorção).

Este é só um dos problemas. Podemos ver também que o circuito básico não tem nenhuma forma de realimentação aplicada, assim, devemos esperar também distorção significativa em altas frequências.

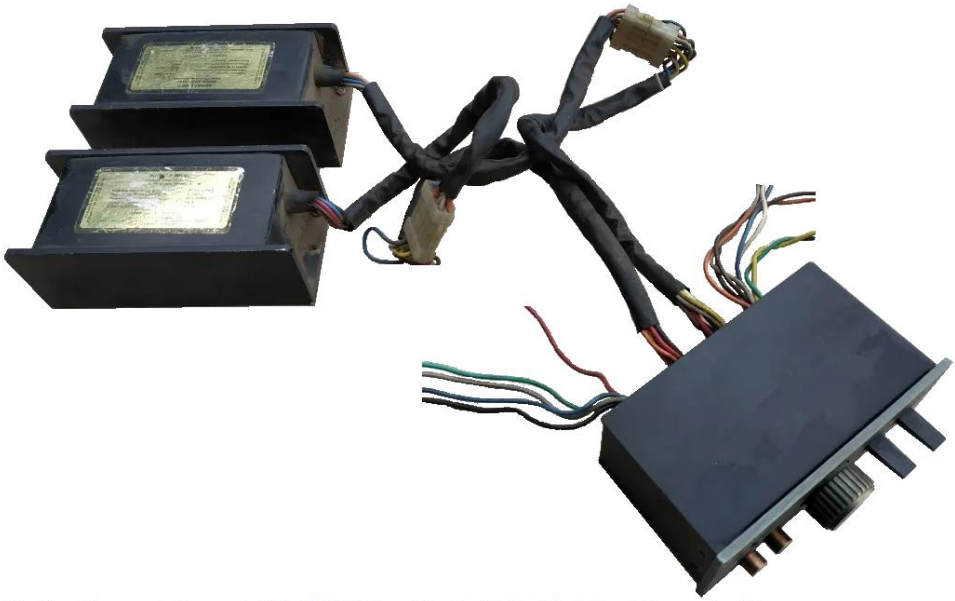
Por fim, temos as não-linearidades do transformador de entrada e também a (não baixa) distorção da fonte de sinal, no caso, o rádio, que se somam à própria distorção do reforçador. Vamos quantificá-la, agora, após uma breve descrição do “booster” SB220.

A Infinity começou a fabricar reforçadores na década de 1970. O primeiro relato de suas atividades na área encontramos em Antenna de junho de 1976, com um equipamento chamado de Energizer.



A foto é de um anúncio de um Energizer à venda no Mercado Livre, que agreguei à nota da Revista do Som de 1976. A Infinity fabricava, inicialmente reforçadores com uma pequena console central e os canais em caixas metálicas separadas.

Os primeiros modelos eram bem parecidos com este na imagem abaixo, o MKII, à exceção de que os módulos eram encapsulados em massa epóxi, dentro de uma caixa plástica de cor alaranjada, com a base formada por uma chapa de alumínio reta, de uns 3mm de espessura. Internamente, um par de transistores PNP de Germânio (2SB337), era responsável pela amplificação.



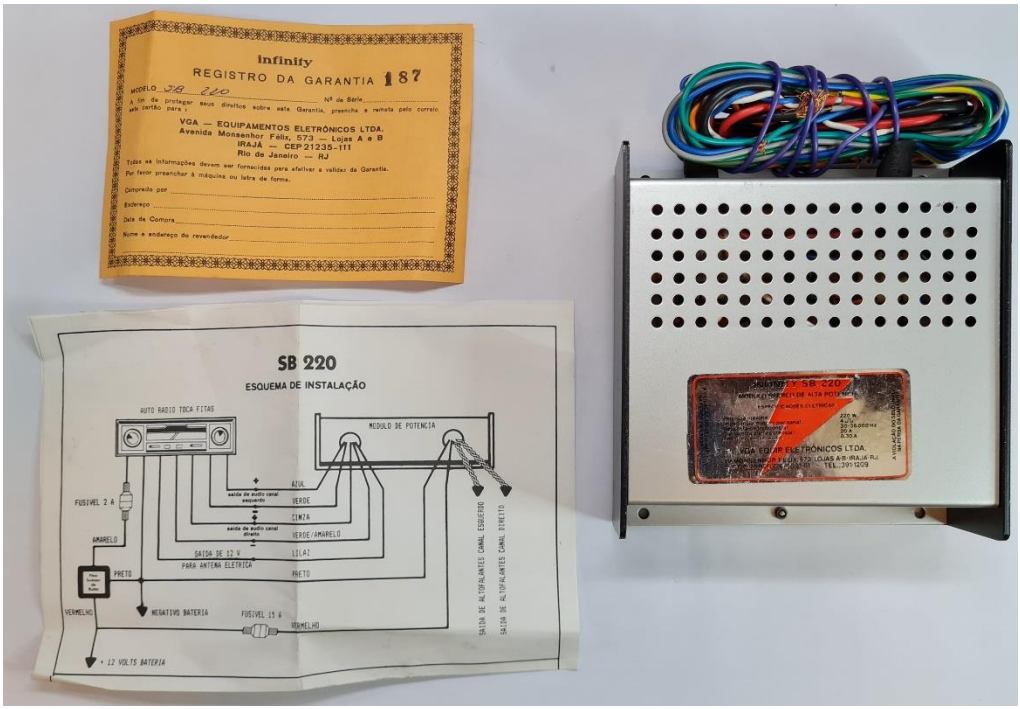
https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1585444797-amplificador-infinity-mk2-mk-ii-mark-2-completo-_JM

O circuito era mais elaborado que os dos concorrentes, e tinha degeneração em emissor, o que lhe conferia alguma forma de realimentação negativa, um termistor para controlar o consumo de corrente e um inteligente sistema de realimentação que envolvia o transformador de entrada, permitindo um reforço real nos graves e nos agudos, com acionamento por chaves no módulo de controle.

Esse esquema seguiu durante a maior parte da vida da fábrica, que, ao fim, passou a fabricar modelos mais parecidos com os da concorrência, e muito mais baratos, como é o caso deste SB220 que analisaremos, adquirido no Mercado Livre, lacrado, na caixa.



Naquela época, cada aparelho vinha que seu pequeno folheto de ligações e o certificado de garantia. Nosso reforçador é o de número de série 187.



Medir equipamentos automotivos em bancada é mais complicado do que fazê-lo nos residenciais. No caso dos reforçadores, as duas principais dificuldades são a alimentação de 12VCC e a excitação de entrada.

Para a primeira, temos, dos tempos de nossos projetos de equipamentos de som automotivos, duas fontes variáveis de 9,5V a 14V, com capacidade de fornecimento de corrente de 25A cada. Uma será suficiente, pois o folheto informa que o fusível de proteção de linha é de 15A.

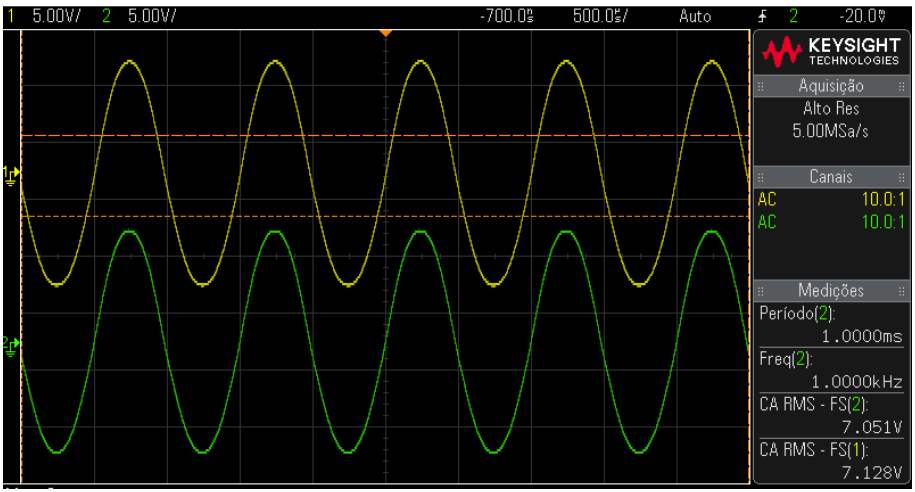
Para a segunda, nosso gerador de áudio consegue fornecer tensão e potência suficientes para as medidas de potência. Já os analisadores de distorção precisam de auxílio acima de 2Vrms, então utilizamos um amplificador Gradiente Model 126, simulando um rádio automotivo, nesses casos. A parcela resistiva da impedância de entrada do reforçador é comum, para a época, e gira em torno de 60Ω.

Algumas medidas são meio complicadas de se fazer, pois a saída do reforçador não é ligada ao terra, como pôde ser visto em seu esquemático básico, acima.

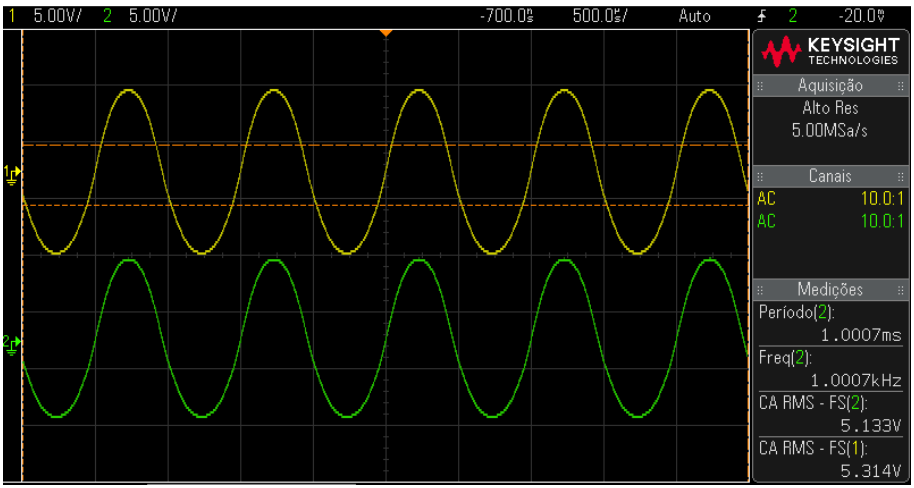
Isso, aliás, era um dos grandes problemas da época. Como os equipamentos são bem simples, não têm nenhuma outra proteção que não o fusível geral. Então, ocorriam muitos danos nos alto-falantes e nos reforçadores, causados por ligações incorretas. Um de nossos equipamentos de medição tem entradas e saídas balanceadas e, assim, a dificuldade foi superada.

Montado na bancada, iniciamos os testes da forma tradicional, com aplicação de senoide, com cargas de 4Ω e de 8Ω, e obtivemos as potências máximas, no limite do ceifamento. A tensão da fonte foi estabilizada em 13,8VCC. Neste caso, medimos em um lado das saídas (que são balanceadas) e fizemos o ajuste para a tensão real.

Potência no limite do ceifamento em 8Ω, 1kHz – 25W



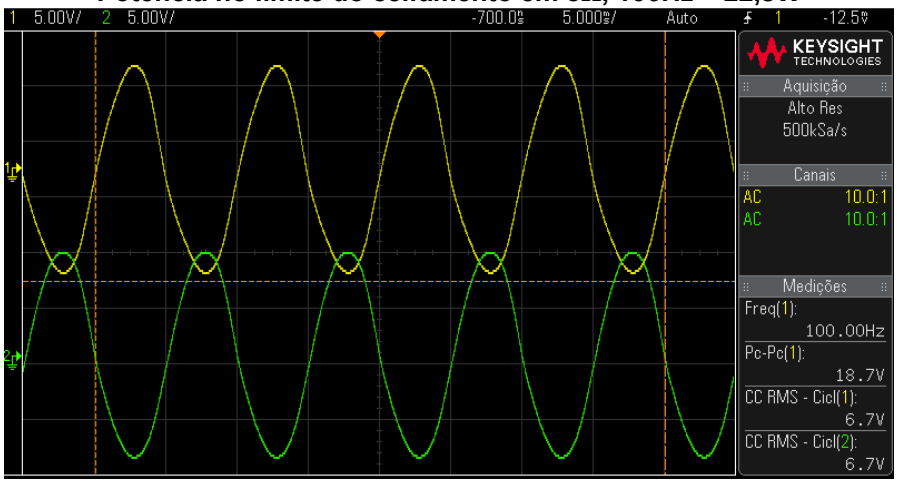
Potência no limite do ceifamento em 4Ω, 1kHz – 29W



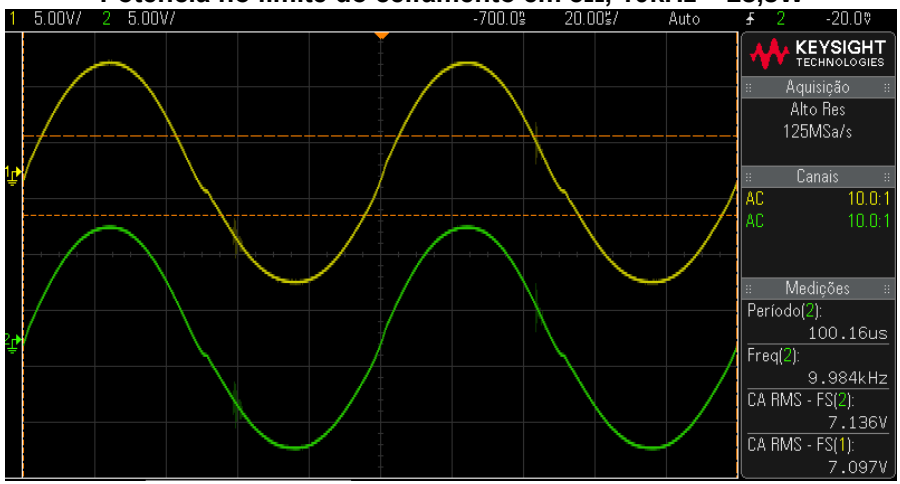
Os valores são normais para esses tipos de reforçadores, e são coerentes com a primeira especificação dos produtos da Infinity (30W+30W contínuos em 4Ω). os 220W da embalagem são apenas estratégia de marquetingue.

Usualmente faríamos apenas as medições em 1kHz, mas, como se trata de circuitos acoplados a transformador, que podem ter deficiências nos limites da faixa audível, fizemos mais duas medições, em 100Hz e em 10kHz, com carga de 8Ω. Vejamos os resultados:

Potência no limite do ceifamento em 8Ω, 100Hz – 22,5W



Potência no limite do ceifamento em 8Ω, 10kHz – 25,5W



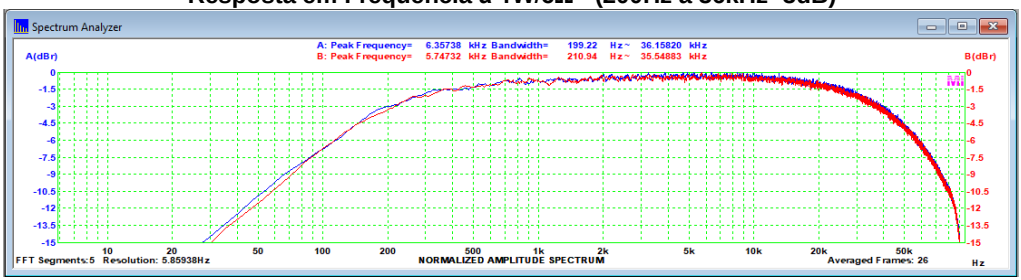
Podemos observar o aparecimento de distorção em ambos os casos, com a deformação na senoide em 100Hz e com a distorção de crossover em 10kHz.

O consumo máximo em 4Ω foi de aproximadamente 10A, o que significa que a eficiência é de aproximadamente 42%. A temperatura da carcaça do aparelho, seu dissipador, atingiu 54ºC.

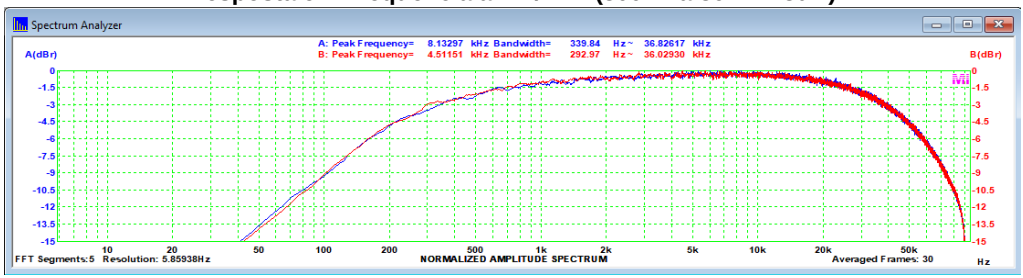
Vejam que o equipamento estava em uma bancada, a 27ºC no ambiente, sem obstruções típicas de habitáculos de veículos e suas temperaturas internas.

A resposta em frequência atingiu 36kHz em 8Ω, como especificado, mas com bastante deformação na senoide. Pode alcançar frequências bem mais altas, mas com altíssima deformação. É bastante deficiente em baixas frequências, e, em 4Ω, a resposta nos graves piora.

Resposta em Frequência a 1W/8Ω - (200Hz a 36kHz -3dB)

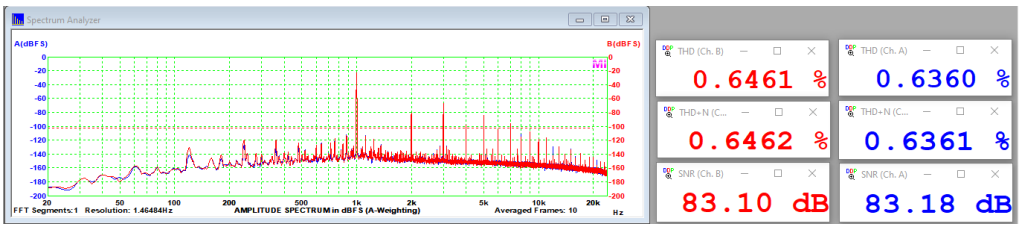


Resposta em Frequência a 1W/4Ω - (300Hz a 36kHz -3dB)

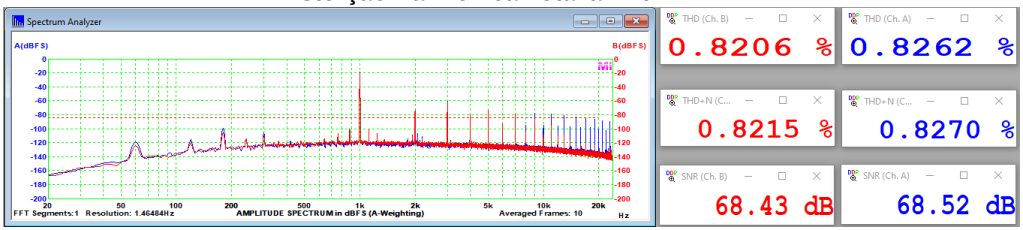


Vamos ver agora o que as formas de onda mostradas representam em termos numéricos, na forma de distorção.

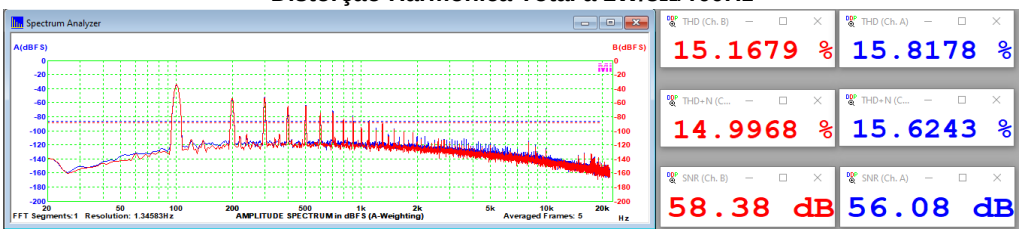
Distorção Harmônica Total a 1W/8Ω/1kHz



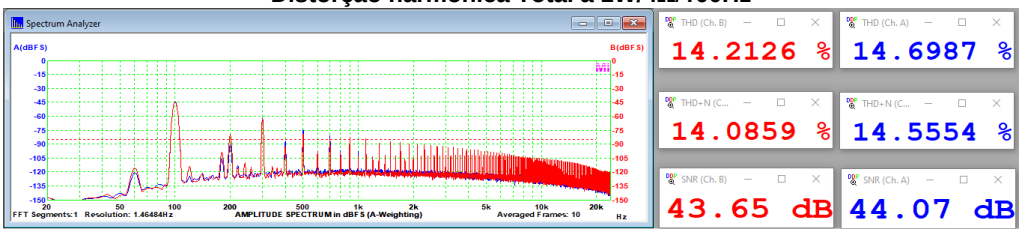
Distorção Harmônica Total a 1W/4Ω/1kHz



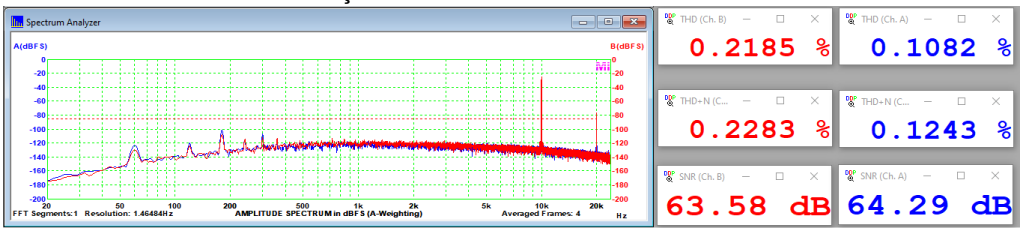
Distorção Harmônica Total a 1W/8Ω/100Hz



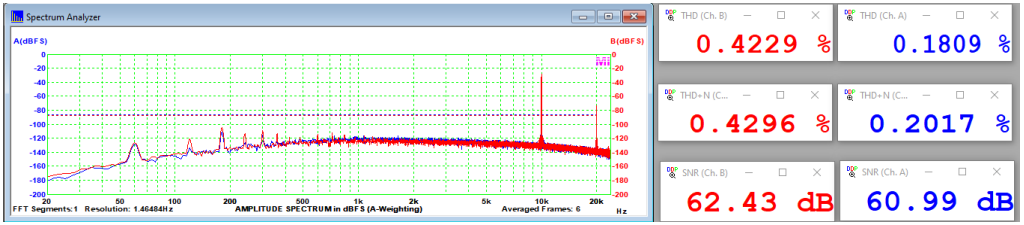
Distorção harmônica Total a 1W/4Ω/100Hz



Distorção harmônica Total a 1W/8Ω/10kHz



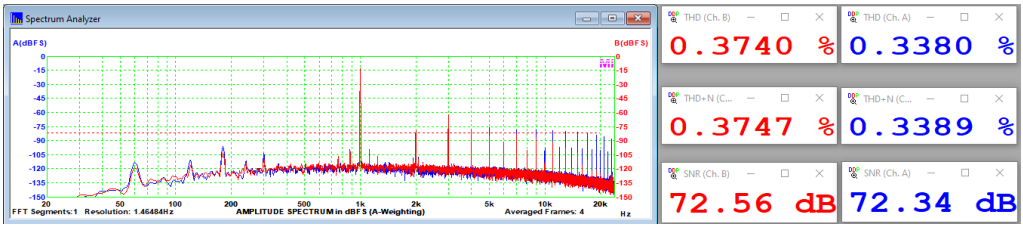
Distorção harmônica Total a 1W/4Ω/10kHz



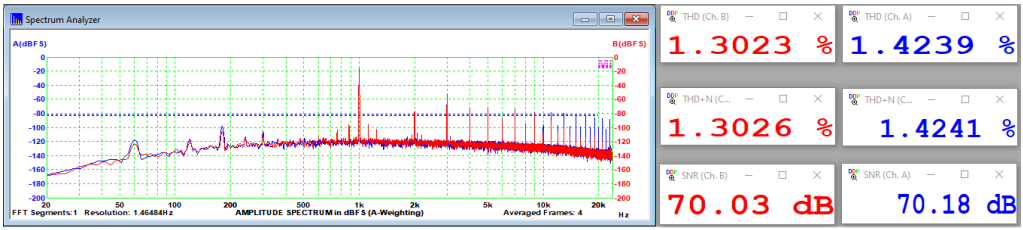
Percebe-se a distorção com altas taxas em frequências baixas, que cresce conforme estas diminuem. É comportamento típico desses equipamentos e uma de suas principais limitações.

Aumentando-se a potência, temos o seguinte comportamento da distorção harmônica:

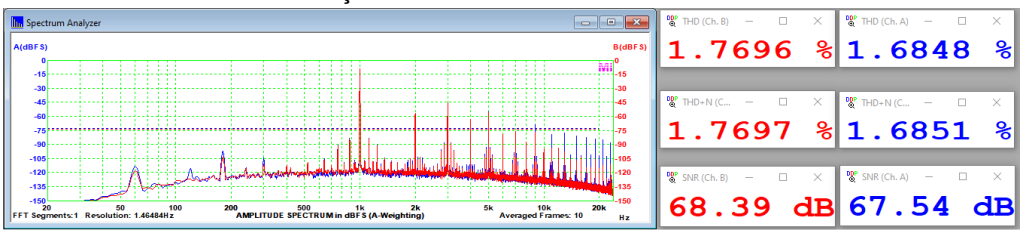
Distorção Harmônica Total a 10W/8Ω/1kHz



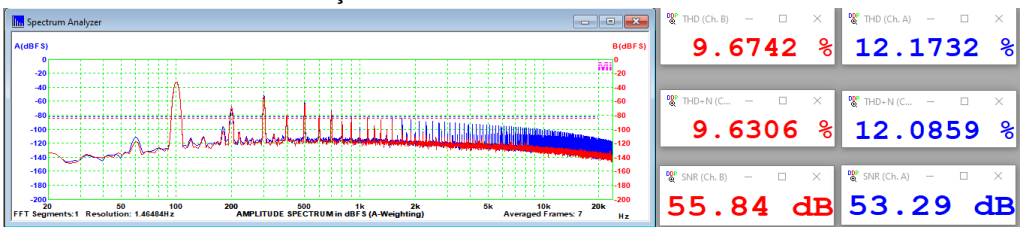
Distorção Harmônica Total a 10W/4Ω/1kHz



Distorção Harmônica Total a 25W/8Ω/1kHz



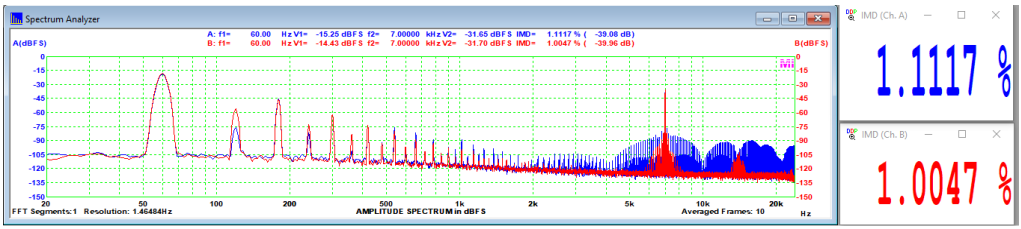
Distorção Harmônica Total a 10W/8Ω/100Hz



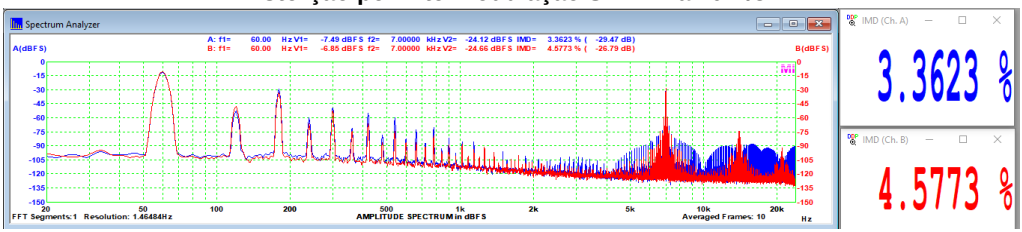
Observamos que o comportamento da distorção melhora um pouco, com o aumento da potência.

Quanto à distorção por intermodulação, temos:

Distorção por Intermodulação SMPTE a 1W/8Ω

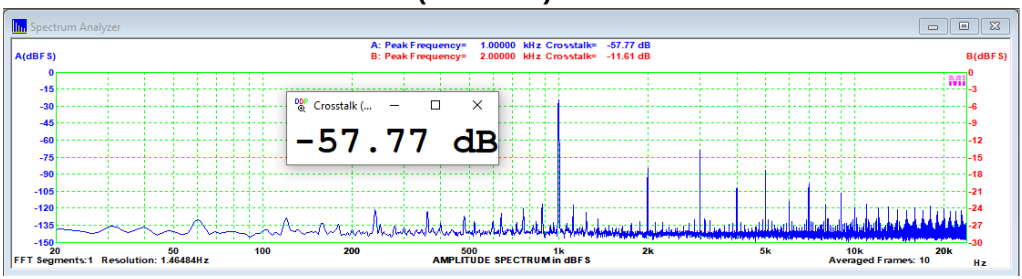


Distorção por Intermodulação SMPTE a 20W/8Ω



Valores até razoáveis, se considerarmos o contexto geral. E a diafonia mostrou-se normal também. Um bom valor.

Diafonia (crosstalk) a 1W/8Ω/1kHz



Com isso encerramos as medidas técnicas, que mostram que reforçadores do tipo têm realmente muitas limitações. A distorção e a capacidade limitada de reprodução de baixas frequências são as mais evidentes.

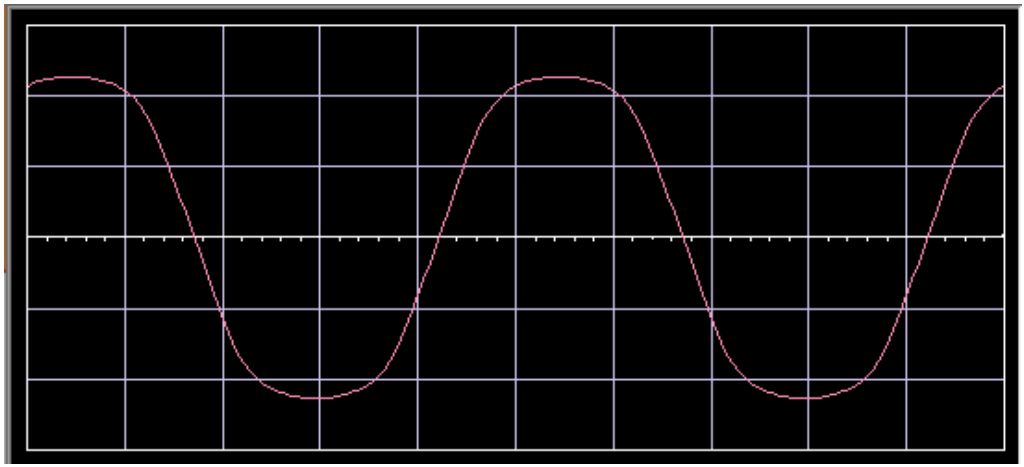
Essas limitações decorrem da simplicidade do projeto, como também da sua necessidade de ser de tamanho e de ter preço razoável, para o ambiente onde ficarão instalados. Até o amadurecimento tecnológico das fontes comutadas (SMPS) para o mercado consumidor automotivo, era uma das poucas opções razoáveis disponíveis para a obtenção de mais potência dentro dos automóveis. Entretanto, resta a questão acerca de como ouvíamos isso, na época, e não achávamos tão ruim?

Podemos dizer que, somadas às demais deficiências no ambiente acústico de um automóvel, essas distorções e limitações eram, e ainda são, “passáveis”, até certo ponto, pois temos conosco um elemento que é bastante tolerante a certos tipos de distorção e também é limitado: o nosso ouvido.

Apenas para mostrar um exemplo, a distorção do SB220 em 100Hz, a aproximadamente 10W, em 8Ω, foi medida entre 10% e 12%, mais ou menos, na curva de ponderação A. Vejamos como é esta senoide distorcida a dez por cento, no domínio do tempo (ela está em rosa, no centro, abaixo, é a soma das saídas balanceadas):



Vejamos agora como seria uma senoide, com os mesmos dez por cento de distorção, porém, por ceifamento, ou seja, o que é comum nos amplificadores modernos:



Podemos observar que o efeito de saturação dos componentes magnéticos do reforçador testado, entre outras deficiências, produz uma forma de onda bem menos achatada e muito mais parecida com uma senoide perfeita. No ceifamento, ela será tão desagradável quanto a do amplificador mais sofisticado, mas, até alcançá-lo, nessa faixa de frequências, não parecerá tão ruim, em comparação.

Nossos ouvidos, em tese, não perceberão de forma clara essas diferenças e, aliás, creio que nenhuma das duas distorções, no contexto da dinâmica de uma música moderna, será bem percebida.

Antenna, em suas edições impressas, tentou medir características objetivas desses equipamentos, mas desistiu, citando as inúmeras limitações observadas no desempenho deles. Limitou-se a fazer análises subjetivas e descritivas de alguns equipamentos, inclusive mais modernos, com configurações em ponte sem transformador (BTL).


Uma dica na base da bronca: a Bravox lançou no mercado um amplificador para automóvel que marca a sua estréia no setor dos "eletrônicos". O SPA 80 possui um VU duplo indicando a potência de saída (82 W RMS totais), chave inversora de canais e controles de graves e agudos separados. Só

BRAVOX SPA-80

continuamos reclamando de um detalhe com relação a este tipo de equipamento: por que os fabricantes destes amplificadores (Bravox, Infinity, Cash Box, Ger-Som, Rallye, e outros) não prevêem uma entrada de baixo nível? Aqueles que quisessem um som mais puro, sem as distorções do amplificador do auto-rádio, fariam a modificação retirando o sinal antes da entrada do estágio de áudio do rádio (saída do detector ou do pré do toca-fitas). Fica a nossa sugestão.

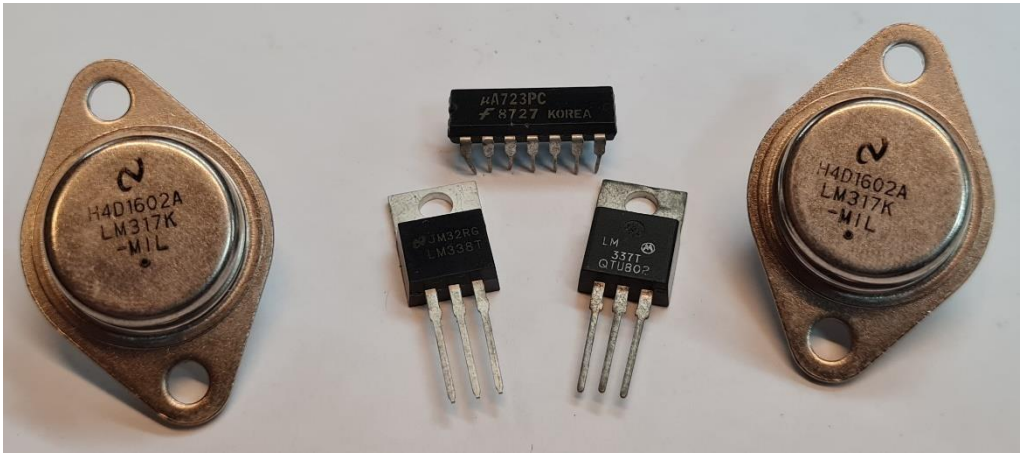
Podemos entender o porquê, com base nos resultados apresentados acima, e também a cobrança para que os equipamentos tivessem entradas de baixo nível de sinal, o que poderia aumentar bastante a qualidade sonora, mas, de uma certa forma, aumentaria muito o custo para a demanda de um público não muito preocupado, ou consciente, dos problemas apontados.

Vejam na coluna ao lado, da época, uma das cobranças citadas, com uma foto do (bonito) reforçador automotivo da Bravox.

Podemos concluir de todo o exposto, que nossos ouvidos muitas vezes nos pregam peças, e nos ajudam a tornar a vida mais agradável de se escutar.

Um bom Natal e boas entradas para todos!

Projeto de Fonte de Alimentação em Corrente Contínua (conversor CA/CC) Com Regulador Linear - Parte XII



Álvaro Neiva*

Regulação II

Ampliando a Capacidade de Tensão, Corrente e Potência de Reguladores Lineares Integrados.

Até agora, o elemento em série do regulador foi um seguidor de emissor, como mostrado na figura a seguir:

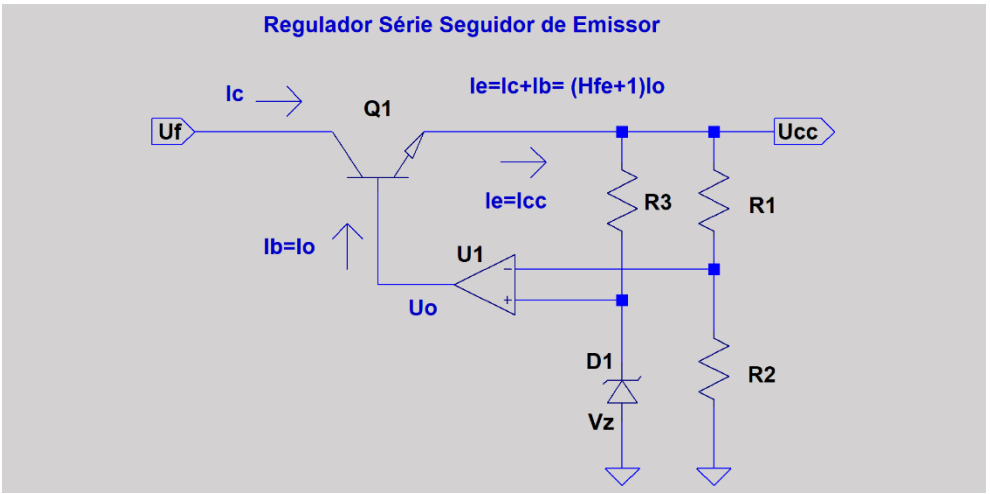


Fig.1

***Engenheiro Eletricista**

A tensão de saída do amplificador de erro (U_o) tem que ser maior que $U_{CC}+V_{BE}$. Isso reduz a eficiência da fonte.

A maioria dos reguladores integrados é uma realização em silício dos circuitos até aqui apresentados, com maior uso de amplificadores diferenciais e mais transistores, aproveitando a sua facilidade de construção durante a integração da pastilha.

Mas é possível uma outra configuração, com queda de tensão possivelmente menor sobre Q1 ao conduzir a corrente máxima.

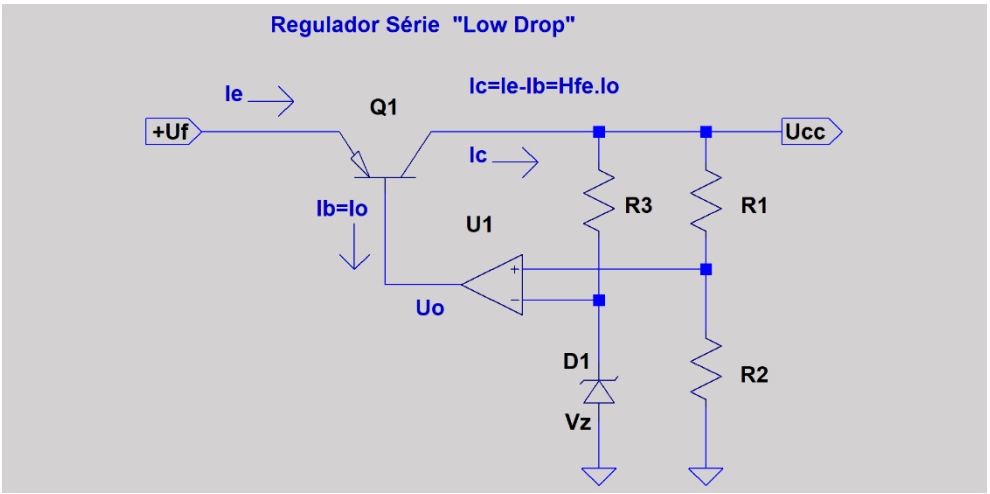


Fig. 2

Nessa configuração, U_{CC} pode chegar a $U_f - V_{ceQ1sat} < U_f-(U_O+V_{BE})$ e a dissipação média deve se reduzir. A redução real da dissipação vai depender da diferença mínima entre U_{CC} e U_O que o amplificador permitir.

Observem que o sentido de Ib se inverte e Q1 vai funcionar em emissor comum e não mais em coletor comum (como seguidor de emissor), tornando necessária uma inversão de polaridade no amplificador de erro.

A realimentação negativa mantém a impedância de saída da fonte baixa devido ao aumento de ganho do amplificador de erro, causado pelo transistor de passagem funcionar em emissor comum, apesar da saída por coletor ter alta impedância.

Para projetar o circuito de proteção contra curto, nessa configuração, precisamos nos lembrar da inversão de sentido da corrente de base do estágio de saída. O amplificador de erro pode ser, por exemplo, o existente num regulador integrado já existente, ou mesmo um circuito dedicado, discreto ou integrado.

Usando um regulador integrado de uso geral, como o mostrado na figura 3, a tensão V_{CE} do transistor de passagem vai ser $-(V_{DROP}+V_{BE})$, um valor negativo, já que Q1 é pnp, onde V_{DROP} é a tensão mínima sobre o regulador, mas $V_{DROP} > 2V$ numa boa parte dos casos e isso vai impedir uma redução significativa da dissipação no transistor de passagem. Mas existem reguladores otimizados para ter $V_{DROP} < 1V$, ou então podemos projetar um circuito otimizado dessa forma.

Aparentemente, a única vantagem do circuito na figura 3 vai ser o aumento de capacidade de corrente da fonte acima da permitida apenas pelo regulador integrado. A corrente de saída vai ser $(H_{FE}+1)I_{reg}$, ou podemos considerar a corrente no regulador reduzida pelo ganho de corrente H_{FE} do transistor de passagem. Mas ao pensarmos na proteção contra curto ou sobrecarga, tanto outras dificuldades quanto vantagens vão aparecer.

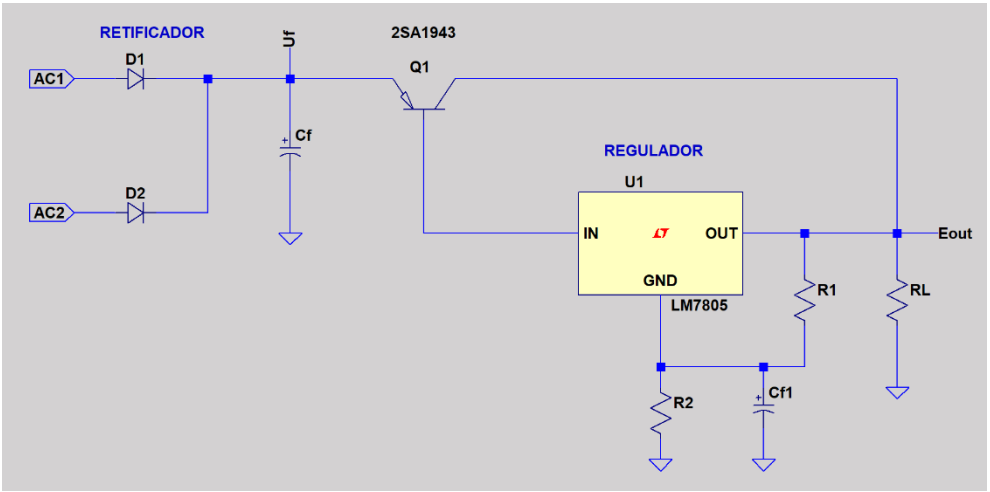


Fig. 3

Nessa configuração, em caso de curto-circuito, a limitação de corrente do regulador integrado não vai ser de muita valia porque:

I. A limitação da corrente de saída vai depender do ganho de corrente do transistor de passagem, que tem enorme variação de uma unidade para a outra;
II. O valor da corrente limite do regulador integrado também costuma ser fixo e pode ser inadequado para limitar a corrente de coletor de Q1 no valor desejado, mesmo quando usamos unidades em paralelo.

Precisaremos adaptar o circuito de limitação, para conseguir ajustar sua corrente limite ao valor que desejarmos. Isso foi feito no circuito abaixo:

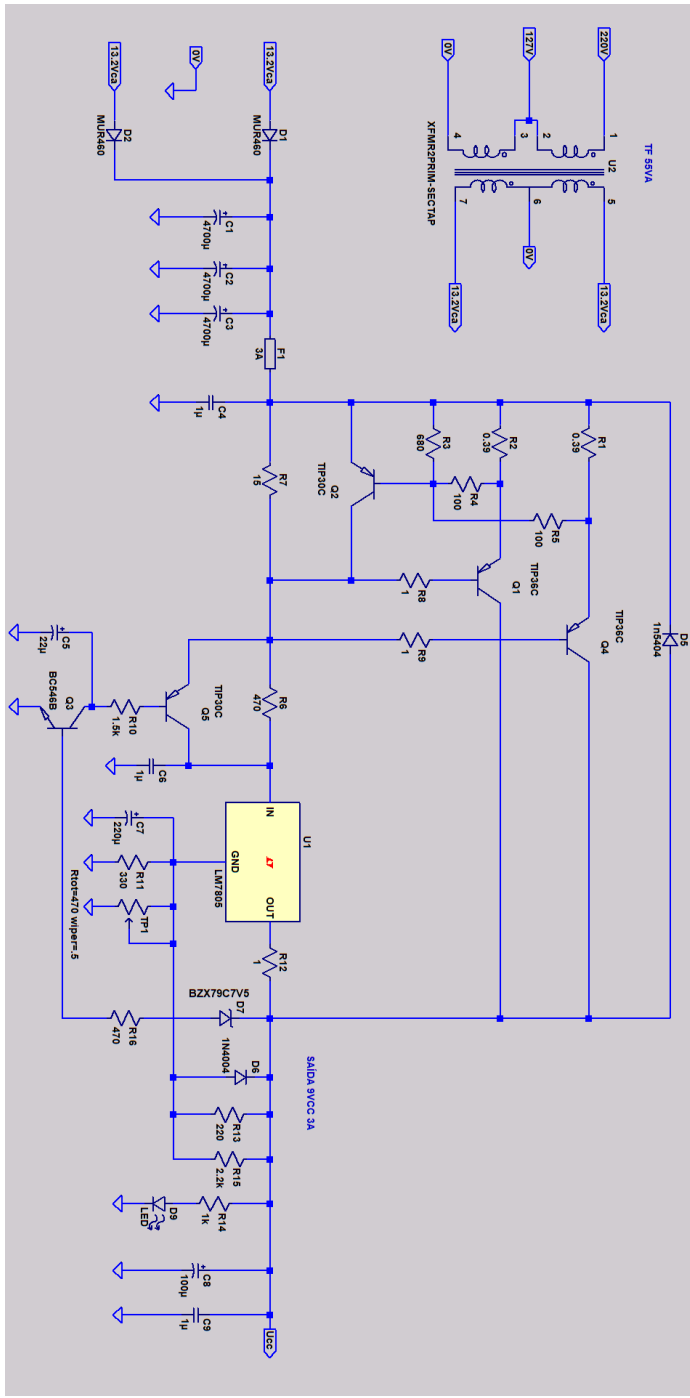

0V
127V
220V
XFMR2PRIM-SECTAP
TF 50VA
U2
13.2Vca
D1
MUR460
D2
MUR460
C1
4700µ
C2
4700µ
C3
4700µ
F1
3A
C4
1µ
R1
0.39
R2
0.39
R3
680
R4
100
R5
100
R7
15
Q2
TIP30C
Q1
TIP36C
Q4
TIP36C
D5
1N4004
R8
1
R9
1
C5
22µ
Q3
BC546B
R10
1.5k
Q5
TIP30C
R6
470
C6
1µ
U1
LM7805
IN
GND
OUT
C7
220µ
R11
330
TP1
Rtot=470 wiper=.5
R12
1
BZX79C7V5
D7
R16
470
1N4004
D6
SAÍDA 9VCC 3A
R13
220
R15
2.2k
D9
LED
R14
1k
C8
100µ
C9
1µ
Ucc

Fig. 4

No exemplo acima, isso será feito pelo transistor Q2 e resistores R1, R2, R3, R4 e R5, usados como nos outros reguladores analisados na série.

A novidade vai ser o uso dos transistores Q3 e Q5 para limitar a corrente no regulador e nos transistores de passagem na condição de curto, permitindo a separação entre os valores de I_{cc} e I_{lim}, como num circuito "foldback", para reduzir a dissipação na condição de curto-circuito.

Ao energizar o circuito, o capacitor C5 de 22uF se carrega através de R10 e da junção BE do transistor Q5, saturando esse último e fazendo um "by-pass" do resistor R6, o que vai permitir que a tensão de saída possa alcançar logo seu valor nominal, fazendo o transistor Q3 saturar e mantendo o by-pass do resistor R6, enquanto a tensão de saída for maior que a tensão do diodo Zener D7 mais a V_{BE} de Q3.

Caso um curto-circuito leve a tensão de saída a zero, os transistores Q3 e Q5 entram em corte e o resistor R6 limita ainda mais a corrente de base dos transistores de passagem e através do regulador. Isso vai reduzir a dissipação a valores bem baixos e com o auxílio do resistor R7, cortar os transistores de passagem.

Então podemos usar as expressões a seguir para determinar R6 e R7:

$$(U_{rmax} - 3V) \cdot \frac{R7}{(R6 + R7)} < 0{,}6V$$

$$\frac{(U_{rmin} - 3V)}{(R6 + R7)} > I_{min} \cong 20mA$$

$U_{rmax} = tensão\ retificada\ de\ entrada\ máxima;$
$U_{rmin} = tensão\ retificada\ de\ entrada\ mínima;$
$I_{min} = corrente\ mínima\ de\ saída$

O resistor R12 vai estabilizar o circuito para cargas capacitivas e ausência de carga externa à fonte.

Por ser um circuito realimentado, usar capacitâncias muito grandes após o regulador é pouco eficaz para o funcionamento em frequências baixas e pode trazer instabilidade em frequências altas, mas um valor perto de 100µF vai melhorar a resposta a variações bruscas de corrente.

O circuito aceita bem capacitores na faixa de 10µF a 10000µF. A ondulação na saída irá variar entre $1mV_{rms}$ e $0{,}8mV_{rms}$.

Os resistores R8 e R9 ajudam a evitar instabilidades em alta frequência.

Essa configuração vai funcionar bem com valores fixos da tensão de saída.

Podem ser usados reguladores da série 78xx ou LM317.

Os transistores de potência devem ter dissipadores adequados e podem dissipar até 13W cada, com tensão de entrada alta (+10%). Foi considerada uma variação da rede de +10% -15%.

Ondulação e ruído devem ficar abaixo de 1mV$_{rms}$.

Para uma versão com tensão de saída negativa, basta usar o regulador e os transistores complementares aos da versão positiva. Bem como trocar a polaridade dos retificadores e capacitores eletrolíticos, claro.

Reguladores lineares tradicionais

µA723

Um dos primeiros circuitos integrados reguladores foi o µA 723 da Fairchild, depois também oferecido pela Texas como LM723C e por outros fabricantes:

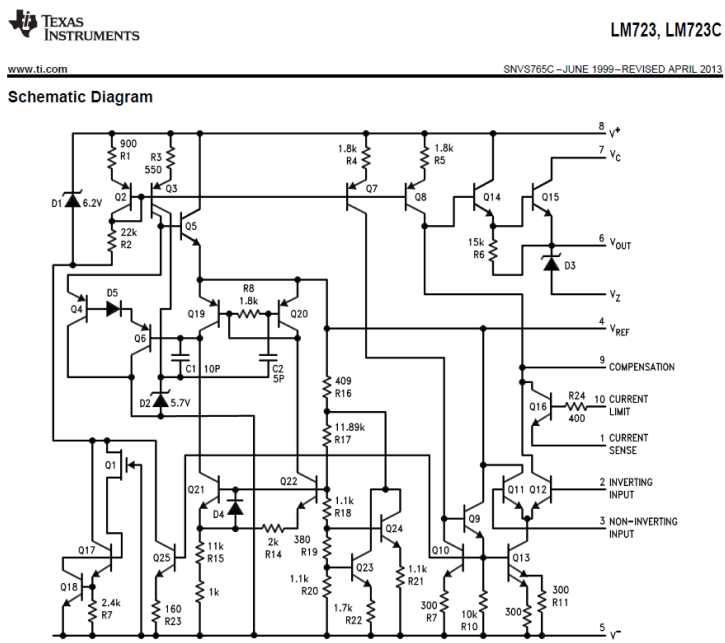
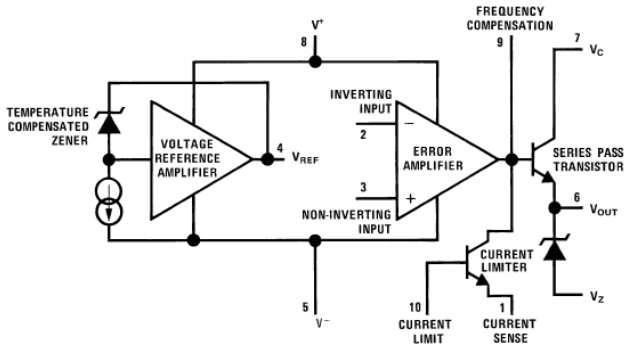


Fig. 4

Observando o diagrama fornecido pelo fabricante, podemos identificar um amplificador diferencial, formado por Q11 e Q12, um par Darlington para controlar a corrente de saída formado por Q14 e Q15, uma dupla fonte de corrente constante formada pelos transistores Q7 e Q8 que tem a tensão em suas bases fixada pela tensão na base de Q2 e Q3, mais um complexo regulador para a tensão V_{REF}, fixada em 7,15V +-0,35V, e a corrente de emissor do amplificador diferencial.

Na figura 5, temos um diagrama em blocos simplificado do circuito integrado.

Equivalent Circuit*



*Pin numbers refer to metal can package.

Fig. 5

Podemos observar a inclusão de um transistor para limitação de corrente no transistor de passagem, implementando com auxílio de poucos componentes externos, limitadores dos tipos já discutidos anteriormente nas outras edições.

Connection Diagram

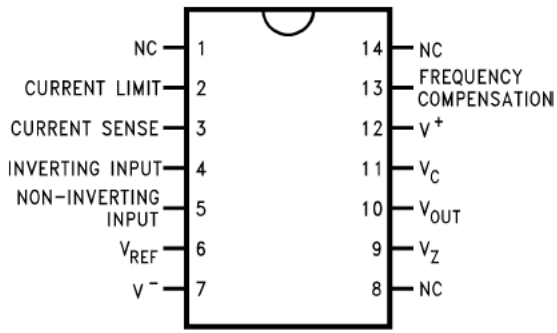
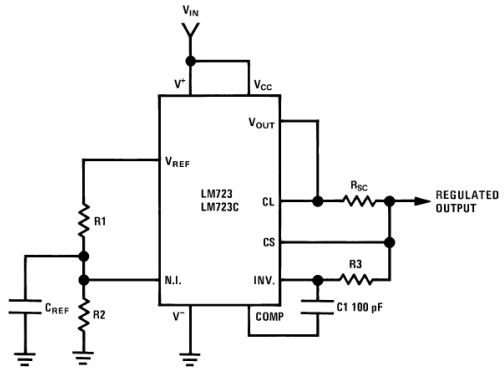


Fig. 6

Exemplos de aplicação

1. Regulador positivo usando o transistor de passagem interno.

Typical Application



Note: $R3 = \frac{R1\,R2}{R1 + R2}$
for minimum temperature drift.

Typical Performance

Regulated Output Voltage	5V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	0.5mV
Load Regulation (ΔI_L = 50 mA)	1.5mV

Fig. 7

Configuração para tensão de saída $U_{CC} < V_{REF}$.

Filtrar a tensão de referência usando o capacitor C_{REF}, vai reduzir o ruído na saída.

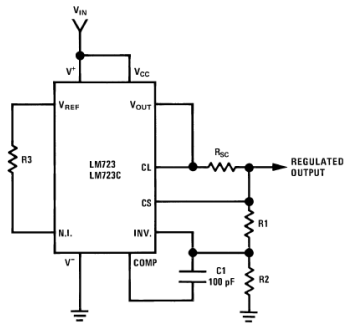
Essa configuração de circuito será adequada para pequenas correntes.

Para essa configuração, vamos usar as expressões abaixo para determinar a corrente máxima e tensão de saída.

$$U_{CC} = \frac{R2}{(R1 + R2)} \cdot V_{REF}$$

$$I_{lim} = \frac{0{,}6V}{R_{sc}}$$

TYPICAL APPLICATIONS



Note: R3 = $\frac{R1\,R2}{R1 + R2}$
for minimum temperature drift.
R3 may be eliminated for minimum component count.

	Typical Performance
Regulated Output Voltage	15V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	1.5 mV
Load Regulation (ΔI_L = 50 mA)	4.5 mV

Fig. 8

Configuração para U_{CC}> V_{REF}.

Filtrar também a tensão de referência usando um capacitor C_{REF}, como no exemplo anterior, vai reduzir o ruído na saída.

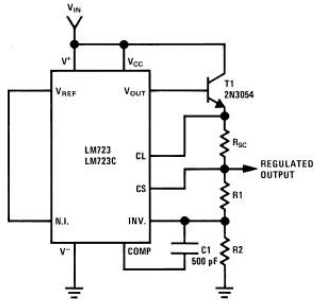
Essa configuração de circuito será também adequada para pequenas correntes e vamos usar as expressões abaixo para determinar a corrente máxima e tensão de saída.

$$I_{lim} = \frac{0{,}6V}{R_{sc}}$$

$$U_{CC} = \frac{(R1 + R2)}{R2} \cdot V_{REF}$$

Reparem nas observações sobre R3 na figura 8.

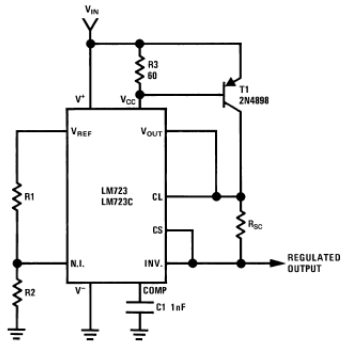
2. Regulador com transistor de passagem externo NPN, saída 15V 1A



Typical Performance

Regulated Output Voltage	+15V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	1.5 mV
Load Regulation (ΔI_L = 1A)	15 mV

Fig. 8



Typical Performance

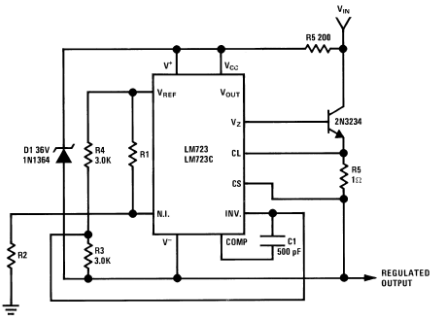
Regulated Output Voltage	+5V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 3V)	0.5 mV
Load Regulation (ΔI_L = 1A)	5 mV

Fig. 9

Aqui, o transistor de passagem externo forma um transistor composto PNP-NPN com o transistor interno.

Nesse exemplo, como a tensão de saída é menor que a da referência interna, o amplificador de erro trabalha com 100% de realimentação e ganho unitário, deixando ajuste da tensão de saída para o divisor de tensão formado por R1 e R2.

3. Regulador flutuante para aumentar a tensão de saída além de 37V.



Typical Performance

Regulated Output Voltage	+50V
Line Regulation (ΔV_{IN} = 20V)	15 mV
Load Regulation (ΔI_L = 50 mA)	20 mV

Fig. 10

Nessa configuração, vamos determinar a tensão de saída usando as expressões abaixo, obtidas considerando que o ganho do amplificador de erro seja suficiente para forçar que a tensão na entrada inversora seja aproximadamente igual à existente na entrada não-inversora.

Considerando:

$$U_{ninv} = tensão\ na\ entrada\ não\ inversora$$
$$U_{inv} = tensão\ na\ entrada\ inversora$$
$$U_{cc} = tensão\ de\ saída\ regulada$$

Então

$$U_{ninv} = \left(V_{ref} + U_{cc}\right) \cdot \frac{R2}{(R1 + R2)} = \frac{V_{ref} \cdot R2}{(R1 + R2)} + \frac{U_{cc} \cdot R2}{(R1 + R2)}$$

$$U_{inv} = \frac{V_{ref} \cdot R3}{(R3 + R4)}$$

Igualando:

$$U_{ninv} = U_{inv}$$

Então

$$U_{cc} = \frac{V_{ref} \cdot [R3 \cdot (R1 + R2) - (R3 + R4) \cdot R2]}{(R3 + R4) \cdot R2}$$

LM317/337

Um dos mais usados reguladores integrados, oferece características muito boas de regulação, proteção contra sobrecorrente e superaquecimento já integrada e com baixo ruído.

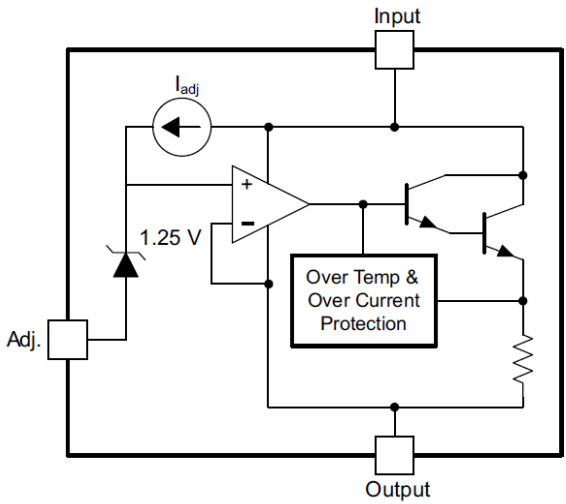


Fig. 11

O ganho do amplificador de erro fará a tensão entre os terminais Output e Adj. ser mantida em 1,25V devido à realimentação de 100% que transforma o amplificador de erro e os transistores de passagem num buffer de ganho unitário para a tensão de referência gerada internamente.

Usando isso, podemos gerar uma corrente constante colocando um resistor entre os dois terminais, a qual pode ser usada para ajustar a tensão entre a saída e o 0V do circuito da fonte (R2 na figura 12).

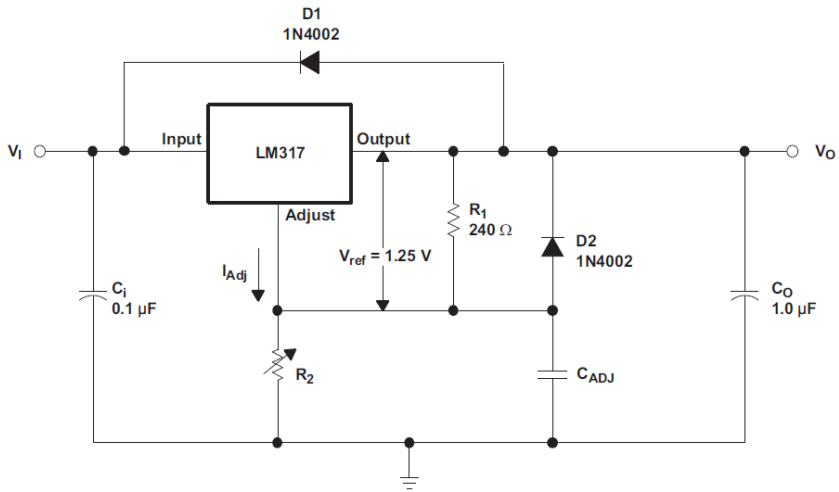


Fig. 12

$$V_O = V_{REF} (1 + R2 / R1) + (I_{ADJ} \times R2)$$

O capacitor C_{ADJ} deve ser usado para filtrar o ripple residual vindo da ondulação da tensão de entrada e presente na corrente I_{ADJ}.

A impedância de C_{ADJ} na frequência de 120Hz (para rede de 60Hz e retificação de onda completa) deve ser muito menor que a resistência de R2.

Finalizando

Esses reguladores são muito práticos e fáceis de usar para pequenas correntes (<0,2A), tensões fixas e potência dissipada no regulador menor que 2W.

Para potências fornecidas maiores que uns 50W, o uso dos reguladores lineares (amplificadores de CC com realimentação negativa) implica em grandes dissipadores e/ou ventilação forçada que tornam seu uso bastante inconveniente e custoso.

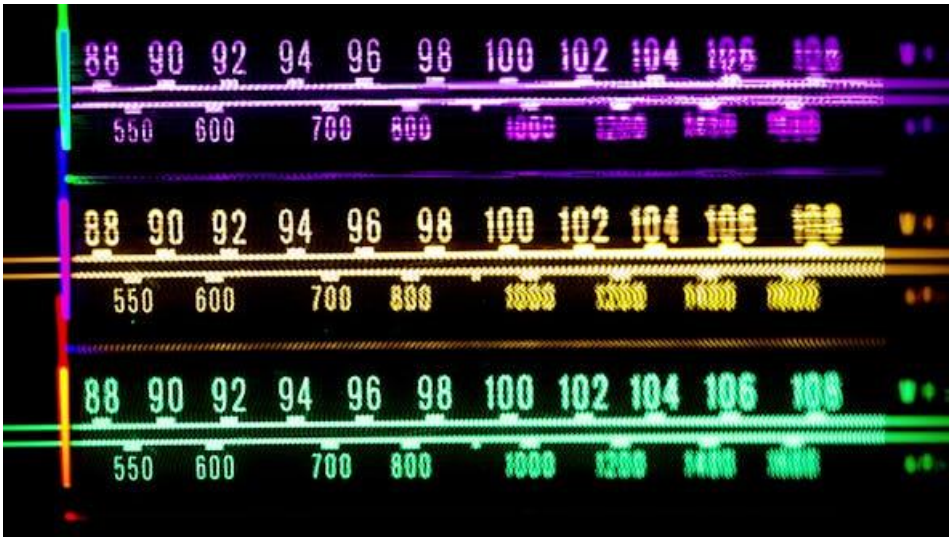
Para atender a essas demandas com maior eficiência, menor espaço ocupado, menor peso e custo, foram desenvolvidas nas décadas de 60 e 70 do século passado as **fontes com reguladores em modo chaveado**.

Mas esse será o tema de outra série sobre fontes! Até lá!

Referências:

15. MILLMAN, Jacob; HALKIAS, Christos. **ELECTRONIC DEVICES AND CIRCUITS**. 1ª edição. International Student Edition: McGraw-Hill Kogakusha LTD; 1967.
16. BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. **DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS E TEORIA DE CIRCUITOS**. 11ª edição. Pearson Education do Brasil LTDA; 2013.
17. BOHN, Dennis et al. **AUDIO HANDBOO**K. 1ª edição. National Semiconductor Corporation; 1976.
18. CIPELLI, ANTONIO MARCO VICARI; SANDRINI, WALDIR JOÃO. **TEORIA E DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS DE CIRCUITOS ELETRÔNICOS**. 4ª edição. Distribuidora de Livros Érica LTDA; 1980.
19. National Semiconductor Corporation. **NATIONAL POWER IC'S DATABOOK**; 1995.
20. Catálogo 2009 Dissitec.

Fundamentos de Eletrônica – Parte XI



Alfredo Manhães*

Transmissão de Ondas de Rádio

O artigo anterior apresentou o relé, dispositivo eletromagnético que tem aplicação em diversos circuitos eletrônicos. Desta vez, iremos abordar a transmissão de ondas de rádio, assunto importante em eletrônica.

As Ondas de Rádio

As ondas eletromagnéticas são oscilações que transportam energia e têm origem nos campos elétricos e magnéticos variáveis.

São ondas tridimensionais e transversais que podem se propagar tanto em meios materiais quanto no vácuo, trafegando por estes meios na velocidade da luz, como mostrado pelos estudos de James Clerk Maxwell, que foram apresentados na edição de outubro/2021.

As ondas de rádio podem se propagar no vácuo, sendo utilizadas para promover a conexão entre dois pontos que não estão interligados fisicamente.

A invenção desta forma de comunicação é atribuída ao físico alemão Heinrich Hertz, que produziu artificialmente as primeiras ondas de rádio em 1887.

***Mestre em Engenharia da Computação**

Por volta de 1894, o engenheiro italiano Guglielmo Marconi desenvolveu um dispositivo que se baseava nas ondas de rádio para comunicações a longa distância, criando, assim, o telégrafo sem fio, patenteado por ele em 1895.

Dois anos antes, aqui no Brasil, o padre Landell de Moura realizava experimentos similares, apresentando também seu dispositivo de transmissão de ondas de rádio, em 1893, conforme descrito em Antenna de novembro de 2021.

Marconi realizou sua primeira transmissão telegráfica em 1899, enviando uma mensagem pelo Canal da Mancha, entre a França e a Inglaterra.

Em 1901, conseguiu transmitir uma mensagem por Código Morse, que atravessou o Oceano Atlântico, indo da Inglaterra até o Canadá.

Com o passar dos anos os dispositivos eletrônicos foram se aperfeiçoando e utilizando as ondas de rádio não apenas para telegrafia sem fio, mas também em radiodifusão, transmissões telefônicas, sistemas de radar, televisão, etc.

Características das Ondas de Rádio

As ondas de rádio possuem as características de qualquer onda eletromagnética, ou seja, amplitude (**A**), comprimento de onda (**λ**), frequência (**f**) e velocidade (**v**). Para se calcular a velocidade de uma onda, utiliza-se a equação:

$$v = f * \lambda$$

Uma outra característica importante é forma como elas se propagam. Ondas de rádio propagam-se tridimensionalmente, são transversais e suas radiações **não são** ionizantes.

As ondas de rádio ocupam uma faixa do espectro eletromagnético na região de frequência de 3 kHz a 300 GHz.

Elas podem ser geradas tanto de forma artificial, como as provenientes dos aparelhos de transmissão, quanto por fenômenos naturais como é o caso da aurora boreal ou pelas ondas transmitidas por corpos celestes.

A utilização das ondas de rádio é bastante variada, como pode ser visto na tabela 1, que mostra algumas aplicações tecnológicas por faixa de frequência.

Tabela 1 – APLICAÇÕES DAS ONDAS DE RÁDIO

Aplicação	Frequência
Rádio AM	1.000 KHz
Rádio FM	100 MHz
TV digital	300 MHz
Telefonia móvel	500 MHz
Satélites (GPS)	1 GHz
Sistema de Radar	10 GHz

Fatores que influenciam a transmissão de rádio

O local de onde é feita a transmissão tem influência direta na propagação das ondas de rádio. A radiação solar é menos intensa em áreas próximas às regiões polares. Como a densidade dos elétrons é menor na ionosfera, esta camada atmosférica age como um refletor (figura 1) para as ondas de rádio, fazendo com que elas sejam refletidas a longas distâncias.

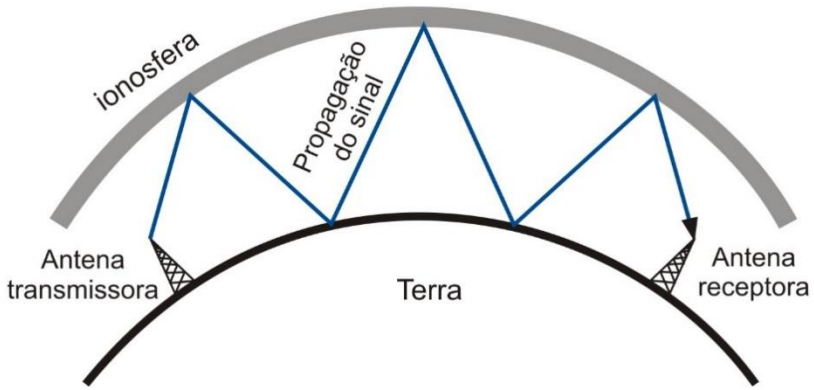


Figura 1 – A ionosfera influencia na transmissão das ondas de rádio.
FONTE: Todo Estudo - Ionosfera

A temperatura ambiente também é um fator importante para a propagação das ondas de rádio. Isso ocorre porque no inverno a ionosfera tem carga elétrica menor (fica menos ionizada) e absorve menor parcela das ondas, permitindo que elas sejam refletidas e com melhor difusão. As faixas de frequência mais afetadas pela ionosfera são as abaixo de 250MHz, já as frequências mais altas, em torno de 21.500 kHz, são as que necessitam de maior ionização da ionosfera, sendo mais bem propagadas, e em maiores distâncias, nos dias mais quentes.

Alguns fenômenos climáticos, como a chuva e a formação de granizo, também podem afetar a propagação das ondas de rádio. As gotas de chuva agem como isolante eletromagnético, diminuindo o alcance da onda. A queda de granizo pode interferir como agente atenuador da transmissão, dependendo do tamanho e densidade das pedras.

O ruído é outro elemento que pode influenciar na transmissão e recepção de ondas de rádio. Em cidades com alto índice de urbanização o sinal transmitido pode sofrer atenuação e incorporar ruído a ponto de o sinal tornar-se ininteligível.

Um fator que deve ser observado num sistema de transmissão de ondas de rádio é a potência de saída do transmissor. Esse dispositivo precisa ser projetado na forma adequada às características do local e do tipo de transmissão, sendo fundamental para que o sinal transmitido atinja o receptor desejado.

Circuito Oscilador

Um sistema típico de uma transmissão de rádio pode ser visto na figura 2, onde são mostrados os elementos usuais que atuam no processo.

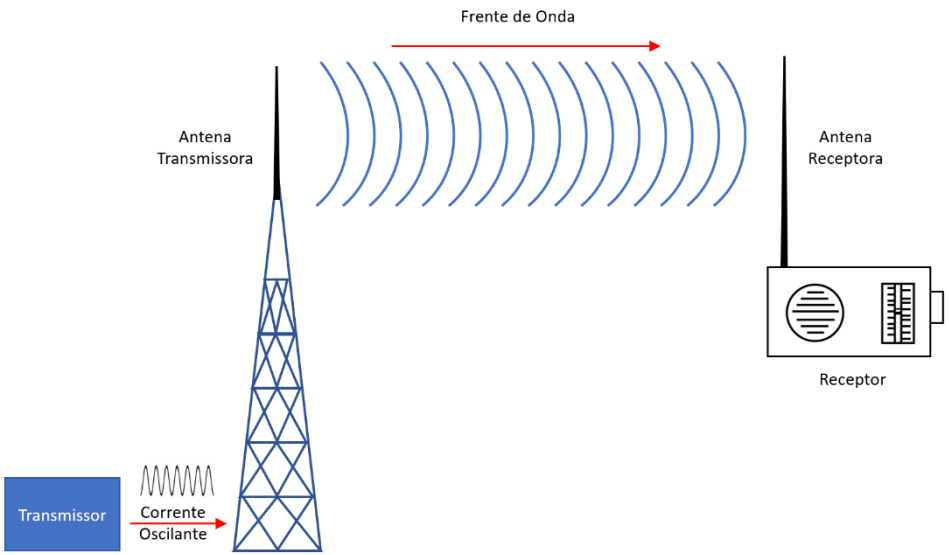


Figura 2 – Esquema de transmissão e recepção de ondas de rádio.

A figura 3 mostra o processo de transmissão, que começa pelo sinal sonoro produzido pelo locutor da rádio, passa por diversos dispositivos e vai até a antena transmissora.

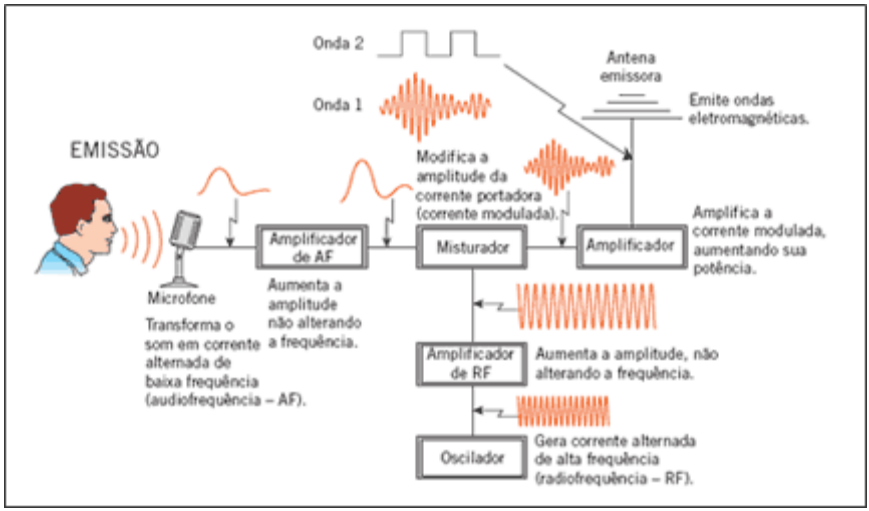


Figura 3 – Processo de transmissão de uma onda de rádio.

Um dos integrantes desta cadeia é o oscilador, um circuito que está presente em inúmeros equipamentos que transmitem ondas de rádio. Seu funcionamento baseia-se na conversão da variação de corrente elétrica em oscilações, com determinada frequência, o que resulta na geração de ondas com um certo formato e comprimento. A figura 4 mostra algumas formas de onda típicas geradas por osciladores.

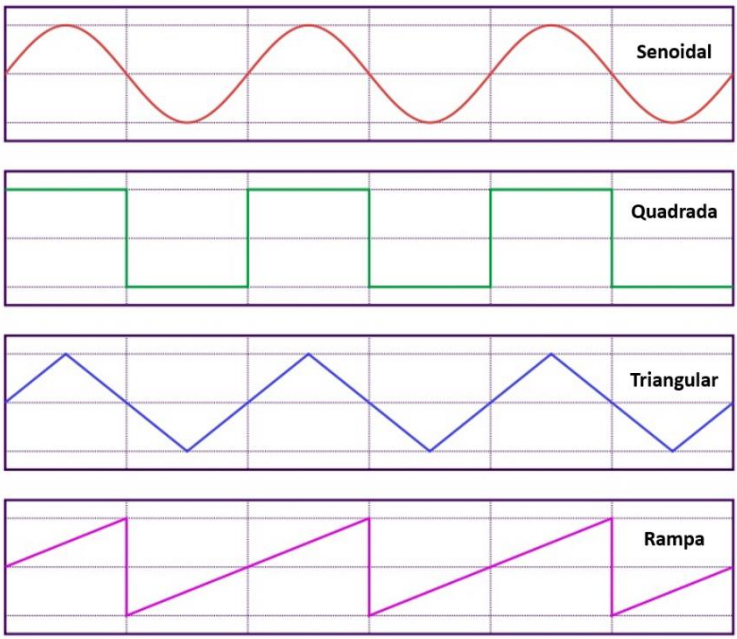


Figura 4 – Formas de onda geradas por osciladores.

O diagrama mostrado na figura 5 apresenta a sequência de funcionamento de um circuito oscilador LC (indutivo-capacitivo), cujos elementos principais são um indutor (L) e um capacitor (C).

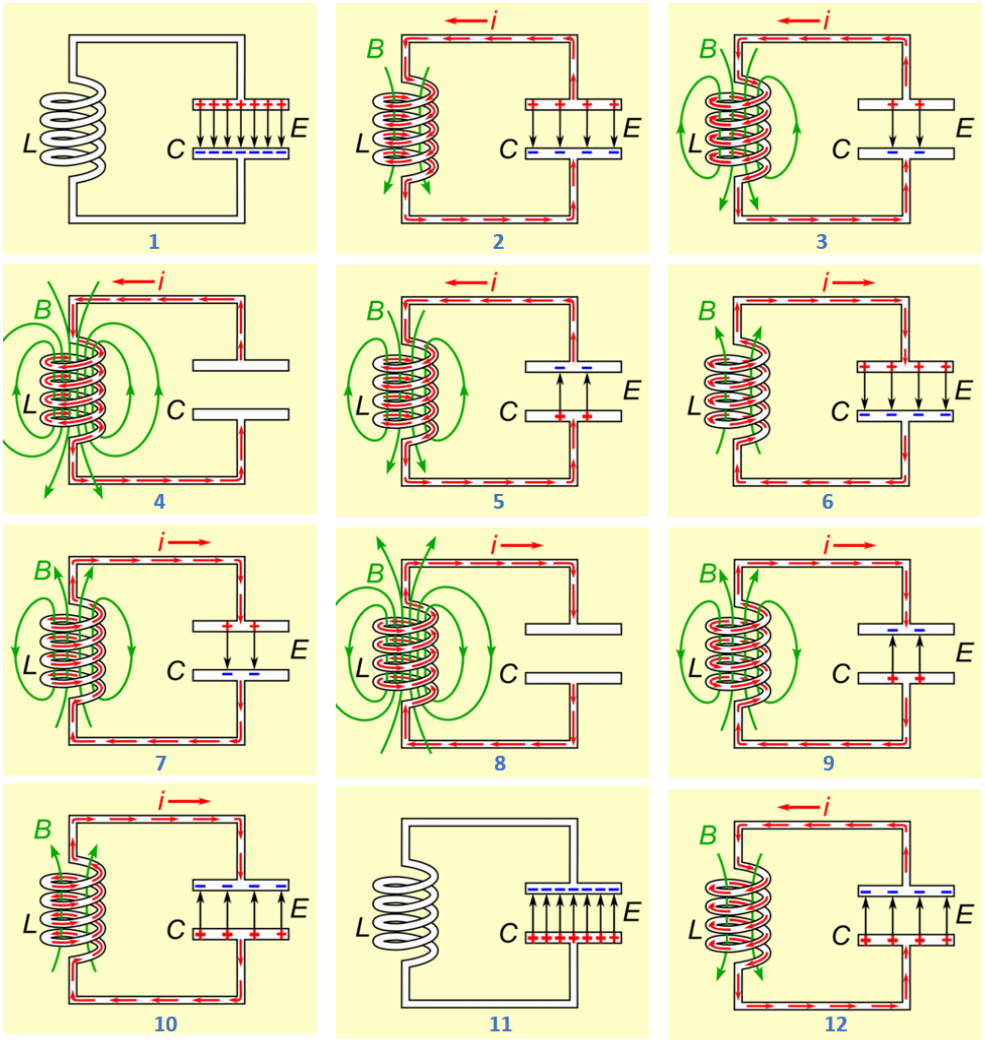


Figura 5 – Circuito Oscilador LC simples.

O capacitor **C** armazena cargas em suas placas, produzindo um campo elétrico **E** e o indutor **L** armazena energia em suas espiras, produzindo um campo magnético **B**. Na medida em que a corrente circula entre o indutor e o capacitor, verificamos que a corrente inverte seu sentido continuamente, provocando assim uma oscilação contínua no circuito.

Esta oscilação produz uma frente de onda com certo comprimento e frequência, que poderá ser transmitida por uma antena e captada por um receptor. A figura 6 mostra um kit para montagem de um circuito oscilador LC.



Figura 6 – Oscilador LC.

A figura 7 mostra o processo de recepção de uma onda de rádio, que começa na antena receptora e vai até o ouvinte da rádio, passando por diversas etapas necessárias à decodificação do sinal, de forma a torná-lo audível.

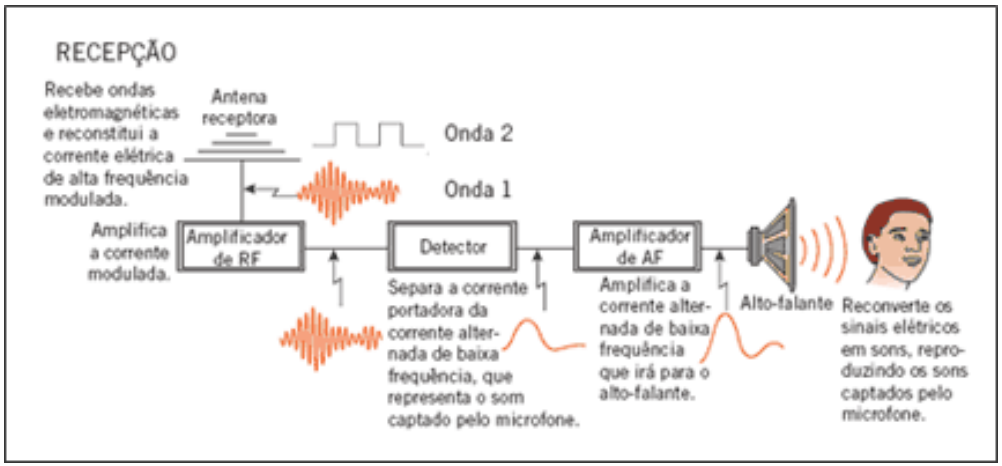


Figura 7 – Processo de recepção de uma onda de rádio.

Espectro radioelétrico

As ondas de rádio estão compreendidas na faixa de frequências que vai de 3 kHz (3.10^3 Hz) até 300 GHz (300.10^9 Hz), o denominado **espectro radioelétrico**. Ele é dividido em diversas categorias, cada qual operando em comprimentos de onda e faixas de frequência distintas (figura 8):

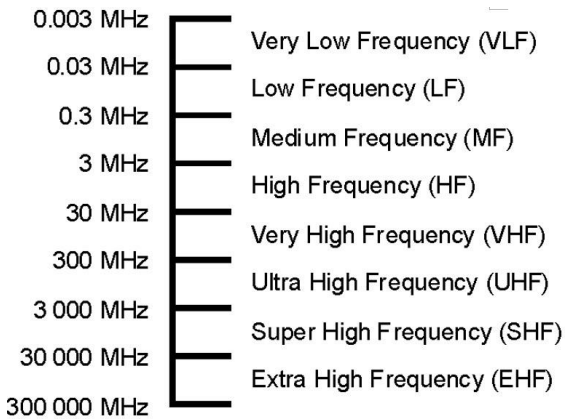


Figura 8 – Espectro radioelétrico .
FONTE: Ellite Communications & Electronics.

O diagrama mostra que:

- As transmissões na banda de ondas longas se estendem de 140,5 a 283,5 kHz, estando disponíveis em algumas partes do mundo, e se enquadram na parte de baixa frequência, ou LF do, espectro. Existem também vários outros tipos de transmissão que são feitos nesta modalidade. Por exemplo, há uma série de balizas de navegação que transmitem em frequências em torno de 100 kHz ou menos.
- Elevando-se a frequência, tem-se a banda de transmissão de ondas médias ou porção MF do espectro. Acima dessa banda de transmissão é geralmente onde as bandas de ondas curtas de frequência mais baixa começam. Nesta faixa existe uma banda de radioamador juntamente com atribuições para comunicações marítimas.
- Entre 3 e 30 MHz está a parte de alta frequência ou HF. Dentro desta faixa de frequência estão as verdadeiras bandas de ondas curtas, cujos sinais podem ser ouvidos em todo o mundo, como é o caso dos radioamadores.
- Nas frequências muito altas ou VHF estão muitos usuários móveis. "Rádio Táxis" e similares têm alocações aqui, assim como as conhecidas transmissões VHF FM.
- Na parte de ultra alta frequência ou UHF do espectro estão estações de tv e usuários móveis, incluindo celulares.
- Acima disso, nas porções de frequência super alta ou SHF e frequência extremamente alta ou EHF do espectro, utilizados para satélites comerciais e comunicações do tipo ponto a ponto.

Ondas de rádio são extremamente úteis em diversas aplicações. Além da utilização em telecomunicações, elas também são usadas em tratamentos oncológicos, por terem a capacidade de destruir células cancerosas pelo aumento de temperatura.

Ondas de rádio não são capazes de produzir efeitos danosos a células sãs e causar mutações genéticas. No entanto, há restrições que limitam a intensidade da radiação emitida por fontes de ondas de rádio, como nos aparelhos de telefonia móvel ou antenas de tv.

Sabe-se atualmente que a catarata, doença caracterizada pela opacidade do cristalino e consequente perda de visão, pode ser causada pela exposição prolongada do olho humano a ondas de rádio com frequência de 3 GHz.

Continuaremos a explorar conceitos importantes em eletrônica e algumas de suas possíveis aplicações nos próximos artigos.

Boas Festas e até lá!



Transmissor Western Electric 1-A de 500W, que foi o primeiro transmissor para broadcast de fabricação comercial americano, e o primeiro a ser utilizado no Brasil, em 1922. Foto: http://www.theradiohistorian.org/transmitters/wwj.jpg**. Saiba mais em https://revistaantenna.com.br/antenna-uma-historia/**

NÃO JOGUE NO LIXO

Construindo Uma Fonte de Bancada Com Uma Fonte ATX - Parte III

Paulo Brites*

Como prometido na parte II desta série de artigos, darei continuidade à montagem final da fonte dentro um “gabinete de madeira”, seu respectivo painel com voltímetros/amperímetros digitais e respectivos bornes para cada tensão, bem como potenciômetros de ajustes.

Por uma sugestão de um leitor resolvi que deveria acrescentar também uma fonte variável de 0V até 9V. Neste caso, em vez de utilizar um conversor DC-DC *step down*, me pareceu mais simples um circuito com o regulador ajustável LM317.

A tensão mínima que ele fornece é 1,25V embora não permita que se “puxe” mais que 1,5A. Há como conseguir fazer com que chegue a zero volt, mas isso complicaria o circuito e julguei desnecessário.

Quanto à corrente fornecida à carga, podemos conseguir mais que 1,5A se utilizarmos transistores de potência externos como “reforçadores” de corrente. Existem muitas possibilidades de construção destes circuitos e resolvi optar pela mais simples possível, que vai mostrada na fig.1.

Na construção da fig.1, temos dois transistores 2N3055, por exemplo, em um “bom” dissipador de calor. Não custa chamar a atenção do leitor, caso queira comprar esses transistores que, de cada dez vendidos por aí, onze correm o risco de ser falsificados.

Não irei descrever detalhadamente o funcionamento do circuito da fig.1 aqui, para não fugir do objetivo principal. Eu tratarei disto oportunamente num *post* no meu site.

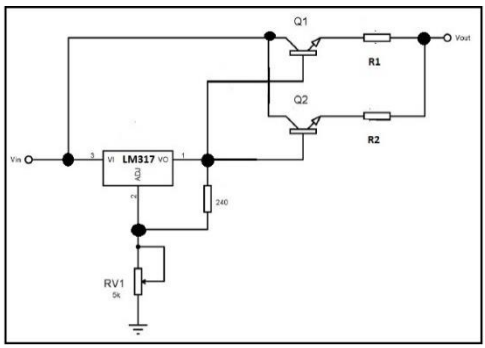


Fig. 1 – Reforço de corrente para o LM317

***Professor de Matemática e Técnico em Eletrônica**

Preparando o gabinete para a montagem da fonte

Comecei construindo uma caixa de madeira compensada de 10mm com as seguintes dimensões: comprimento=36cm, altura=20cm e profundidade=20cm.

Usei estas medidas porque eu tenho um lote de placas de compensado deste tamanho comprados no mercado livre e que daria para acomodar todas as partes da “fonte de bancada” dentro da caixa que construí com elas.

O leitor é livre para encontrar a solução que mais lhe aprouver, de preferência aproveitando o que “iria para o lixo”.

Minha proposta é apresentar ideias e deixe voar a criatividade de cada um.

A parte da frente formará o painel onde serão colocados os bornes, os voltímetros/amperímetros, potenciômetros de ajustes de tensão e correntes e algumas chaves, como na sugestão da fig. 2.

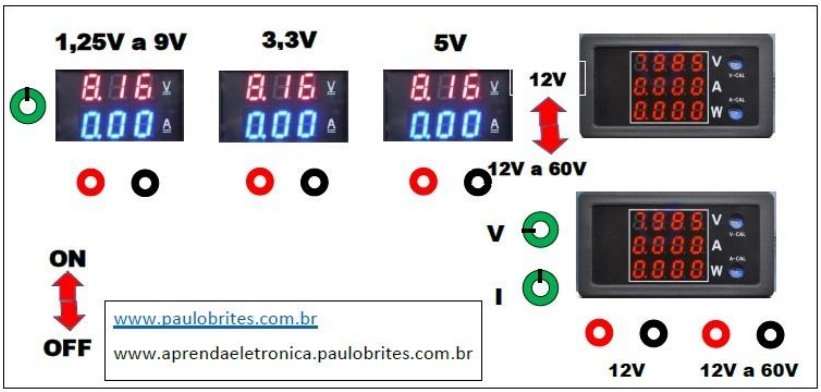


Fig. 2 – Sugestão para o painel da fonte.

Este painel foi feito com uma placa de Duratex de um quadro branco “abandonado no mundo”.

Acomodando as “coisas” dentro do gabinete

Os seguintes módulos serão colocados dentro do gabinete de madeira que eu construí:

1) A fonte ATX com as modificações propostas nas partes I e II do artigo;
2) Um recarregador de celular para alimentar um display (veja a parte II);
3) Conversor DC/DC;
4) Fonte com LM317 e dissipador de calor para os transistores de reforço de corrente.

Optei por colocar a fonte ATX do lado esquerdo e, por isso, alguns displays foram instalados na parte superior do painel, pois a área interna ficou com espaço livre neste local.

Não coloquei painel na parte de trás, deixando todo aberto para melhor ventilação.

O fusível da fonte ATX foi instalado num suporte na parte de trás da fonte, no local onde tinha a chave 110/220, que eu eliminei, como sugerido na parte I, ficando, assim, fácil de trocá-lo se vier a queimar. Veja a fig. 3.

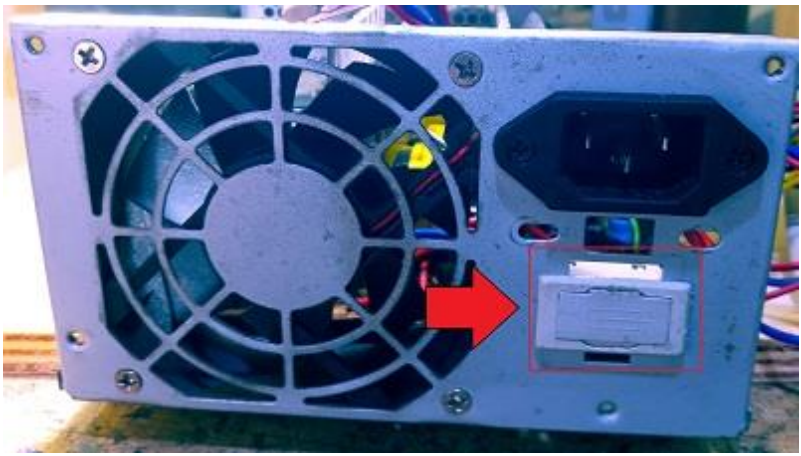


Fig. 3 – Instalação do suporte de fusível na fonte ATX

Neste caso, não custa fazer um alerta: **troque o fusível, mas ligue a fonte numa lâmpada série**.

Se a lâmpada série não acender forte é sinal que está tudo bem, o fusível “morreu de morte morrida” e a fonte não está em curto.

Caso contrário, isto é, a lâmpada “brilhou” igual ao Sol do meio-dia, é hora de arregaçar as mangas e “#partiu reparo da fonte”.

É pouco provável que isso não aconteça porque eu não desativei a proteção da fonte ATX, então o curto não deve ser dentro dela.

Os possíveis candidatos para “derrubar” a fonte ATX são:

1) Conversor DC/DC
2) Fonte ajustável com LM317.

Desligue um de cada vez e descubra. Cruze os dedos e... boa sorte!

Fazendo as ligações no painel

Esta é, talvez, a parte mais trabalhosa e exigirá bastante atenção.

Eu optei por usar barras de terminais (sindal) para fazer estas ligações, tendo o cuidado de etiquetar todos os fios.

Aliás, esta é uma prática que recomendo aos reparadores.

Já vi muito “técnico” perdido para religar chicotes de fios de fornos de micro-ondas por não ter tido este cuidado ao removê-los, mesmo tendo o esquema na mão.

Sugiro começar com a instalação do conversor DC/DC e seus respectivos displays e bornes, porque é o que exige maior atenção.

O diagrama da fig.4 pode ajudá-lo nesta missão. Utilizei uma barra de 3mm com 12 terminais (um terminal ficou sobrando), somente para estas ligações.

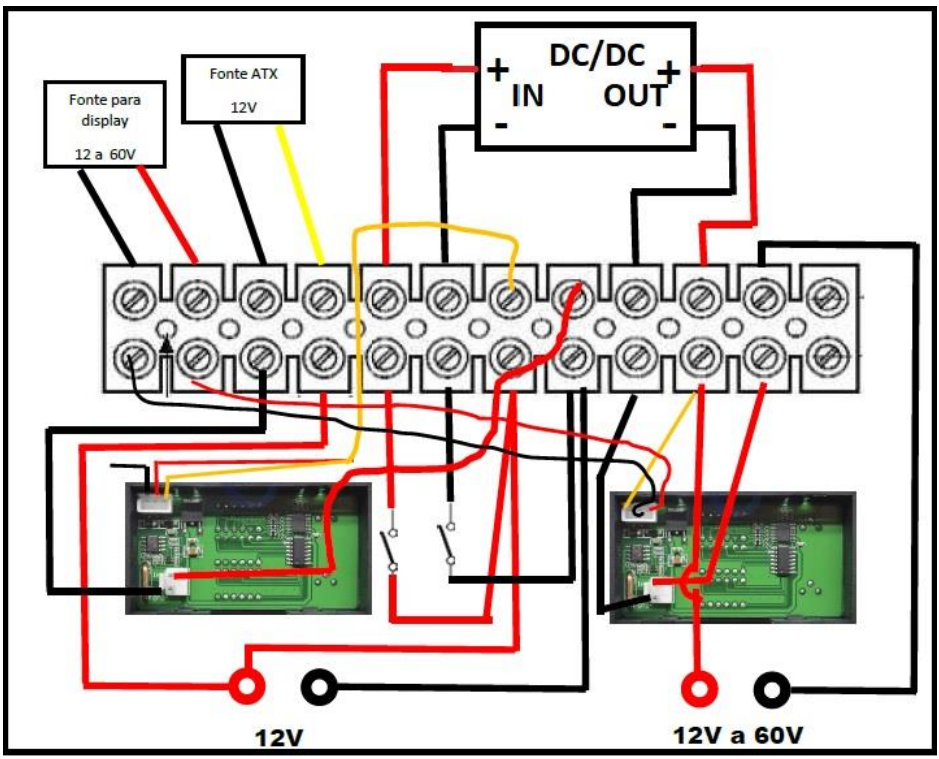


Fig. 3 – Instalação do conversor DC/DC, displays e bornes.

Para facilitar o leitor, repito aqui, abaixo, a fig.3 da parte II, com diagrama em blocos destas ligações.

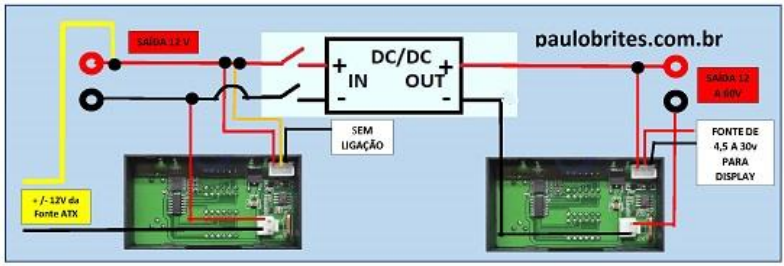


Fig. 3 - Diagrama em blocos com o conversor DC/DC da parte II

Na fig. 4, temos uma foto mostrando o cabeamento proposto na fig.3.

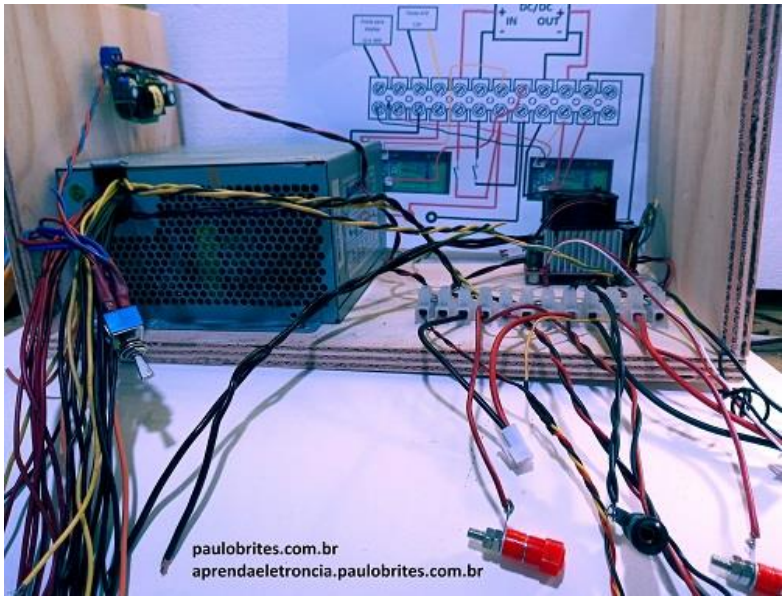


Fig. 4 – Cabeamento do conversor DC/DC, displays e bornes.

O próximo passo será fazer o mesmo para as demais fontes, mas isso vai ficar para a parte IV, onde teremos o painel completo e respectivos testes.

Que tal o leitor ir pensando nas suas próprias soluções entre a ceia de Natal e o ré-veillon?

Aos trancos e barrancos, conseguimos chegar ao fim de 2021 sem muitas comemorações, se lembrarmos dos mais de 600mil que se foram.

Que venha 2022, com vacina no braço e novas esperanças!