



TVKX

ANTENNA

ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES



Número 01/25 (1260) janeiro de 2025



Neste número:

Antenna... e seus colaboradores

Satélites para iniciantes

Dicas de segurança

O Amplicceptor Philips RH 748

Monte um O.F.B. para ondas curtas

O 2N3055... de novo!

Paulo Brites e o Efeito Hall

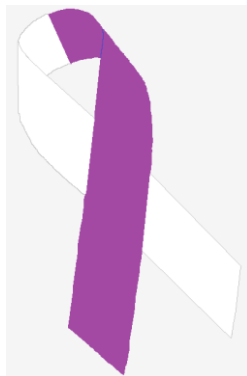
PROMOÇÃO: AJUDE O TVKX E GANHE UM CURSO DE PAULO BRITES!

ANTENNA

Número 01/25 – janeiro/2025 – Ref. 1261

As edições impressas de Antenna, a partir de janeiro de 2021, podem ser adquiridas na livraria virtual UICLAP (www.uiclap.com.br), sendo bastante fazer a busca por Antenna em seu sítio, e os esquemas da ESBREL poderão ser adquiridos por intermédio do confrade Rubens Mano, nos seguintes contatos: E-mail: manorc1@manorc.com.br e WhatsApp: (051) 99731-1158.

COR DO MÊS – Janeiro é o mês das cores branco e roxo, com a campanha de prevenção à hanseníase e às doenças mentais, e você pode se informar melhor sobre elas [aqui](#).



NOTAS DA EDIÇÃO

ATENÇÃO! Seja um colaborador do TVKX e receba o Curso [Descomplicando o Osciloscópio](#) pagando apenas o custo de cadastro, de **R\$ 4,99** (ele custa R\$ 49,90!). Envie um relato **DETALHADO** de um conserto de um aparelho eletrônico (TV, rádio, som etc) que **VOCÊ** realizou, e, se for aprovado para publicação no TVKX, você receberá um cupom **EXCLUSIVO** para o acesso ao curso on-line. O relato deverá ser enviado para o e-mail ilhajaime@gmail.com. Serão escolhidos até dois casos por mês. Aproveitem!

Boa leitura a todos!

Lembramos, também, novamente, que o sucesso das montagens aqui descritas depende muito da capacidade do montador, e que estas 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 na manipulação das tensões secundárias e da rede elétrica comercial. Pessoas sem a devida qualificação técnica não devem fazê-lo ou devem procurar ajuda qualificada.**

SUMÁRIO

1 - ANTENNA – Uma História – Capítulo XLIX – Lembranças.....	<i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>
4 - CQ-RADIOAMADORES – Satélites para iniciantes.....	<i>Ademir – PT9HP</i>
10 - DICAS E DIAGRAMAS – XXXI - Os “anjos da guarda” dos reparadores.....	<i>Dante Efrom – PY3ET</i>
23 - O Ampliceptor Philips RH 748.....	<i>Marcelo Yared</i>
35 - OFB para receptores.....	<i>Florentino de Pasquale</i>
40 - TVKX – Novos ventos.....	<i>Jaime Gonçalves de Moraes Filho</i>
45 - O 2N3055... de novo!.....	<i>Marcelo Yared</i>
59 - APRENDA ELETRÔNICA - Tacômetro com Sensor de Efeito HALL e Arduino.....	<i>Paulo Brites</i>

ANTENNA – Uma História - Capítulo XLIX

Jaime Gonçalves de Moraes Filho*



Lembranças

Apesar de ter tido contatos com a eletrônica e com a eletricidade desde o final da década de 1940, quando meu pai começou a dedicar parte de seu tempo para reparar radorreceptores, foi somente em fevereiro de 1958 que tudo começou.

No mesmo dia em que saíram os resultados das provas em Segunda época (novas provas, escrita e oral, para os alunos que tivessem sido reprovados em até duas matérias. No meu caso, Matemática e Francês) fui correndo para a Biblioteca do Colégio Mendes de Moraes, a fim de aproveitar as duas semanas que ainda restavam das férias, para ler um livro que havia despertado a minha curiosidade: “A Eletricidade ao alcance de todos”, de Lunt & Wyman, conhecido por alguns colegas de turma como “O livro que ensina a fazer motores elétricos e rádios”.

Após as formalidades para o empréstimo, a responsável pela Biblioteca (que contava com cerca de 4.000 volumes), a Prof. Maria Amélia dos Santos Penna(!) me disse:

- “Naquela estante tem algumas revistas que foram doadas para a escola. Talvez você encontre algo interessante para complementar a leitura do livro”.

Ao acessar a estante indicada, deparei com vários exemplares de Antenna. Curioso, perguntei quem havia feito tal doação, e a resposta foi mais ou menos esta:

- Meu marido é radioamador e colecionava as revistas, porém com a falta de espaço resolvemos deixa-las aqui na biblioteca do Colégio, onde os interessados podem ler os exemplares à vontade.

- Um radioamador? Uau!... Na sua casa tem um transmissor?

- Claro! O prefixo dele é PY1FX: Affonso Augusto Moreira Penna. E eu também tenho meu prefixo de radioamadora: PY2KQ.

Talvez ante o meu espanto, veio o convite:

“Por que você e seu amigo Cláudio, que também anda às voltas com a eletricidade, não vão até a nossa casa no sábado para conhecer a estação de PY1FX? É só pegar o bonde e saltar no ponto da Escola Cuba!

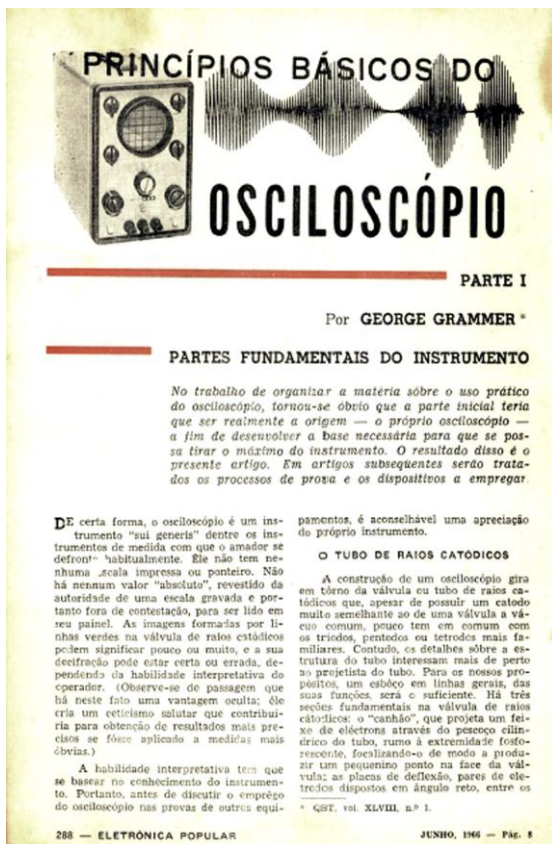
* Professor de Física e Engenheiro de Eletrônica

A partir daquele encontro com PY1FX ,começamos a estudar a eletricidade com afinco, montando campainhas, motores e telégrafos, até o dia em que conseguimos ouvir o som da Rádio Tupi em um receptor à Galena. Daí em diante, passamos a encarar a eletrônica de um modo mais profissional, reparando os rádios da vizinhança.

O tão esperado encontro com o Dr. Gilberto aconteceu anos depois, em 1966, quando, ao ler um exemplar de Antenna, me deparei com um comunicado sobre a necessidade de um tradutor técnico para a revista. Na ocasião estava cursando o penúltimo ano do curso de Física e lecionava em uma escola na Ilha do Governador. Tinha sido aluno de uma excelente professora de Inglês no Colégio Mendes de Moraes, mas...

Sem qualquer comentário com o Dr. Affonso, fui até a Redação, ainda na Travessa Ouvidor, e atrás da escrivaninha atulhada de papéis, no minúsculo escritório, lá estava o Dr. Gilberto Affonso Penna!

Após algumas perguntas e comentários, recebi uma revista QST contendo um artigo a ser traduzido e a recomendação: Seja fiel ao texto... e não demore muito!



Durante algum tempo traduzi artigos para a revista, porém a falta de tempo me perseguia e os atrasos na entrega dos textos passou a ser uma rotina (situação que parece não ter mudado, mesmo após sessenta anos...). Cerca de um ano depois, o Dr. Gilberto arrumou outro tradutor.

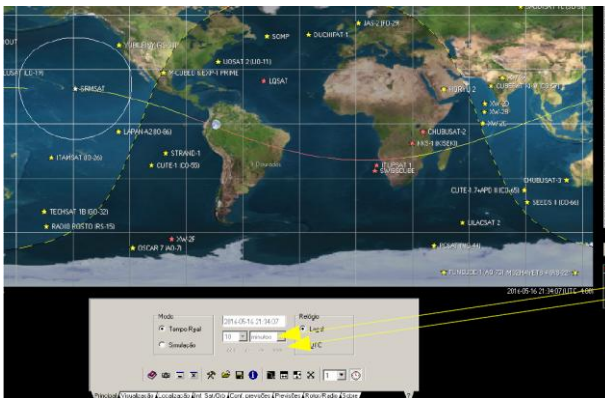
No entanto, a vontade de colaborar com a revista era grande, e assim sendo comecei a escrever pequenos artigos, sendo o primeiro deles um conversor para rádios de automóveis para 6 V funcionarem em veículos com sistema de 12V.

Mas isso já é outra história...

FIG 2 – O primeiro texto traduzido

É só clicar duas vezes sobre “amateur.txt” e ele carrega os dados atualizados para você. Nas configurações, você pode também escolher isso automaticamente. É até melhor, pois toda vez que você atualiza manualmente, os satélites que você tinha selecionado na lista do lado esquerdo, ficam desselecionados. Claro que você pode dar um clique com o mouse com o botão invertido e escolher “selecionar todos”. É mais fácil você eliminar o que não quer do que selecionar um a um.

Logo na tela inicial, você tem o tempo real e simulação. Faça assim quando quiser saber que horas um satélite vai passar sobre seu QTH. Clique na estrelinha do satélite e veja que haverá um círculo de abrangência dos sinais e uma linha. Note que essa linha pode indicar o início ou o fim da viagem do satélite. Eu seleciono como início, assim fico sabendo por onde ele irá passar nos próximos minutos. Agora clique sobre a linha no segmento mais próximo à sua localização. Observe que o relógio adiantou alguns ou muitos minutos indicando a hora exata que ele passará sobre sua cabeça. Não se esqueça de voltar para “tempo real”.

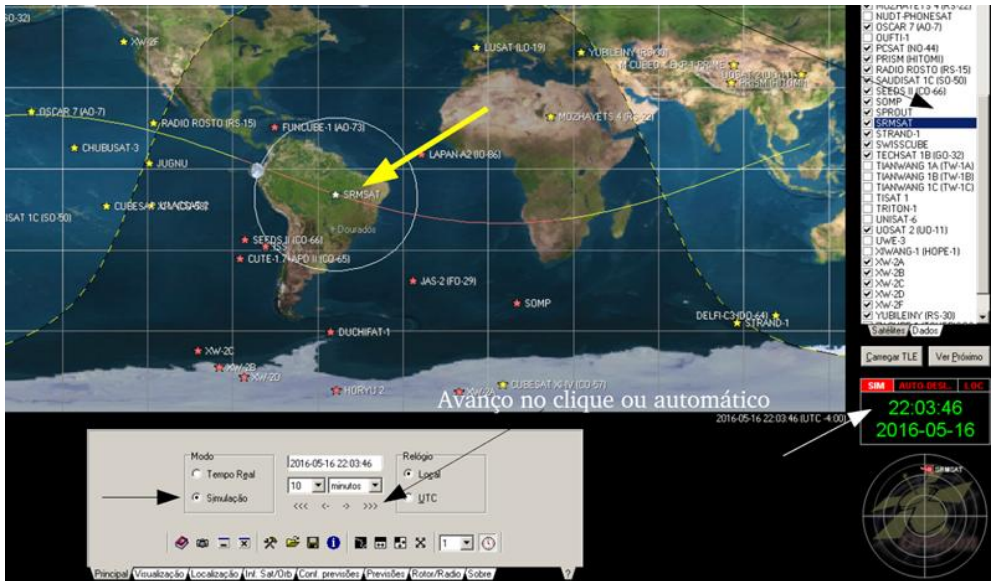


Sim, você pode fazer uma simulação mais rápida. Clique na janela “simulação”, escolha o tempo que desejar (meia hora, por exemplo) e clique nas setinhas abaixo. Cada clique, meia hora de adiantamento ou então, clique no conjunto de setinhas e você verá o satélite passando rapidamente.

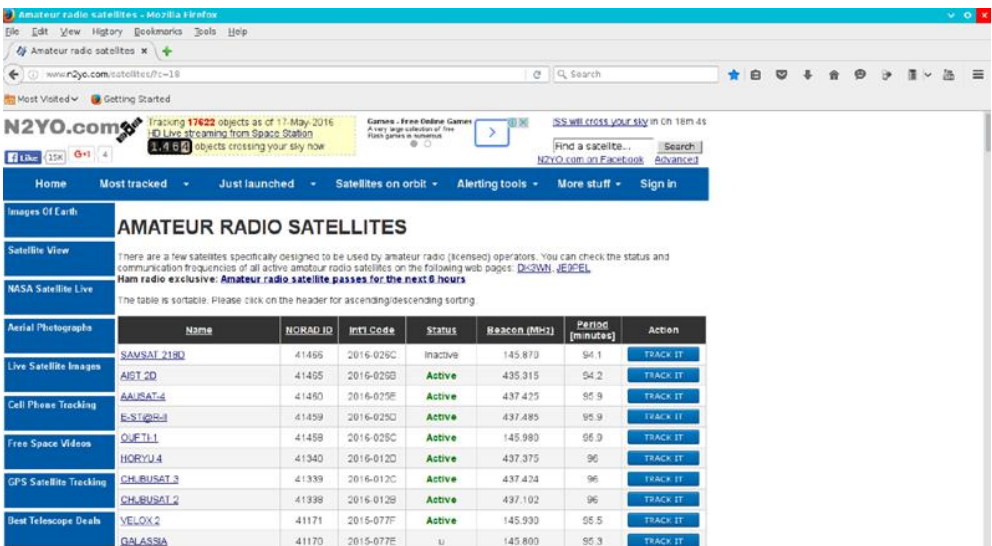
Quando se aproximar de seu QTH, clique novamente nas setinhas e ele para. É só conferir o horário e ficar preparado com o rádio e antena.



Se você estiver perdido no meio a tantos satélites aparecendo na tela, escolha o que você quer – já selecionado – e clique sobre o nome dele. Vai aparecer em destaque na tela, com o círculo de abrangência.



Se você tiver alguma dúvida sobre se determinado satélite está mesmo de passagem sobre sua cidade – como eu tive – você pode acessar alguns sítios na internet e ver que ele realmente está lá. Cito este aqui: <http://www.n2yo.com/satellites/>. Você precisa apenas procurar o satélite que te interessa e conferir com o Orbitron. Se tudo estiver OK, é só apontar sua antena para o céu e ouvir os sinais.



FOX-1A (AO-85) Satellite details 2015-058D NORAD 40967 - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

FOX-1A (AO-85) Satellil... x

www.n2yo.com/satellite/?s=40967

Most Visited Getting Started

N2YO.com Tracking 17622 objects as of 17-May-2016
 HD Live streaming from Space Station
 1,480 objects crossing your sky now

Fec Politécnica Virtual Aprendizado Online e Certificação: É na Fiec Facilidades, Vem Fazer

ISS will cross your sky in 0h 9m 51s

Find a satellite... Search

N2YO.com on Facebook Advanced

Home Most tracked Just launched Satellites on orbit Alerting tools More stuff Sign in

FOX-1A (AO-85)

Track FOX-1A (AO-85) now!
 10-day predictions

NASA Satellite Live FOX-1A (AO-85) is classified as:
 Amateur radio
 CubeSats

Amateur radio
 CubeSats

NORAD ID: 40967
 Int'l Code: 2015-058D
 Perigee: 506.6 km
 Apogee: 798.2 km
 Inclination: 64.8 °
 Period: 97.6 minutes
 Semi major axis: 7023 km

RCS: Unknown
 Launch date: October 8, 2015
 Source: United States (US)
 Launch site: AIR FORCE WESTERN TEST RANGE (AFWTR)

Upink (MHz): 435.185
 Downlink (MHz): 145.979
 Beacon (MHz): 145.979
 Mode: FM CTCSS 67.0Hz/200bps DUV/9K6 FSK
 Call sign:
 Status: **Active**

FOX-1A is a small 1-Unit CubeSat developed by AMSAT.

Your satellite tracking list
 Add FOX-1A (AO-85) on your tracking list
 Your tracking list is empty

- Aerial Photographs
- NASA Satellite Live

Map Satellite

FOX-1A (AO-85)
 LAT: 46.24
 LON: 104.43
 ALT: 700.00
 SPD: 7.46

Powered by N2YO.com

Map data ©2016 Terms of Use Local Time: GMT-4

NEXT PASS OF FOX-1A (AO-85) OVER YOUR CURRENT LOCATION

START AZIMUTH	MAX ELEVATION	END AZIMUTH	TOTAL DURATION
May 17 206° SSW	05:41 87°	05:48 23' NNE	14m 35s

Um detalhe importante, do qual ia me esquecendo... se você é como minha irmã que não sabe para que lado fica a Europa, é bom se localizar!

Os satélites passam muito rápido lá nas alturas e os sinais de CW e fonia, mudam de frequência rapidamente, devido a um fenômeno chamado “doppler”.

É mais ou menos assim: quando um avião vem até você, o som torna-se mais agudo e quando se afasta, torna-se mais grave. Estou crente que você tem um rádio com V/UHF, capaz de operar na modalidade SSB.

Para finalizar este artigo, ajudo você com uma informação que eu tive que buscar na internet: dados sobre os satélites que ainda estão em operação e qual a frequência dos beacons deles. Claro, na página da <https://www.amsat.org> você encontra tais informações e também no sítio que te indicamos. Mas estes abaixo são meus favoritos. Tanto o FO29 como o AO73 são transponders que operam SSB, apenas invertendo a saída LSB para USB.

Na tabela da página a seguir, apenas a QRG dos beacon que eu ouvi por aqui (kHz).

Nome do satélite – Frequência do beacon (CW puro ou não)

CUBESAT XIIV - 436.848

CUTE 1 – 436.838

CUTE 1.7 – 437.275

FIRSTMOVE – 145.970

ITUPSAT 1 – 437.325

JAS 2 (FO29) – SSB 435.795

KKS1 (KISEKI) – 437.385

PRISM (HITOMI) – 437.250

SAMSAT 218D – 145.850

SEEDS – 437.485

SaudiSat – SO50 FM (este é uma repetidora no espaço!) Veja na net informações sobre ele.

AO73 – SSB 435.795



Veja como eles são pequeninos! Muitos são construídos por alunos de escolas públicas ao redor do mundo, em convênio com as organizações ou agências espaciais. Notem que, na foto ao lado, as antenas parecem... fitas métricas de aço!

Fotos:

https://www.nasa.gov/miion_pages/cubesats/gallery/index.html

Dicas e Diagramas

Técnicas de bancada, apontamentos de oficina, características e curiosidades sobre componentes antigos, dicas e circuitos sobre recuperações e restaurações de rádios dos velhos tempos

Por Dante Efrom*



Os “anjos da guarda” dos reparadores



Na edição anterior de “Dicas e Diagramas” apresentamos o transformador de isolamento, que serve para evitar choques pelo contato com chassis “vivos” de rádios antigos tipo CA/CC. Agora descreveremos o interruptor diferencial-residual, IDR, um dispositivo operado por correntes de fuga e que pode atuar na proteção contra choques elétricos na oficina de reparações. Para arrematar, comentaremos também a tomada de três pinos e o resistor de drenagem, um componente pouco lembrado, mas que serve para descarregar capacitores do circuito que poderiam armazenar cargas perigosas. — (Imagem: Bing Creator, IA).

Os que nos acompanham em ANTENNA há tempo já sabem: as tensões existentes nos aparelhos valvulados podem ser letais. Reparações, manutenções ou restaurações nesses equipamentos devem ser realizadas por quem tenha conhecimento e prática no manuseio de aparelhos que oferecem risco de choques elétricos, adotando as indispensáveis medidas de segurança.

Com o interesse crescente pelos rádios valvulados, temos insistido muito nesse tema: de acordo com as estatísticas da Associação Brasileira de Conscientização dos Perigos da Eletricidade, Abracopel, foram registrados 2.089 acidentes elétricos no Brasil em 2023, resultando em 781 mortes. Boa parte desses acidentes ocorreu em ambientes residenciais, envolvendo consumidores que tentavam realizar instalações ou reparações inadequadas em aparelhos elétricos ou eletrônicos.

* **PY3ET – Antennófilo desde 1954.**

Temos constatado que entre os reparadores iniciantes há uma espécie de orgulho em anunciar, como se fosse uma conquista de rito de passagem: “levei choque”. Esta é a razão da nossa campanha de alerta: “levar choque” é a prova de que houve uma falha nos procedimentos de segurança. O reparador teve a sorte de ter sobrevivido.



Figura 1. Serviços de manutenção em aparelhos valvulados são coisa séria e não devem ser executados por “curiosos”, mas por quem tenha prática, conheça os riscos de choques elétricos e adote os procedimentos de segurança em circuitos potencialmente perigosos.

O nosso esforço é o de tentar orientar para que os que lidam com equipamentos valvulados, em especial os principiantes — deslumbrados pelos equipamentos da retrônica, época áurea da eletrônica — engrossem a fileira das vítimas de eletrocussões. Reparador “raiz” é o que segue os procedimentos de segurança ao trabalhar com equipamentos valvulados. Reparador verdadeiramente “raiz” é o que pode se orgulhar de nunca ter levado choque.

Segurança na oficina do reparador ou restaurador. O uso de tomada polarizada na oficina é suficiente para evitar o risco de choques elétricos? Esta é uma pergunta que nos é encaminhada frequentemente. Apenas a presença de tomada de três pinos **não é garantia suficiente** para garantir proteção contra o risco de choques elétricos. Pode ajudar, mas somente em condições ideais — e desde que não seja improvisada em aparelhos antigos tipo CA/CC, sem transformador.

Bem sabemos que no Brasil as condições das instalações elétricas estão longe das ideais. Tomadas polarizadas podem atuar como medida de proteção adicional, **se** a rede elétrica residencial ou predial tiver sido executada corretamente; **se** o neutro for de qualidade (zero volt em relação ao terra); **se** não ocorrer falha ou interrupção no condutor na rede pública; **se** o pino de terra de proteção está devidamente conectado ao sistema de aterramento; **se o equipamento em teste foi projetado para usar aterramento**; **se** o sistema elétrico da instalação de consumo está devidamente dimensionado etc.

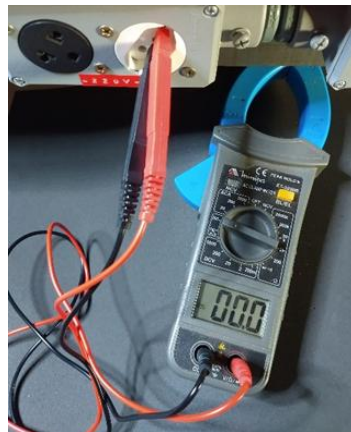
O neutro funciona como "retorno" na rede de CA. Se o neutro eventualmente é seccionado ou falhar, no quadro domiciliar ou na rede pública por exemplo, o condutor de fase, dependendo do sistema de distribuição, poderá apresentar tensão até maior do que os 127 ou 220 volts nominais da rede, aumentando ainda mais o risco de choques para quem for bulir em algum equipamento sem transformador de isolamento.



Figura 2. Correntes de fugas provocam riscos às pessoas, além do aumento do consumo de energia, aquecimento indevido, deterioração da isolamento dos condutores, podendo até causar incêndios. Dispositivos DR protegem contra esses perigos e são úteis também na oficina de reparações e restaurações. Nas fotos, IDRs tetrapolares para 30 mA. Os IDRS tetrapolares são usados nas instalações trifásicas com neutro. As entradas L1, L2, L3 e neutro geralmente são na parte superior do dispositivo. O dispositivo diferencial-residual monitora a corrente que entra e sai. Caso haja um desbalanceamento (fuga de corrente), o IDR desarma, protegendo os usuários. Além de tetrapolares, há também IDRs monopolo, bipolo e tripolares. Não confundir IDRs com disjuntores termomagnéticos.

O recomendado é, além da tomada polarizada, adotar dispositivo diferencial-residual, DR, na rede elétrica ou na bancada de serviços. Os dispositivos residuais são a proteção indicada para correntes de fuga à terra, em instalações elétricas. As correntes de fuga representam risco fatal às pessoas. Correntes de fuga, além do perigo de choques, aumentam o consumo de energia e podem provocar aquecimento nas instalações, com risco de incêndios.

Figura 2. O condutor de neutro deve apresentar, idealmente, tensão de zero volt ou próxima disso, entre o neutro e o terra (PE). Confira também se a tensão entre a fase e o neutro, e entre a fase e o terra, correspondem à tensão nominal da rede elétrica local. Elas permitem avaliar a qualidade do sistema. Tensões acima de 1 V entre neutro e terra não são normais e indicam problemas que podem comprometer a segurança. É essencial investigar e corrigir a causa dessas tensões para evitar o risco de choques elétricos e outros problemas.



Como sabem os veteranos já calejados, não é somente na tensão, mas principalmente na intensidade da corrente (mA) que está o grande perigo dos choques elétricos. A intensidade da corrente variará conforme a resistência ôhmica da pele do indivíduo, se há ou não suor, se há presença de umidade no piso — tudo depende da pessoa e do ambiente.

Com correntes de 15 a 100 miliamperes já pode haver paralisia e dificuldade respiratória. Correntes de cerca de 50 miliamperes podem causar fibrilação ventricular (arritmia cardíaca), dependendo do indivíduo, da espessura da pele etc. Correntes de 5 a 15 mA podem causar contrações musculares involuntárias: mesmo talvez não representando risco à vida, a pessoa pode ter dificuldade em se livrar do objeto causador da concussão.

A Norma Brasileira de Instalações Elétricas — ABNT NBT 5410, definiu a obrigatoriedade, desde 1997, de interruptores diferenciais, DRs, de alta sensibilidade, **menor ou igual a 30 mA**, para proteção das pessoas contra os perigos dos choques elétricos que podem ser fatais, especialmente em ambientes úmidos e exteriores.

Não confie apenas em "tomadas polarizadas". Ligar o condutor de neutro, através de tomada polarizada ao chassi de um rádio antigo, não afasta o risco de choque. O neutro é zero volt apenas em condições ideais. Neutro pode dar choque, existe sempre a possibilidade de haver tensão entre o neutro e o terra (PE). Há inúmeros casos de ocorrências de falhas no neutro. Aterrar o chassi de rádio antigo, sem transformador, como já exaustivamente comentado em ANTENNA, é perigoso.

Confira se há tensão entre o neutro e um bom terra: deve ser de zero volt. A leitura deve ser feita de preferência com voltímetro que tenha a função de pico ("peak"). Há enorme quantidade de sujeira presente na linha de CA, com transientes perigosos percorrendo também o condutor de retorno ou neutro. Se houver leitura igual ou superior a 1 V entre o neutro e terra, há fuga potencialmente perigosa de corrente. Essa fuga pode ser no aparelho (capacitores na entrada de CA, por exemplo), pode ser defeito na instalação elétrica (cabos de alimentação com má isolação), conexões mal feitas, etc.



Figura 3. Um interruptor diferencial-residual, de proteção contra correntes de fugas (Steck, à direita), tetrapolar (3P + N), acoplado a um disjuntor trifásico para atuação contra curtos-circuitos e/ou sobrecargas (MarGirius, à esquerda). Os dispositivos diferenciais-residuais possuem um botão de teste, marcado "T", que deve ser acionado semestralmente (ou em intervalos menores), para verificação do funcionamento.

Na prática, o melhor é considerar a entrada de tensão alternada do aparelho sempre como energizada quando o cabo de alimentação estiver na tomada, mesmo que o interruptor do rádio esteja na posição "desligado". Capacitores antigos que existirem no aparelho, na linha de tensão alternada do circuito, devem ser substituídos por capacitores de segurança classe **X** ou **Y**. A solução mais segura no caso de receptores CA/CC é o uso de transformador de isolamento entre a rede elétrica e o equipamento, para garantir que o chassi fique eletricamente isolado. O transformador de isolamento foi detalhado na edição anterior de ANTENNA, de dezembro de 2024.

Mesmo que o receptor use sistema de "terra flutuante", como muitos Philips, isolado do chassi por exemplo, pode haver diferença de potencial suficiente, em capacitor bom, capaz de dar choque desagradável.

Melhor é, além de trocar os capacitores antigos conectados diretamente na linha de tensão alternada por capacitores de segurança, usar, preferivelmente, transformador isolador tipo 1:1. A propósito: o uso conjunto de interruptor diferencial e transformador de isolamento requer atenção. O transformador de isolamento não pode ficar a jusante do IDR, do contrário este não atuará satisfatoriamente. Transformador de isolamento deve ficar instalado **antes** do dispositivo residual.

Figura 4. O transformador de isolamento: uma importante ferramenta na bancada da oficina, para evitar choques elétricos no contato com o chassi "vivo" dos receptores valvulados antigos. O uso do transformador de isolamento foi detalhado em "Dicas e Diagramas" da edição de dezembro de ANTENNA.



Para instalações residenciais comuns, com um único sistema de tomadas **2P + T** (fase, neutro e terra) o IDR recomendado é geralmente o **bipolar** (monofásico) tipo **A**, dimensionado para a corrente máxima do circuito e com sensibilidade de 30 mA. Ele protege a fase (L) e o neutro (N), detectando qualquer fuga de corrente para a terra (T).

Se houver fuga de corrente como em um equipamento com isolamento danificado, o IDR desarma o circuito, protegendo o usuário.

Cabe ainda ressaltar que o dispositivo é **obrigatório** nas instalações elétricas, desde 1997, pela norma NBR 5410, especialmente nos seguintes casos:

1. Em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais que contenham chuveiro ou banheiro.
2. Em circuitos que alimentam tomadas situadas em áreas externas à edificação.
3. Em circuitos que alimentam tomadas situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos na área externa.
4. Em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas normalmente molhadas ou sujeitas a lavagens. Muita atenção, assim, colegas que montarem oficinas em garagens ou locais expostos à umidade.

Um divisor resistivo de tensão na saída de uma fonte de alimentação (v. **figura 6**) também pode funcionar para fornecer uma descarga segura dos capacitores quando o equipamento estiver desligado, mas os valores dos resistores precisam ser adequados para que cumpram essa função sem comprometer a eficiência da fonte.

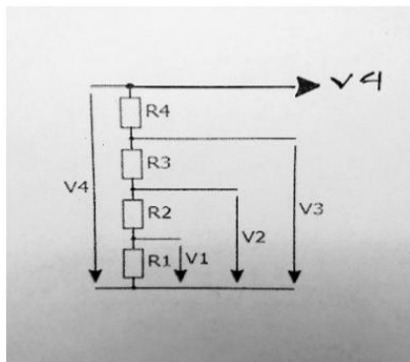


Figura 6. Divisores de tensão (à esquerda) podem atuar como resistores de drenagem, mas devem ser dimensionados adequadamente. Em alguns equipamentos eletroeletrônicos (como em fornos de micro-ondas) o resistor de drenagem, por segurança, pode estar montado dentro do próprio capacitor de filtro (à direita). O teste dos capacitores e os serviços de manutenção nesses equipamentos são perigosos. Mesmo com o aparelho desconectado da tomada, há risco de choque potencialmente fatal, caso o resistor de drenagem esteja aberto.

No caso de falha do resistor de drenagem, tensões perigosas podem ficar armazenadas no circuito até por vários dias — dependendo do tipo e das características do capacitor de filtro — mesmo com o equipamento desligado e desconectado da tomada. É por esta e por várias outras razões que os serviços nesses equipamentos são perigosos e não devem ser tentados por “curiosos”, mas por quem tenha conhecimento e prática, adotando os obrigatórios procedimentos de segurança.

Cimento para fixação de bases de válvulas. O bulbo de vidro das válvulas era colado à base fenólica, antigamente, através de um *cimento*. O que é o cimento usado nas válvulas? Não confunda com o cimento comumente empregado na construção civil. No nosso caso, é um composto, tipo mástique, com propriedades adesivas e de preenchimento. É uma substância usada para unir substâncias duras não homogêneas e para preencher cavidades. Em contextos técnicos, **cimento** é mais aplicado em estruturas anatômicas e em odontologia. Já o termo **cimento**, traduzido do inglês “cement”, tem sido preferível para a substância de aplicações eletrônicas.

Para os que se interessam por restaurações históricas, eis a composição que era usada por indústrias como a RCA, como descrito por L. P. Fox no “*RCA Electron Tube Design*”, para a fixação das bases aos bulbos de vidro:

Constituents of Base Cement	
Phenolic Resin	Denatured Alcohol
Shellac	Malachite Green
Rosin	Silicone Resin
Marble Flour	

Shellac é a conhecida goma-laca. *Rosin* é breu. *Marble flour* é pó de mármore. *Denatured alcohol*, álcool desnaturado é etanol industrial. *Malachite green*, verde-malaquita e *Silicone resin*, resina de silicone, são encontrados atualmente em lojas de produtos para artesanato. O pó de verde-malaquita não deve ser aspirado: é tóxico.

A composição descrita funciona como um polímero, retrabalhável antes da cura. A resina fenólica, a goma-laca e o breu formam o composto de propriedades adesivas.

Já o pó de mármore tem a função de preenchimento e reforça o cimento. O silicone é usado para proporcionar à mistura uma barreira hidrofugante (repelente de água). O etanol industrial é o diluente das resinas e o verde-malaquita tem a função de indicador: mostra o ponto certo da cura pelo calor.

O calor é necessário para a reação de cura da mistura. Para a cura as bases eram submetidas, por um minuto, a temperatura de 150 a 190°C. Após, eram resfriadas a 90°C, antes de serem retiradas do forno. Depois de curada a reação não é reversível: as bases fixadas com essa mistura, suportam temperaturas de mais de 115° C.

Alguns fabricantes, dependendo da época, utilizaram produtos como silicato de sódio (vidro solúvel), pó de mica, quartzo moído ou outros materiais, agregados na composição, para aumentar a resistência mecânica e a durabilidade.

Em algumas fórmulas, materiais como o óxido de alumínio ou argilas eram adicionados para melhorar a resistência a altas temperaturas. Agentes de endurecimento também eram empregados.

Em sua maioria, os cimentos eletrônicos eram pastas viscosas aplicadas nas junções, para fixação firme e duradoura, como entre o bulbo e a base, devendo apresentar resistência ao calor, boa aderência entre o vidro e a base (materiais com coeficientes de expansão térmica diferentes), além de boa estabilidade química nas condições de uso.

Não somente nas válvulas termiônicas os cimentos foram usados. Foram empregados, igualmente, em resistores de fio enrolado, indutores de potência, TRCs, tubos de raios catódicos (para unir os tubos de vidro às máscaras de sombra ou às bases), lâmpadas de descarga, incandescentes ou halógenas; termistores e varistores etc., para maior robustez e durabilidade etc.

A esteatita, um material cerâmico de aparência semelhante, não deve ser confundido com um cimento. Embora pareça ser semelhante, a esteatita é composta principalmente por talco (silicato de magnésio hidratado), vitrificado por sinterização, apresentando excepcionais propriedades refratárias ao calor, bem como de isolante de alta tensão, sem deformação ou alteração química.

Como fixar bases frouxas de válvulas antigas.

Bases fenólicas afrouxavam-se facilmente nas válvulas antigas, principalmente nas "pata-de-elefante" (base P8A). Nas octais de algumas marcas o problema também acontecia, não raramente.

Válvula com invólucro de vidro solto é fácil de ser danificada, principalmente ao se tentar retirá-la do soquete. Nas válvulas Philips tipo pata-de-elefante a operação é ainda mais crítica: como o cimento usado pela fábrica na fixação do bulbo era frequentemente de baixa adesão ao vidro e como o soquete mantinha elevada pressão nos pinos da válvula, podia acontecer de o bulbo separar-se da base.



Figura 7. Com argamassas de rejuntamentos para porcelanatos, como descrito no texto, obtém-se excelente acabamento, com reparação praticamente indistinguível e de ótimo desempenho, na fixação de bulbos soltos na base.

Alguns colegas têm usado silicone para consertar válvulas com o bulbo frouxo. Silicone é vedante, não é exatamente "cola". Não possui suficiente poder adesivo para esta aplicação. Funciona, em alguns casos de válvulas de recepção de baixo consumo, de baixas temperaturas de operação, mas é difícil de se obter um acabamento liso e perfeito com silicone. Outro problema é que a maioria das "colas" de silicone, principalmente as capazes de suportar temperaturas elevadas, tem base acética que corrói os fios dos pinos das válvulas.

"Bonders" e outros cianocrilatos também não proporcionam bom acabamento. Acontece o mesmo com "colas para juntas de motores diesel", cujo uso alguns defendem na internet. Ficam com acabamento horrível e lambuzado — incompatível com serviços de restaurações de qualidade. Os cianocrilatos costumam "branquear" e não possuem coeficiente de expansão semelhante ao do vidro.

Melhores resultados temos obtido sem o uso de colas convencionais, pelo método descrito em **“Restaurando Rádios Antigos”**, que pode ser consultado através do link a seguir:

<https://www.facebook.com/groups/www.manorc.com.br/permalink/2164119253791420/>

Como explicado no link, ótimos resultados são possíveis com o uso de **rejunta mentos cimentícios para porcelanatos**. Desenvolvidos para pisos cerâmicos, proporcionam excelente desempenho nas válvulas eletrônicas.

Têm ótima aderência, apresentam acabamento liso e limpo (basta limpá-los com uma esponja úmida durante a cura inicial), estão disponíveis em muitas cores, inclusive em preto, são baratos e de fácil aplicação.

Geralmente são bicomponentes, em embalagens de um quilo. Com um quilo dá para rejuntar dezenas de bulbos frouxos de válvulas antigas. Se você for amigo de alguém que trabalhe na aplicação de cerâmicas poderá conseguir, de graça, um pouco do material para suas experiências iniciais.

Na nossa prática tivemos excelente desempenho com rejuntamentos da marca Weber Quartzolit. Outro produto de alvenarias que talvez dê resultados satisfatórios é a argamassa de assentamento/rejuntamento de tijolos refratários, usada nas alvenarias de churrasqueiras e fornos, mas infelizmente, ao tempo da elaboração deste artigo, estava disponível apenas em embalagens de 20kg — quantidade excessiva para aplicações eletrônicas. Seria um desperdício.

Na próxima vez que precisar consertar válvulas antigas com bulbo frouxo, pense em rejuntamentos da linha cimentícia, especiais para porcelanatos, vidro ou pastilhas vitrificadas. São preparados com cimento Portland, mais agregados minerais, polímeros e aditivos. Possuem resistência à flexão maior ou igual a 3 MPa e possibilitam acabamentos limpos e superlisos.

Siga rigorosamente as instruções de preparo. Prepare pequenas quantidades de cada vez. O melhor é que o preparado fique com uma consistência cremosa: isso facilita a aplicação na base da válvula.

Com uma tira plástica flexível ou um palito de picolé faça o produto penetrar na ranhura entre o vidro da válvula e o suporte da base. Espere de 15 a 45 minutos e remova o excesso de rejuntamento com uma esponja úmida.

Antes de instalar a válvula no soquete aguarde a cura total do produto, pelas instruções da embalagem.

Válvulas notáveis: a Telefunken EL156.

A EL156 da Telefunken surgiu na segunda metade da década de 1950. Foi produzida na unidade principal de Ulm, à margem do rio Danúbio, no estado federal alemão de Baden-Württemberg.



Figura 9. Neste endereço – Söflinger Straße 100, Ulm – ficava a unidade principal, fabricante de válvulas famosas como a EL156, EF86 e ECC83 (12AX7) da Telefunken. Atualmente, as instalações da fábrica e o entorno revitalizados do parque industrial abrigam o complexo “Altes Röhrenwerk” (“Antiga Fábrica de Válvulas”), com espaços comerciais e industriais, buscando manter viva a memória da contribuição histórica da Telefunken à tecnologia eletrônica. A Telefunken desenvolveu em 1962, criado pelo engenheiro Walter Bruch, da unidade de Hannover, o sistema de televisão analógica PAL (Phase Alternating Line), adotado no Brasil e outros países. – (ehem; AEG-Telefunken).

Em Ulm ficava um dos centros de excelência em tecnologia de válvulas da Telefunken. A fábrica foi responsável pela produção de muitas válvulas, além da EL156, que se tornaram icônicas, incluindo as célebres EF86 e ECC83, todas reconhecidamente de alta qualidade de fabricação e desempenho superior.

Alguns autores afirmam que a EL156 é um aperfeiçoamento direto da KT88, desenvolvida pela GEC (General Electric Company)/MO Valve Company na Inglaterra. A KT88, no entanto, apresenta características diferentes: tem dissipação de placa menor, até 42 W, com tensão de ± 600 V, enquanto a EL156 é mais robusta: 50 W e tensão de placa de até 800 V. Além disso, a KT88 é um tetrodo de feixe dirigido, enquanto a EL156 é um genuíno pênodo de potência (podendo ser tetrodo de feixe dirigido, dependendo da configuração).

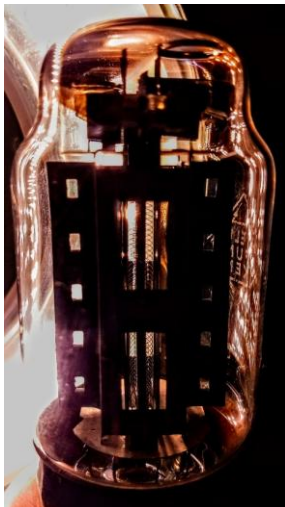


Figura 10. Sua excelência, a Telefunken EL156, uma maravilha da engenharia termiônica: desenvolvida e produzida na fábrica de Ulm, na margem do rio Danúbio, a EL156 era uma válvula de altíssimo padrão técnico, capaz de excelente desempenho, confiabilidade e durabilidade, mesmo sob aplicações de alta potência contínua – requisitos nos quais muitas cópias modernas falham.

A KT88 surgiu antes no mercado, em 1956. A EL156, apresentada não muito tempo depois, parece ter sido um projeto independente, com maior tensão de operação e maior dissipação de placa, em atendimento a requisitos europeus que demandavam válvulas de alta potência, para aplicações industriais e áudio profissional de alta fidelidade. A EL156 surgiu como uma alternativa mais robusta a válvulas já conhecidas, mas com características próprias.

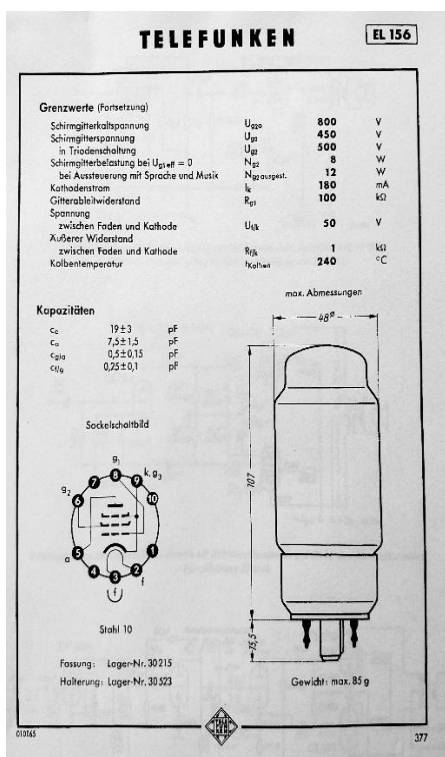


Figura 11. Especificações da EL156, como publicadas no manual original, em alemão, da Telefunken. Kolbentemperatur é temperatura máxima, externa, do bulbo: 240°C. A tensão máxima de placa (V_a) é de 800 V. Corrente de placa (I_a) máxima: 150 mA. Dissipação de placa (P_a): 50 W. Tensão máxima de G2 (V_{G2}): 400 V. Dissipação máxima de G2 (P_{G2}): 8W. Fator de amplificação (μ): 10. Impedância característica em classe AB: $\approx 5,5 \text{ k}\Omega$ (modo push-pull). Resposta de frequência ampla, capaz de reproduzir com alta fidelidade o espectro de áudio. Durabilidade característica extremamente longa, graças à precisão da fabricação e ao uso de materiais de alta pureza e qualidade. Vf: 6,3 V. If: 1,6 A.

Não se tem uma estimativa da quantidade exata de EL156s que foram produzidas. Algumas fontes sugerem que o número total ficou abaixo de 100 mil unidades. Sua produção diária provavelmente ficava na faixa de 100 a 200 unidades. Não foi uma válvula de produção em massa, o que contribui para a sua raridade e para a alta valorização que alcança entre colecionadores e audiófilos, na atualidade.

Nos sites de válvulas, as EL156s Telefunken “black base”, NOS NIB (novas de estoque antigo, na caixa original, ou seja, nunca usadas) são vendidas por U\$ 750.00 (R\$ 5.548,00, cada, sem os impostos de importação, na cotação atual do dólar — dezembro de 2024). Já era uma válvula relativamente cara na época da sua produção.

O fato de ter elevada qualidade técnica e por ser um item altamente colecionável determinam a sua grande valorização na atualidade, principalmente entre audiófilos e colecionadores.

Por ser muito procurada e por seu alto preço é uma válvula que tem sido replicada —, mas até agora nunca igualada. Há fábricas produzindo “clones” da EL156 Telefunken original e de outros tipos de válvulas da mesma marca. É preciso que os colecionadores e restauradores fiquem atentos. As identificações antigas, impressas no vidro, são facilmente imitadas. Até a marca do diamante, gravada na base das válvulas de vidro tem sido falsificada com laser — como já comentamos em ANTENNA.

A base original da EL156 da Telefunken era de **10 pinos**, tipo **Decar B10B**, pela nomenclatura europeia, necessitando de soquete próprio. As EL156 produzidas atualmente na China e nos Estados Unidos utilizam base octal comum (oito pinos).

Há cópias razoáveis da Telefunken original, em termos mecânicos e elétricos. A EL156 alemã se destacava pela robustez e pela durabilidade. Possuía padrões de produção extremamente rigorosos. Usava materiais avançados como vidros de baixa expansão térmica e metais com altíssima pureza, além de calefatores (filamento + catodo) com tratamentos e revestimentos especiais, de longa duração. Nas válvulas fabricadas atualmente nada se sabe sobre a técnica, as ligas metálicas ou sobre os revestimentos empregados na fabricação dos catodos, por exemplo.

A EL156 foi projetada, testada e fabricada para milhares de horas de uso, mantendo-se excepcionalmente estável sob alta dissipação e operação contínua. Este é um dos pontos críticos das réplicas modernas: não conseguem apresentar a mesma durabilidade. Além disso são mais suscetíveis quanto a derivas nos parâmetros elétricos com o aquecimento.

Com duas EL156 da Telefunken conseguia-se construir amplificadores de alta-fidelidade com potência de até 120 watts. Para obter potência suficiente de saída, a tensão de placa precisa ser aproximadamente o dobro da tensão de grade auxiliar (“screen”).

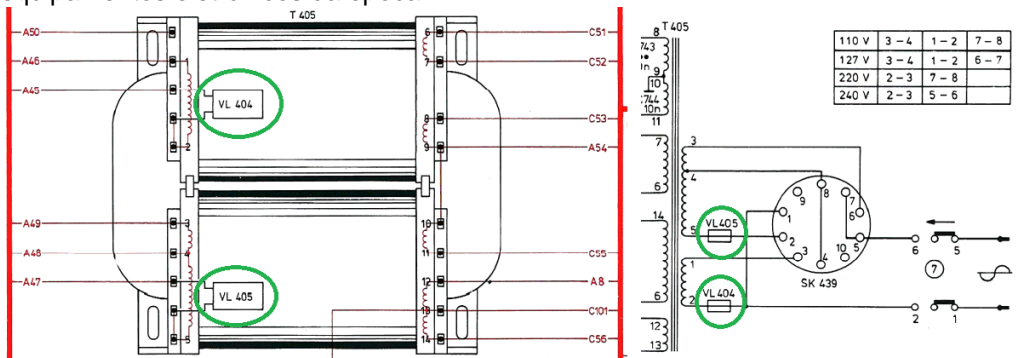
Um imperdível artigo retrôico descrevendo a montagem de um amplificador de áudio de alta-fidelidade, tipo monobloco, com duas EL156 na saída, foi publicado na revista holandesa Elektor, de março de 2005, (<https://www.elektormagazine.com/magazine/elektor-200503>). Vale a pena conferir o artigo, de autoria de Gerhard Haas. Na mesma edição da revista há uma outra matéria interessante, comparando “Válvula X Transistor” nas aplicações de áudio.

Era o que tínhamos até este momento, pessoal! Gratos pela companhia e não deixem de ler, nesta edição, o artigo do colega Florentino De Pasquale, descrevendo um útil oscilador de frequência de batimento, OFB, para ser adaptado a receptores antigos: possibilitará a sintonia de sinais de SSB e telegrafia, dando vida nova àqueles rádios veteranos.

— • • • • • —

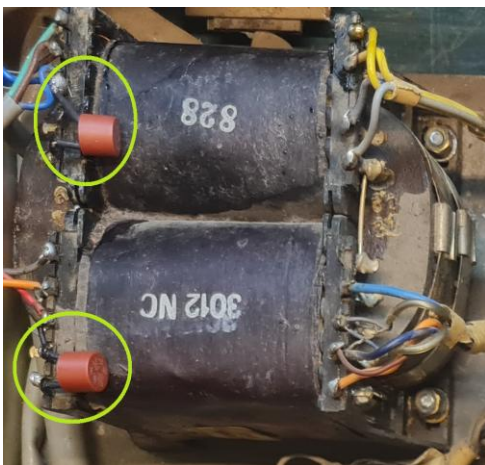
Mandamos o RH 748 para o pessoal do **TVKX** reparar e ajustar. Uma análise inicial mostrou que a entrada de alimentação CA estava interrompida, por algum motivo, mas o equipamento não dá acesso aos seus fusíveis de proteção externamente. É necessário, informação técnica para iniciar os reparos. Para quem fazia manutenção na época, particularmente se trabalhasse em uma oficina autorizada da Philips, isso não seria problema. Eis o relato de Zé Maria, Carlito e Toninho:

Essa gigante multinacional tinha por praxe documentar seus equipamentos, fornecendo manuais de serviço detalhados sobre eles. Não foi difícil encontrar o manual de serviço do RH 748 na Internet; uma busca no Google ou no Bing nos forneceu links para download. Avaliando seu esquema, observamos algo interessante, que explica a ausência do porta-fusíveis em seu painel traseiro, como é comum em em equipamentos eletrônicos da época.



Localização dos fusíveis de linha CA do RH 748

O manual de serviço é completo, e fornece esquema elétrico e de montagem do aparelho. Podemos ver que não é apenas um fusível, na verdade são dois, um em cada primário do transformador. Ideia inteligente, pois torna desnecessária a troca do fusível em função da tensão da rede elétrica primária.



Mas há dois poréns, os fusíveis de entrada são de um tipo miniatura, de porcelana, e foram colados no transformador, assim, tivemos que adquirir peças similares no Mercado Livre e também, estimar seus valores, pois o manual é completo, mas não mostra em lugar nenhum (que eu tenha visto), os valores desses componentes.

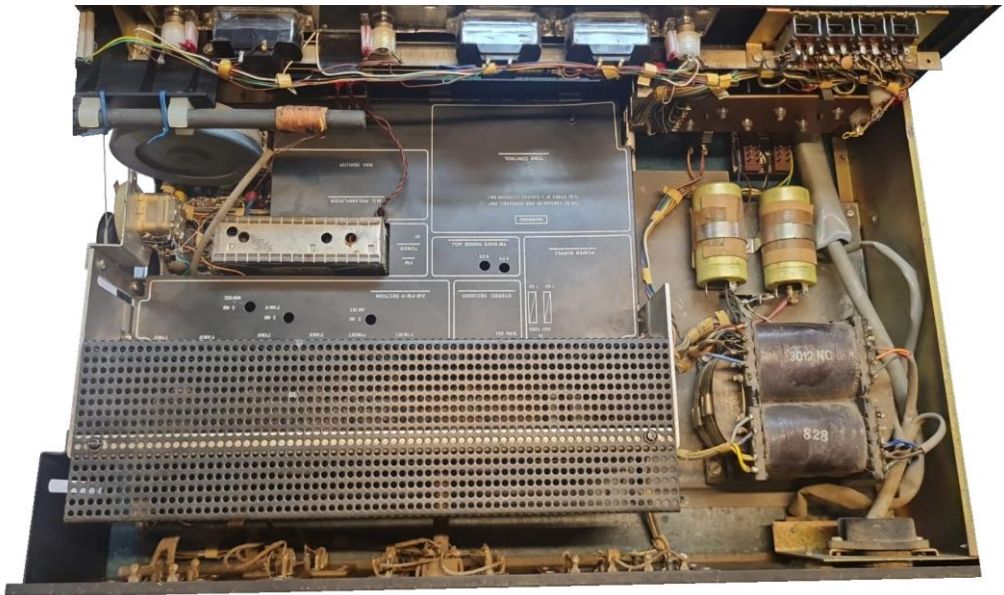
Os fusíveis adquiridos foram soldados diretamente nos terminais do transformador, com os devidos espaguetes de isolamento, pois trata-se de rede de energia de entrada.

Após a colocação dos fusíveis, energizamos o RH 748 com a lâmpada-série e tudo correu bem, sem problemas ou sobressaltos.

Partimos então para a limpeza e troca de componentes, como os capacitores eletrolíticos.

Nesta etapa, o saudosismo bateu; tirar o chassis da caixa de madeira que envolve o RH 748 foi simples, pois a Philips usou parafusos adequados – nada daqueles auto-atarrachantes que esgarçam o chassis e, basicamente, só servem para furar os dedos dos mais desavisados.

Uma limpeza inicial nos permitiu apreciar a montagem quase perfeita do RH 748: blindagens e proteções adequadas, indicação do posicionamento das etapas dos circuitos e de seus ajustes nas blindagens, fiação rígida devidamente amarrada. Um primor! Nota 10!



Interior do RH 748 (observem, à direita, a fiação CA devidamente isolada. Nota 10!)

Retiradas as blindagens, vimos que os capacitores eletrolíticos ainda eram os originais, de 1978, bem como observamos que o aparelho passou por alguma manutenção preventiva. Alguns resistores estavam “torrados”, mas funcionais, e outros foram substituídos por unidades de maior dissipação.

Algumas horas de trabalho foram gastas na substituição dos capacitores, colocação dos resistores corretos e troca das lâmpadas, além da limpeza interna, e deixaram seu interior com o visual mais agradável.

Quanto à lâmpadas, de filamento, estavam TODAS queimadas, indicativo de uso do aparelho em tensão maior do que a indicada na chave de comutação traseira.



As lâmpadas de iluminação mantivemos de filamento, de nosso estoque antigo, já as indicadoras de função foram substituídas por LED, com resultados satisfatórios.

Ligado novamente, com a lâmpada-série, tudo correu bem, havendo sinal na saída de falantes e a sintonia em FM estava satisfatória. Muito boa sensibilidade, tanto em OM quanto em FM, fazendo jus à fama da Philips de fabricar receptores de rádio de boa qualidade (a empresa nasceu fabricando rádios, nos Países Baixos, há mais de 100 anos atrás, então isso não foi nenhuma surpresa.

Passamos aos testes de bancada, em 220VCA/60Hz, e, do manual de serviço, colhemos as seguintes especificações do RH 748:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Sintonizador

AM — 520 — 1635 kHz
 FM — 88 — 108 MHz
 FI AM — 452 kHz
 FI FM — 10.7MHz
 Antena de FM — 300Ω

Sensibilidade / impedâncias das entradas

Pick-up : 2,2 mV/47KΩ
 Tape 1 / Tape 2 : 85 mV/100KΩ
 Entrada Power : 500mV/100KΩ

Nível de sinal das saídas

Tape 1 (Din) : 20 mV/20KΩ
 Tape 1 / Tape 2 (RCA) : 200 mV/50KΩ
 Saída Pré : 500 mV/10KΩ

Potência de saída

2 x 30 watts RMS/4Ω — 2 x 60 watts IHF/4Ω
 2 x 25 watts RMS/8Ω — 2 x 40 watts IHF/8Ω

Impedância de Phones

8Ω

Atuação dos controles

Balance : de 0 a -20 dB
 Treble : de +12 a -12 dB em 10kHz
 Bass : de +12 a -12 dB em 100Hz
 Loudness : +14 dB em 100Hz e +5 dB em 10kHz

Atuação dos filtros

High : -3 dB em 10 kHz
 Low : -3 dB em 125 Hz

Alimentação

110/127/220/240 V a.c. 50/60 Hz

Consumo

130 Watts a máxima potência em 4Ω
 21 Watts sem sinal

Dimensões

500 x 305 x 160 mm (lpxxa)

Apesar de não constarem do manual, no site Audiorama são citadas as especificações de DHT (1%), DI (0,2%) e resposta em frequência (-3dB): 20Hz - 20kHz (± 1 dB) à potência máxima e 19Hz - 30kHz (± 1 dB) a 50mV

Potência de saída antes do ceifamento em 8Ω - 25,2W



Potência de saída antes do ceifamento em 4Ω - 36,6W

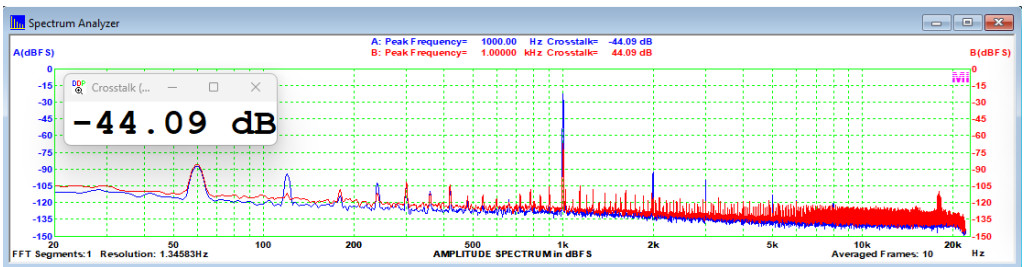


Valores consistentes com os divulgados; são até um pouco superiores. É aconselhável utilizar-se a chave de tensão na posição mais próxima da tensão nominal da rede, pois o transformador utilizado é configurado para isso.

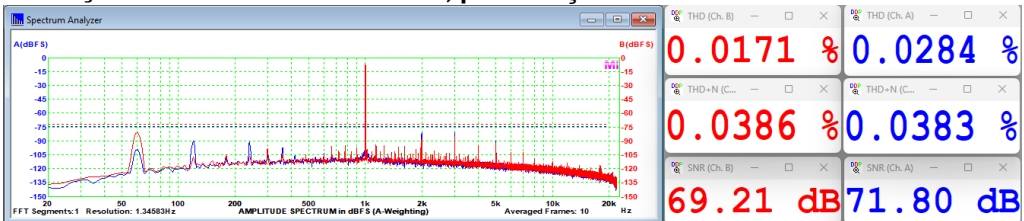
O consumo máximo em 8Ω foi de 90W, e, em 4Ω, de 142W. Boa eficiência.

O fator de amortecimento foi de 38,5, um bom valor.

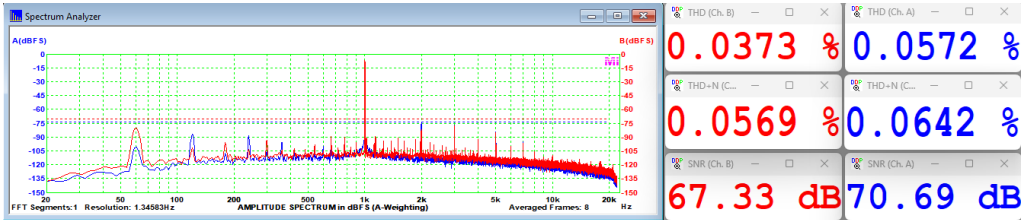
Diafonia (“crosstalk”) a 1W/8Ω - valor razoável



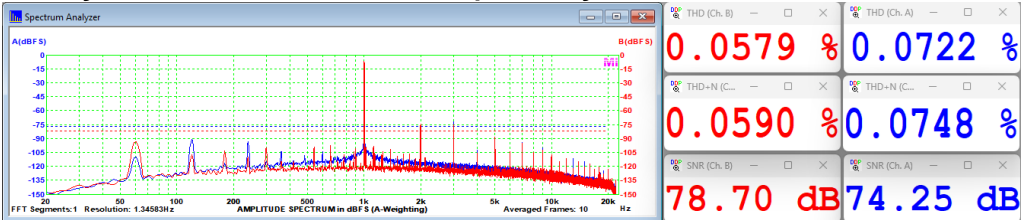
Distorção harmônica total a 1W/8Ω, ponderação A



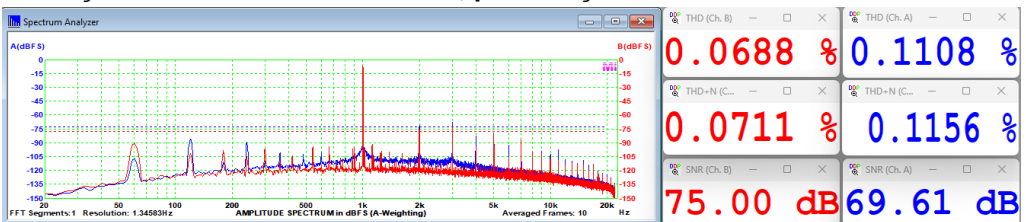
Distorção harmônica total a 1W/4Ω, ponderação A



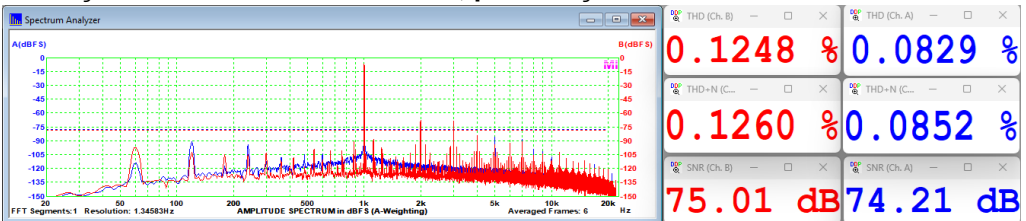
Distorção harmônica total a 10W/8Ω, ponderação A



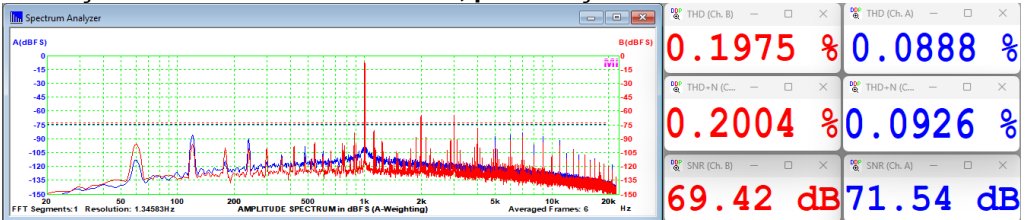
Distorção harmônica total a 10W/4Ω, ponderação A



Distorção harmônica total a 25W/8Ω, ponderação A

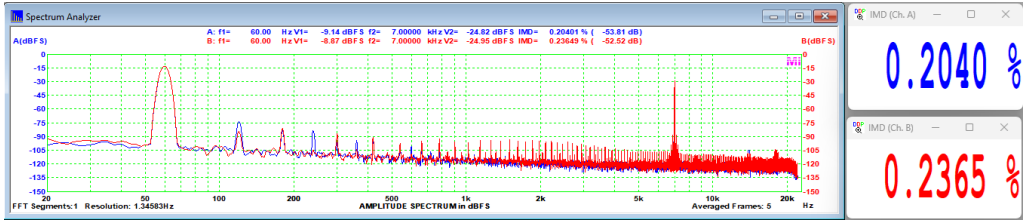


Distorção harmônica total a 35W/4Ω, ponderação A

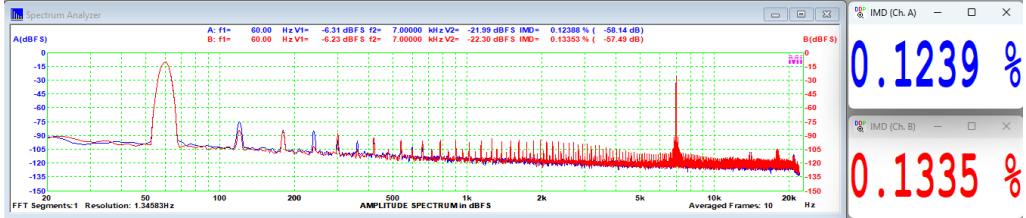


Os valores são bons e bem superiores ao limite citado no sítio (< 0,1%). A relação sinal-ruído é boa, mas com alguns artefatos da rede CA de entrada e da fonte.

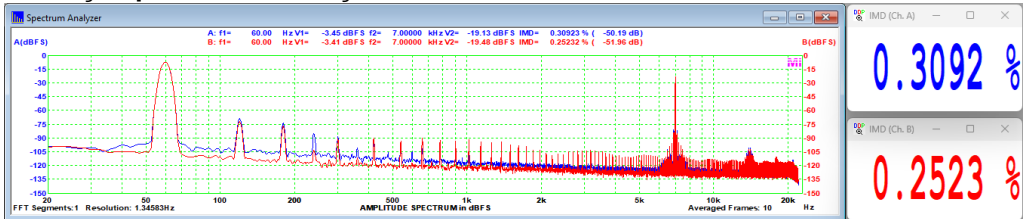
Distorção por intermodulação SMPTE a 1W/8Ω



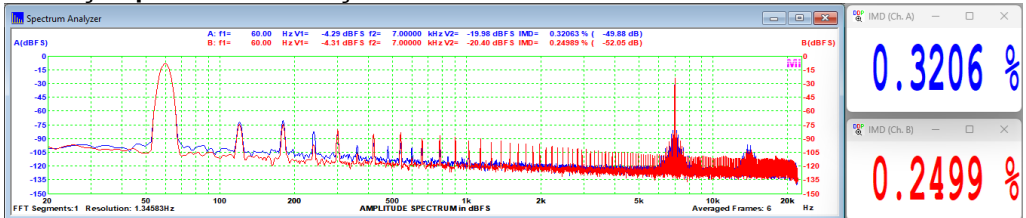
Distorção por intermodulação SMPTE a 1W/4Ω



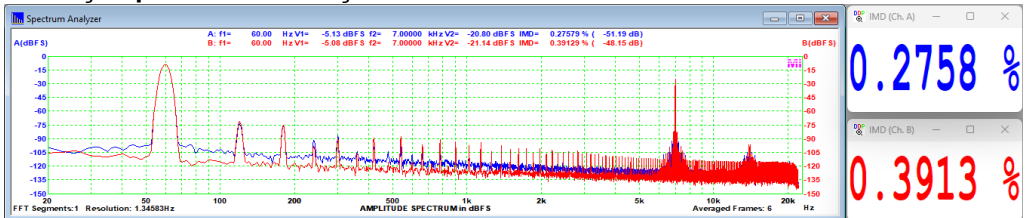
Distorção por intermodulação SMPTE a 10W/8Ω



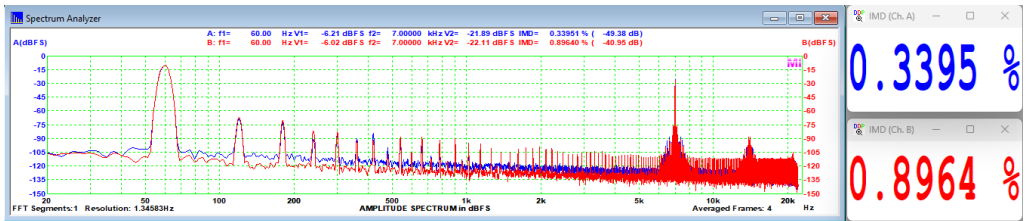
Distorção por intermodulação SMPTE a 10W/4Ω



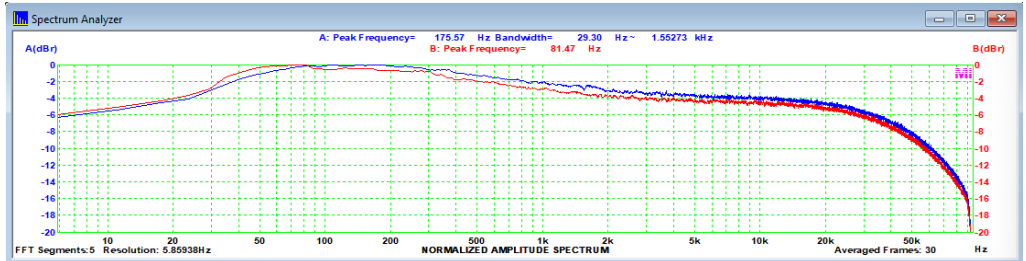
Distorção por intermodulação SMPTE a 18W/8Ω



Distorção por intermodulação SMPTE a 28W/4Ω



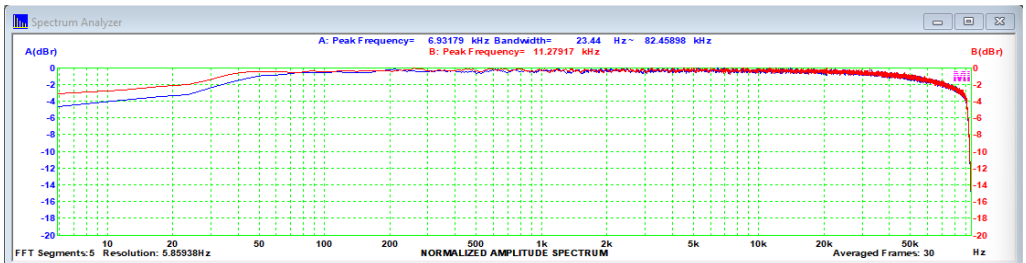
Resposta em frequência, controles em 0dB, a 1W/8Ω - 5Hz a 35kHz (-3dB)



A DI é muito boa até próximo da potência máxima, próxima também do indicado (0,2%).

A resposta em frequência apresenta um ganho, com todos os controles em flat, de 4dB em torno de 100Hz. Nos parece proposital, pois ocorre da mesma forma em ambos os canais. A resposta em frequência do estágio de potência é bem plana, e extensa, como pode ser visto abaixo:

Resposta em frequência, etapa de saída, a 1W/8Ω - 5Hz a 90kHz (-3dB)

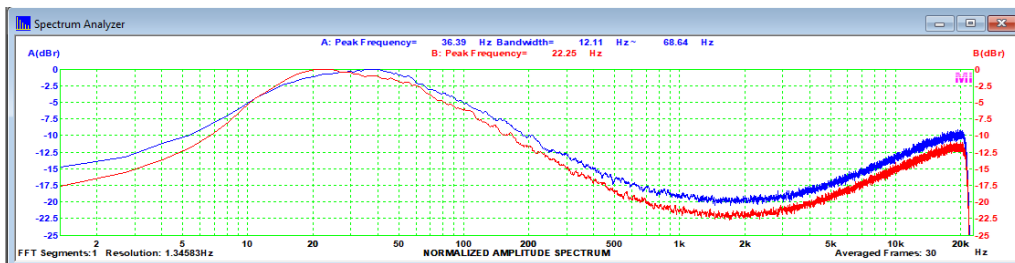


Aliás, quando da manutenção, verificou-se que a resposta dos dois canais eram bem diferentes, com atenuação maior em um canal a partir de 1kHz. Tratou-se de um problema mais complexo, pois exige uma análise detalhada do circuito. Coisa que os técnicos de TVKX resolveram com facilidade.

Providenciamos então as medições de resposta em frequência com a atuação dos controles de tonalidade, filtros e loudness.

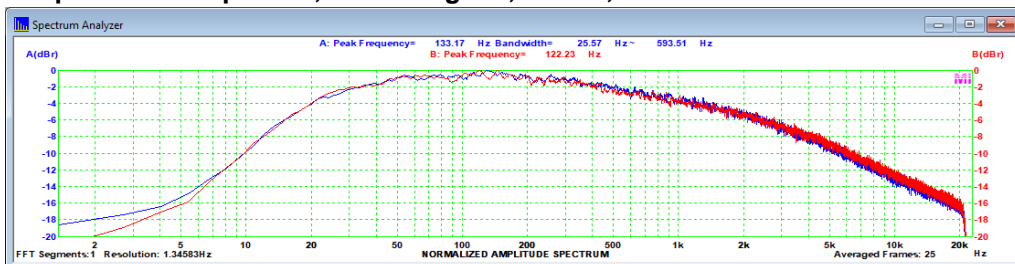
Vejam os resultados:

Resposta em frequência, loudness ligado, 1W/8Ω, +22dB/30Hz e +10dB/20kHz

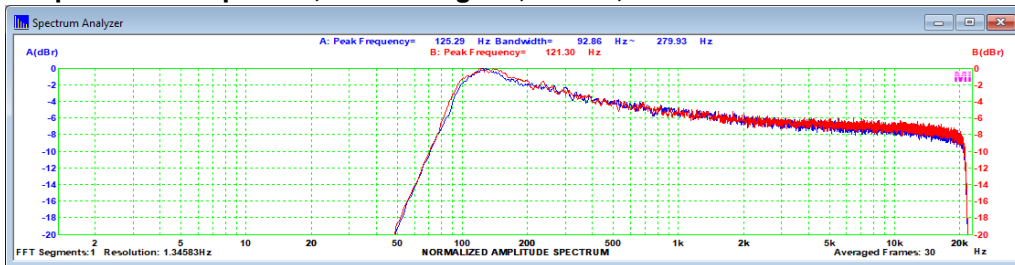


Podemos dizer que a Philips gosta de graves. Reforços acima do especificado, entretanto, se consideramos o reforço de 4dB nos graves com os controles em flat, os valores de reforço do loudness ficam mais próximos dos especificados. Creio que +14dB nos graves, conforme o manual, é excessivo

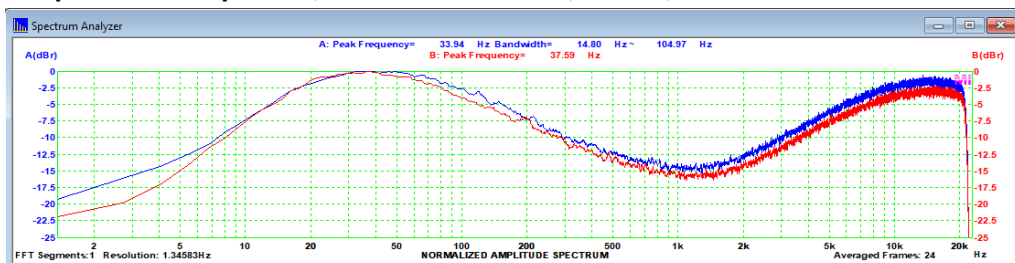
Resposta em frequência, filtro HI ligado, 1W/8Ω, -16dB a 20kHz



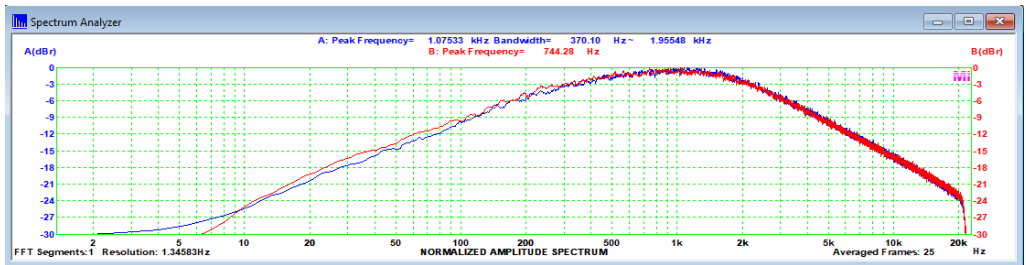
Resposta em frequência, filtro LO ligado, 1W/8Ω, -20dB a 50Hz



Resposta em frequência, tonalidade máximo, 1W/8Ω, +15dB/50Hz e +12dB/20kHz



Resposta em frequência, tonalidade mínimo, 1W/8Ω, -15dB/50Hz e -22dB/20kHz



Os valores de reforço e de atenuação em frequência do RH 748 são bem altos, e, com certeza, caixas de maior sensibilidade necessitarão de cuidados quando for efetuada alguma correção tonal. É sabido que os sonofletores nacionais tinham, na época, respostas deficientes, particularmente nos graves, talvez então a Philips tenha projetado o amplificador com isso em mente.

No tocante à recepção em FM, é muito boa, de boa sensibilidade; dois “fiapos” colocados nos bornes de antena de 300Ω são suficientes para “estourar” o medidor de intensidade de sinal. O CAF é efetivo. A faixa de OM não foi testada.

Podemos dizer que RH 748 é um bom equipamento, bastante completo e construído com cuidado. Sua montagem é das melhores que já vimos em um ampicceptor dessa complexidade.

E é muito bom poder contar com um manual de serviço para fazer a manutenção e a restauração do equipamento. Tem inclusive um mapa que permite, sabendo-se o número do componente, encontrar com facilidade sua posição no chapeado impresso. Isso, com certeza facilitou a vida de nosso amigos do TVKX em seu reparo.

O RH 748 é bonito, robusto, apresenta boas características técnicas e deve ter feito sucesso. Não era o ampicceptor mais sofisticado da Philips na época; a linha Hi-Fi International era completa, com excelentes equipamentos.

Neste ponto, só temos a lamentar que uma gigante da eletrônica, como a Philips, por decisões, a nosso ver, equivocadas, tenha encerrado sua linha de alta fidelidade e vendido sua divisão de semicondutores, além de terceirizar sua linha de televisores.

Marcas demoram a se firmar como sinônimo de qualidade, e a empresa, a nosso ver, poderia continuar sendo hoje um gigante industrial nessas áreas.

E ficamos por aqui. Até a próxima!

OFB para receptores *



Dê nova vida à radioescuta em ondas curtas: com este oscilador de frequência de batimento, OFB, será possível tornar inteligíveis, no veterano receptor dos velhos tempos, sinais como os de radioamadores e estações utilitárias em SSB (faixa lateral singela), bem como em CW (telegrafia). — (O OFB, sintonizado em 454 kHz: leitura em frequencímetro Leader LCD-821, com válvulas Nixie. Projeto, fotos e informações: cortesia Florentino de Pasquale. Texto: Redação de ANTENNA).

O OFB é um circuito oscilador que gera um sinal de frequência fixa ou variável, projetado para produzir um “batimento” audível, permitindo a recepção e a inteligibilidade de sinais de SSB (Single Side Band, Faixa Lateral Singela). Torna audíveis também os sinais de estações de telegrafia em código Morse (CW). O termo OFB, Oscilador de Frequência de Batimento, vem de *Beat Frequency Oscillator*.

***Colaboração de Florentino De Pasquale, Caracas, Venezuela (INV. FDP. ELECTRONICA, C.A. Reparador, restaurador de equipamentos antigos e experimentador).**

Na edição anterior de ANTENA, de dezembro de 2024, nosso leitor, Florentino De Pasquale – destacado em “Conhecendo os Colegas” – entre os seus magníficos trabalhos de restaurações apresentou um Zenith Transoceanic A600, funcionando com um OFB externo. O acessório despertou grande interesse e, a pedido dos leitores, apresentamos aqui, por gentileza do seu Autor, mais alguns detalhes a respeito do OFB.

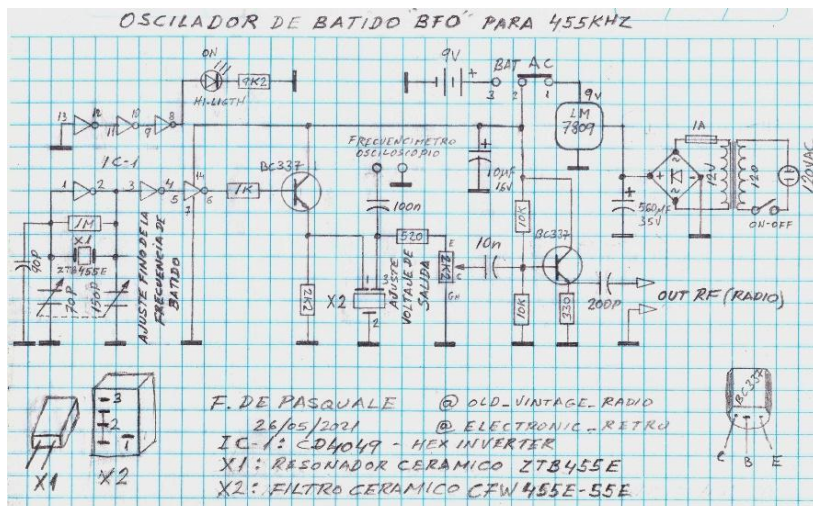


Figura 1. Esboço do circuito do oscilador de batimento. O CI é um CD4049. Os transistores são tipo BC337. X1 é um ressonador cerâmico ZTB455E. X2 é um filtro cerâmico tipo CFW455E-55E. O acessório pode ser alimentado pela rede ou por uma bateria de 9 V. A saída do OFB é ligada ao rádio na entrada de RF ou à etapa de FI através de um cabinho blindado. Um potenciômetro de 2K2 ajusta o nível de saída. Há conector para eventual uso de frequencímetro ou osciloscópio, para monitorar a saída de RF. No caso de receptores que funcionem com outra FI, como 460 kHz, o filtro e o ressonador cerâmico devem ser escolhidos para esta frequência. No projeto original foi usado um CD4049 de 14 pinos. Observe bem, na hora da montagem: o CD4049 tipo DIP16 não é igual, pino a pino, com a versão encapsulada em 14 pinos.

O OFB gera uma frequência ligeiramente deslocada em relação à FI. Quando o sinal do oscilador se mistura com o sinal de FI, resulta um “batimento”, uma diferença de frequências na faixa audível. Esse batimento permite que sinais como os telegráficos com interrupção da portadora sejam audíveis. Em SSB, ajustando-se a sintonia do OFB, os sinais ficarão com áudio inteligível. Em algumas configurações de recepção, o OFB pode ser usado também para sinais digitais, como RTTY ou PSK. Em receptores mais atuais, a demodulação de sinais de SSB ou CW se processa através de circuitos detectores de produto.

No caso do receptor Zenith usado pelo Autor, o acoplamento do sinal do VFO foi feito através do conector “fono” que estava sem uso na traseira do chassi. Nesse caso não foi necessária grande alteração no circuito original do rádio (v. figura 2, a seguir).

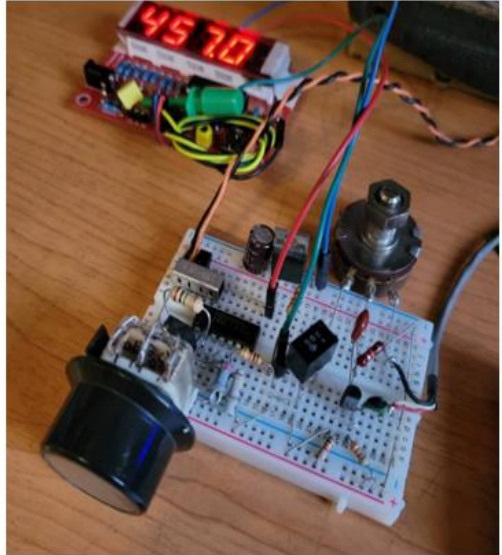
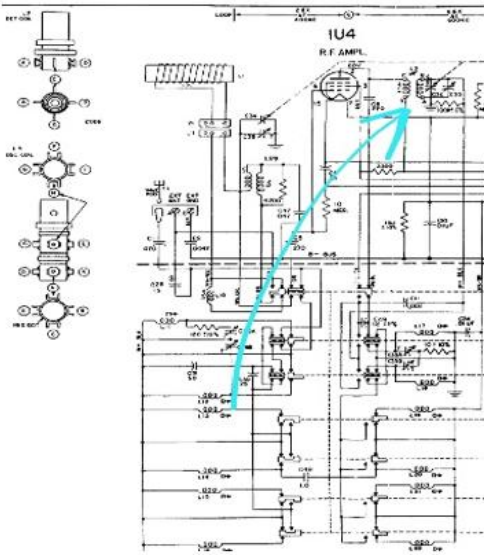


Figura 2. A inserção do sinal de batimento, no caso do Zenith Transoceanic A600L do Autor, foi feita aproveitando-se o conector “fono”, sem uso, do receptor. O OFB descrito injeta um sinal ajustável de 452 a 458 kHz.

Como funciona o oscilador de batimento. Se a FI do receptor é de 455 kHz, o OFB pode ser ajustado para 455,5 kHz, por exemplo. Ao misturar o sinal do OFB (455,5 kHz) com o sinal da FI (455 kHz), o resultado será um tom audível de 500 Hz. Essa frequência de batimento é ouvida como o “áudio” ou “piado” do sinal de telegrafia em Morse, por exemplo.

Em sinais de SSB — modalidade denominada às vezes como “banda lateral” — o oscilador de batimento permite reconstruir o áudio do sinal modulado ao misturar o sinal do OFB com o sinal de portadora suprimida. Ajustando-se a sintonia do oscilador, a característica “voz de pato” de SSB passa a ser reproduzida como áudio compreensível pelo ouvinte.

Circuitos de osciladores de batimento eram comuns nos receptores de comunicações, para a recepção de sinais de SSB e CW. Em telegrafia, são essenciais para a captação de sinais fracos, imersos no ruído da faixa. Um ligeiro ajuste no nível do sinal de batimento às vezes é necessário, para que o próprio oscilador, mais forte, não mascare os sinais débeis.



Figuras 3 e 4. Ponto em que foi injetado o sinal de OFB no circuito do receptor do Autor: secundário da bobina (L2) do estágio amplificador de RF. À direita, protótipo do oscilador montado para testes. O limite superior da cobertura de frequências, com o filtro e ressonador cerâmico indicados, vai até 457 kHz. Em alguns receptores o sinal de OFB poderá ser acoplado diretamente no estágio de FI. Em receptores com bobinas de FI com frequências diferentes de 455 kHz, o OFB também pode ser utilizado, trocando-se o filtro e o ressonador cerâmicos para a frequência adequada.



Figura 5. Grandes companheiros para a recepção de sinais de SSB e CW: um bom receptor e um bom oscilador de batimento. Na operação em ambientes externos, o oscilador de frequência de batimento funciona alimentado por uma bateria de 9 V. O protótipo do OFB do autor foi montado em gabinete plástico que recebeu depois pintura de acabamento do mesmo tipo e do mesmo tom do receptor.

Detalhes sobre a montagem. O capacitor variável permite a sintonia fina do sinal de batimento. É do tipo plástico, miniatura, duplo, de seções separadas de 70 + 150 pF, como os usados em rádios portáteis.

O pequeno transformador de alimentação usado no protótipo, no caso do Brasil deve ser com primário de 127 e/ou 220 V. O secundário, de 12 V, é ligado através de uma ponte retificadora a um integrado regulador de 9 V. Uma chave permite a comutação para operação com a tensão da rede ou através da bateria interna de 9 V.

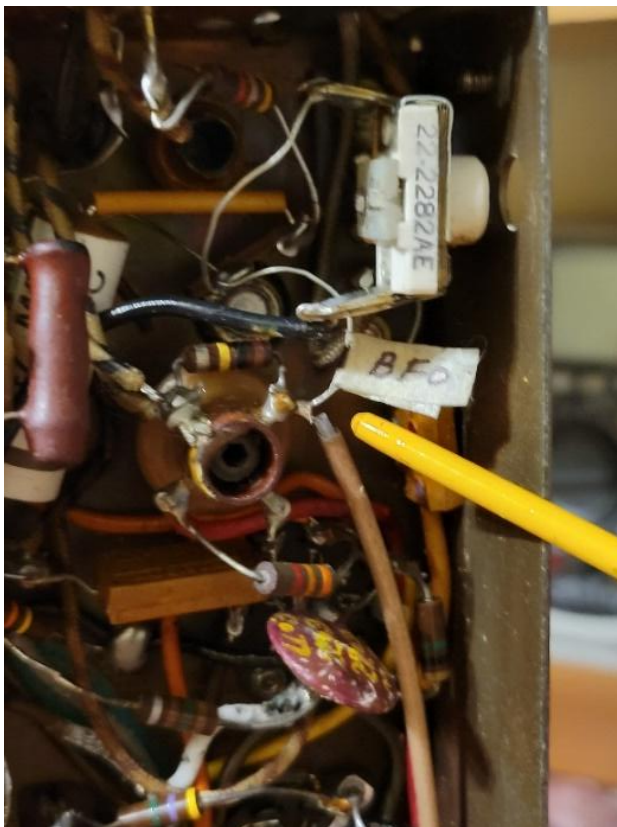


Figura 6. A saída de RF do OFB é conectada ao secundário da bobina de entrada do receptor. No caso de outros receptores, poderão ser experimentadas conexões diretamente no estágio de FI ou do detector. Em alguns receptores bastará aproximar o cabo que vem do OFB à grade da válvula amplificadora de FI ou da detetora para um funcionamento satisfatório.

Um oscilador de batimento é um acessório bastante útil principalmente para quem gosta de ondas curtas. Pode servir para o aprendizado de código Morse ou para proporcionar sintonias interessantes de comunicados de estações em SSB, como as de radioamadores operando em 80 e 40 m por exemplo. Desnecessário dizer que o OFB apresentado serve não apenas para receptores antigos valvulados. Será útil também para receptores transistorizados. O importante é que o receptor tenha cobertura e boa sensibilidade para as frequências desejadas. Boas experiências e boas escutas!



Você, leitor amigo, já Você, leitor amigo, já esteve às voltas com algum problema (pouco comum) na instalação, manutenção ou conserto de um televisor, rádio amplificador de som ou mesmo qualquer outro aparelho eletrodoméstico?

Se sim, ajude seus colegas, divulgue o que você observou e como resolveu o problema. Basta escrever um resumo do caso e mandá-lo para o e-mail ilhajaim@gmail.com, deixando o resto por conta do redator de TVKX. Se ele considerar o assunto de interesse, será feita uma estória, com os populares personagens do TVKX. O seu nome será mencionado no artigo.

Novos ventos

- A ideia de diversificar as atividades parece que deu certo mesmo!
 - Fôssemos depender de televisores, aí as coisas estariam ruins de vez...
 - Parece mesmo que nosso amigo Toninho acertou em cheio.
 - Sempre disse que estávamos subestimando o Toninho. Apesar de suas implicâncias, e volta e meia ter vontade de jogar ele pela porta afora, é o que temos... E um dia ele tinha de acertar em alguma coisa.
 - Lá vem ele.... Finja que não sabe de nada. Não encha muito o balão!
 - Boom Diaaaaa! Puxa vida... a cada dia vocês chegam mais cedo! Daqui a pouco vão estar por aqui antes de a padaria abrir.
 - Oito e meia! Você acha isso cedo? Apanhe logo seu café, o pãozinho e a broa de milho e vamos conversar um pouco.
- Assim foi feito e dali a pouco nossos amigos estavam novamente reunidos em torno da mesinha de café.
- Vamos lá, turma... Pelo menos hoje vocês não estão com cara de urubu no choco!
 - Pois é, Toninho... Talvez tenhamos até de mudar o nome da oficina. Os serviços em televisores estão em baixa e...
 - Baixa ? Temos recebido um bom número de televisores e você fala em baixa ?

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

- Mas observe bem, Toninho: Daqueles que recebemos na última semana, mais da metade tinham defeito de tela... Ou seja: Inviável o reparo. Irão virar sucata! Dois deles tinham defeito na “Main” e o custo era exorbitante!
- Então sobraram apenas quatro televisores para um conserto na bancada!
- Isso aí! O que nos tirou do buraco foram os equipamentos de áudio, os fornos de micro-ondas os “Air-Fryer” e as máquinas de fazer pão...
- Esqueceu-se dos computadores? Três notebooks consertados!
- Estou pensando em reorganizar a oficina, deixando a área maior para equipamentos de áudio e a lateral para os televisores.
- Por mim, tudo bem, contanto que continue o cantinho nos fundos para guardar minhas tralhas.
- Está bem, Toninho... Continue lá com o seu quartinho da bagunça. Que assim seja!
- Por falar nisso, Hoje é meu dia de pagar a conta! Ao trabalho... São quase nove horas e temos novidades pela frente!

Chegando à oficina Toninho deu uma paradinha e...

- Turma! Está chegando... Falta pouco mais de um ano!
- Pirou de novo. Para que, Toninho?
- Para o centenário de Antenna! Faço questão de estar presente nessa ocasião!
- Chega de conversa, Toninho! Hoje Temos coisa séria..
- Vamos ver o mistério que está dentro dessa embalagem na sua bancada.

Aberta a embalagem, apareceu uma verdadeira preciosidade: Um “Receiver”, como era conhecido na época, Philips RH 748, um sonho de consumo dos anos 70/80.



FIGURA 1

- Uau!!! E tem esquema... O que ele tem?
- Está parado. Tem de ficar como novo! Posso lhe adiantar...

- Rapaz !.. Isso é do tempo em que a Philips mandava no mercado, com equipamentos de altíssima qualidade.

- Naquele tempo, quase cinquenta anos atrás, a Philips tinha linhas de produtos diversificados, desde os mais simples, como as “vitrolinhas”, até uma linha de equipamentos que ela chamava de “Hi-Fi International”; equipamentos de alta qualidade e de excelentes características técnicas.

- Não estou lembrando desses equipamentos da Philips, Carlito. Embora fosse adolescente na ocasião, lembro bem dos Gradiente, Sansui, Kenwood...

- Pois é, Toninho: A maioria dos “Hi-Fi International” não chegou legalmente ao país, por conta da tal “Reserva de Mercado”. Alguns equipamentos, no entanto, foram produzidos aqui, seguindo o mesmo padrão internacional da marca. O 06 RH 748 foi um deles.

- Vamos então ao primeiro teste: Passe a lâmpada em série, Toninho! Não quero “Cheiro de Ampères” aqui na oficina, ainda mais vindo de uma raridade dessas.

- Um... dois... e... Nada! Não liga...

- Abra a tampa e faça uma inspeção visual, Toninho.

- E para já !

Retirada a tampa e inspecionado internamente...

- Verifiquei que os dois fusíveis de linha estavam abertos. São fusíveis cerâmicos miniatura, que são colados no transformador de força, em série com cada primário, o que evita a necessidade de se trocar o fusível em função da tensão de entrada.

- Por que terão queimado? Em todo o caso vou colocar fusíveis próprios para placa impressa .

- Feita a adaptação, o “receiver”, ou como diz Carlito, o ”Amplceptor” voltou à vida, sempre com a lâmpada-série.

- Fale, Toninho...

- Retirei a lâmpada-série e ele funcionou, mas todas as lâmpadas (painel, medidores e seletoras) estavam queimadas; muito provavelmente o aparelho, que veio do interior de SP, estava ajustado para 110 V em rede de 127 V, daí as lâmpadas vão queimando com o tempo;

Após a troca das lâmpadas, foram colocados LEDs apenas nos indicadores de entrada. As demais, de iluminação, foram trocadas por lâmpadas de filamento.

Depois de algum tempo, Toninho e Zé Maria traziam novidades:

- Veja aqui, Carlito: substituí alguns resistores com aspecto "torrado" na saída de áudio (R968, R969, R970 e R971), bem como os resistores com denominação "a", do outro canal, que alguém trocou por dois resistores, somente com a metade da resistência (0R47/5W).

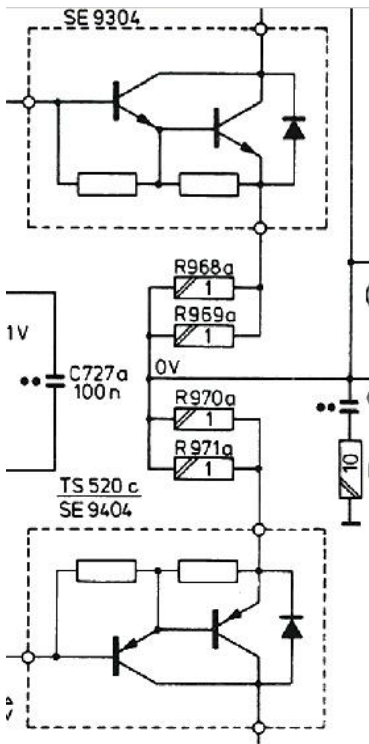


FIGURA 2

- E já que temos o esquema em mãos, ajustei a corrente de repouso dos dois canais, que estava em 20 mA, quando o recomendado no manual de serviço é 30 mA;

- Não sei se vocês repararam, mas quase todos os capacitores eletrolíticos estão datados de 1982. Observe bem que alguns já apresentam vazamento de eletrólito. Isso ocorre comumente, depois de muito tempo, nos capacitores de filtragem, que têm ripple elevado.

- Depois disso...

- Lubrifique com "Fospro" as chaves e potenciômetros. Veja que todos são Constanta, que já não se acham mais. Ah! Não desperdice nem uma gota do "Fospro". Não é mais fabricado!

Terminada a tarefa, Carlito sugeriu que se fizesse um teste de funcionamento, usando o gerador de áudio. Aí...

- Injetei o sinal de 1 KHz na entrada Tape 1 e verifiquei uma pequena diferença entre os canais A e B.

- E o que fez?

- Variei a frequência do sinal e verifiquei que ele se atenuava no canal B, chegando a cerca de 30% a menos que no canal A, conforme a frequência subia. Isso indica que temos algum problema envolvendo reatâncias capacitivas, pois esses estágios não possuem indutores.

- Muito bem... Então é hora de procurar algum capacitor alterado!

Passou algum tempo até Zé Maria e Toninho chegarem a uma linha de raciocínio:

- Medimos a diferença de amplitude dos sinais, partindo da saída de falantes, entrada do amplificador de potência (C717b), saída do pré (C713b) e saída do primeiro estágio de preamplificação (TS513b e C702b)

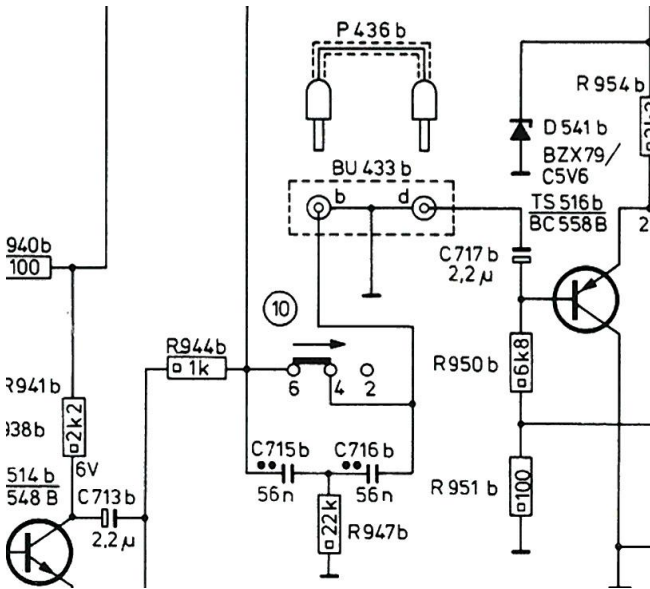


FIGURA 3

- E nesse caminho, o sinal se mantinha atenuado até o capacitor C702b, que foi retirado e estava bom. O problema estava depois dele!

- Verificamos, então os capacitores do estágio, e todos estavam bons!

- Então o problema não é devido a um capacitor!

- Foi aí que o Zé Maria resolveu acionar o filtro de agudos, na chave S11, e os sinais se equilibraram, atenuados!

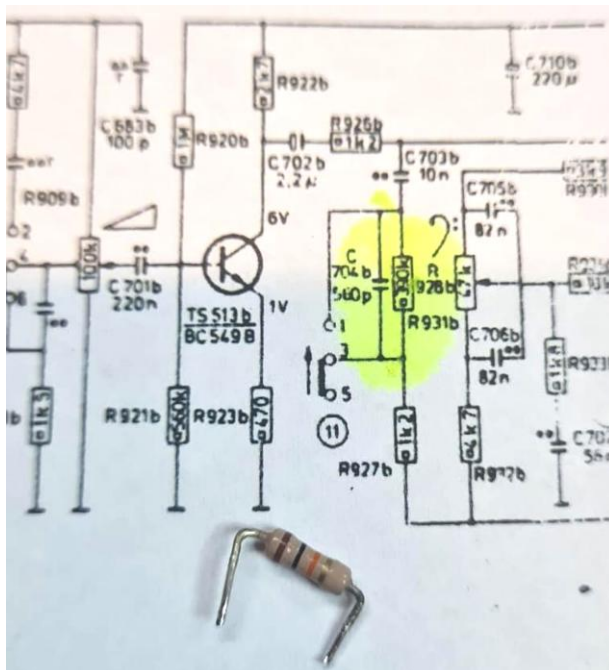


FIGURA 4

- E com isso, resolvi inspecionar a chave S11 e seus componentes agregados, e achei o culpado.

Toninho ataca novamente!:

- Olhe aqui no esquema, Carlito: Algum técnico desavisado, ou talvez na linha de montagem mesmo, ao invés de colocar o resistor de 390k, correto, colocou um de 10k, o que alterou a constante de tempo do filtro de agudos e baixou a frequência de corte com a chave não acionada. Caso encerrado!

- E o nome da oficina? Vai ser mudado ou não? Poderia ser...

Caso de oficina relatado por Marcelo Yared

O 2N3055... de novo!



Marcelo Yared*

Iniciando nossos trabalhos em 2025, e esperando que nossos leitores tenham passado muito bem o Natal e as festas de Ano Novo, vamos tratar aqui de um assunto velho, muito velho, quase tão velho quanto este articulista... o conhecidíssimo transistor bipolar de potência 2N3055.

Fabricado desde a década de 1960, por vários fabricantes de semicondutores, e ainda em produção, esse bravo componente, encapsulado em metal, mas também em plástico, era (e ainda é, com menos frequência) utilizado em diversos equipamentos onde houvesse necessidade de amplificação, regulação e de comutação de potência.

Na foto acima, temos apenas quatro exemplos de fabricantes, das dezenas que existiam, desde a PECOR, menos conhecida, à esquerda, passando pela Newark (esse transistor foi comprado na LATeRe (<https://laterebr.com.br/>), aqui no Brasil, recentemente, e é novo), pelo original hometaxial da RCA, que o projetou, até um exemplar dos tempos da Cortina de Ferro, no Leste Europeu, a romena [Baneasa](#), mais à direita.

À exceção do segundo, todos eles são unidades NOS, com seus 40 anos de idade, ou mais, e, também, seguem as especificações originais da RCA, no que se refere a ganho, frequência de operação, potência etc.

Tudo bem, mas, agora, o leitor deve estar perguntando o porquê de estarmos de volta a esse componente, muito explorado nas páginas de Antenna até recentemente.

O motivo é a Internet, o ChatGPT e as redes sociais. Faz algum tempo, publicamos um artigo sobre o projeto de um amplificador que poderia ser utilizado em classe A ou em classe B, com projeto moderno, mas utilizando apenas componentes disponíveis no mercado nacional da década de 1970 em diante (<https://revistaantenna.com.br/construa-um-amplificador-em-classe-a-para-algo-mais/>). Nele, mostramos que o mais importante é o correto uso dos componentes e, também, que as boas práticas e a teoria de eletrônica são importantes, pois, sem elas, tornamo-nos apenas “ajuntadores de peças”.

*Engenheiro Eletricista

“Sapeando” no Facebook, nos diversos, e interessantes, grupos sobre eletrônica, áudio e afins, é comum encontrarmos pessoas interessadas em explicar o funcionamento e as origens de componentes, circuitos etc.

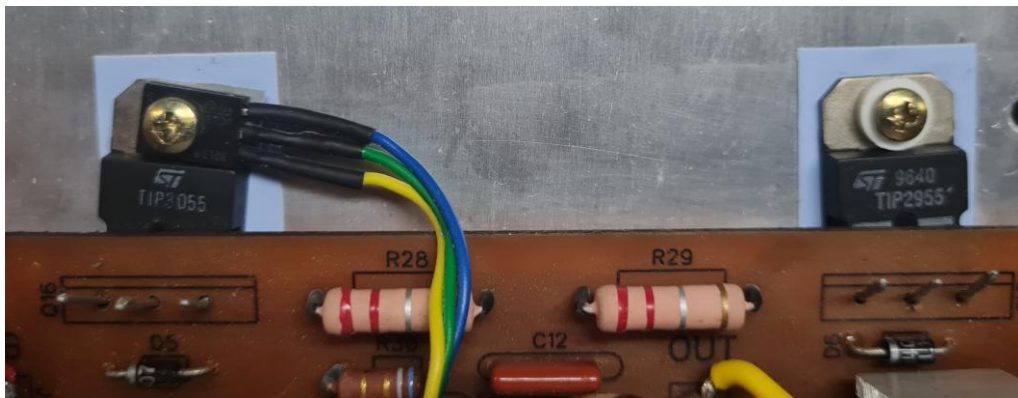
Muitas vezes vemos explicações consistentes e aprendemos coisas interessantes, mas, de outras, encontramos informações incorretas, enviesadas, baseadas em mitologia ou mesmo resultados de pesquisas em ferramentas de IA, sem que o consultante tenha domínio sólido do assunto, daí, temos o ditado de engenharia: “garbage in, garbage out”.

Nosso glorioso 2N3055, e que já devia estar curtindo sua merecida aposentadoria, é uma das vítimas desses casos; ora é santificado como algo sensacional para, imediatamente após, ser qualificado como “porcaria”... e ele é apenas um semiconductor, com características definidas e que, se utilizado corretamente, prestará bons serviços em sua função.

O problema aí reside em se tipificar algo sem as devidas justificativas: por que é bom? Porque é ruim? Como se comporta? Baseado em quais características técnicas inferimos ou determinados suas qualidades?

Sem essas informações, as afirmações vão se enquadrar como opiniões; estas têm, normalmente, caráter subjetivo e podem levar o leitor a erro. Em publicações e discussões técnicas, precisão é importante.

Voltando ao projeto de Antenna citado, para mostrar que é possível obtermos excelentes características técnicas com tecnologia mais antiga, utilizamos os transistores de saída da foto abaixo:



Sim, trata-se da versão em encapsulamento plástico (TO-3P) do 2N3055, o TIP3055 da ST, fabricado em 1996, juntamente com seu par complementar, o TIP2955, do mesmo fabricante. O projeto utilizou esses transistores, além do BC546, BD139, BD140 e BC556, todos disponíveis na década de 1970, no Brasil. O TIP3055 ainda é fabricado pela ST, em versão TO-247.



**TIP2955
TIP3055**

Complementary power transistors

Features

- Low collector-emitter saturation voltage
- Complementary NPN - PNP transistors

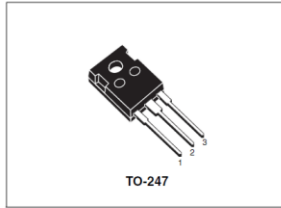
Applications

- General purpose
- Audio Amplifier



Description

The devices are manufactured in epitaxial-base planar technology and are suitable for audio, power linear and switching applications.



O leitor pode observar que o fabricante os recomenda em aplicações de uso geral e em amplificadores de áudio. E foi para amplificar áudio que os utilizamos. Funcionaram muito bem.

Então, faz pouco tempo, encontramos uma publicação no Facebook afirmando que o 2N3055 não presta para áudio amplificação, que não responde acima de 10kHz etc; havia até algumas folhas de datasheets mostrando especificações baseadas em frequências dessa ordem, como abaixo:

POWER TRANSISTORS

2N3055 (Hometaxial), 2N6253, 2N6254, 2N6371, 40251

ELECTRICAL CHARACTERISTICS, $T_C = 25^\circ C$ Unless Otherwise Specified.

CHARACTERISTIC	TEST CONDITIONS				LIMITS								UNITS		
	VOLTAGE		CURRENT		2N3055 (Hometaxial)		2N6253		2N6254		2N6371			40251	
	V _{CE}	V _{BE}	I _C	I _B	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.		MIN.	MAX.
h_{fe} f = 1 kHz	4		1		15	120	10	-	10	-	10	-	-	-	
f_T	4		1		800	-	-	-	-	-	800	-	-	-	kHz
h_{fe} f = 0.4 MHz	4		1		-	-	2	-	2	-	2	-	-	-	
h_{fe}	4		1		10	-	10	-	10	-	-	-	-	-	kHz
S/b	39				-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
$t_p = 1$ s	40				2.9	-	-	-	-	-	2.9	-	-	-	A
nonrep.	45				-	-	2.55	-	-	-	-	-	-	-	
	60				1.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	80				-	-	-	-	1.87	-	-	-	-	-	
$R\theta_{JC}$					-	1.5	-	1.5	-	1.17	-	1.5	-	1.5	$^\circ C/W$

*In accordance with JEDEC registration data formats JS-9 RDF-10: 2N3055H; JS-6 RDF-2: 2N6253, 2N6254, 2N6371.

Essa folha de dados é do datasheet original da RCA, e, suponho, a tal “resposta de 10kHz” deve ter sido uma interpretação do parâmetro f_{hfe} destacado, por mim, em vermelho. Vários fabricantes do 2N3055 repetem essas especificações para seu produto. Particularmente, o datasheet atual da ST para o TIP3055 é bem simples, e contém apenas dados básicos do transistor; faz sentido, pois trata-se de um transistor antigo, de características técnicas inferiores aos modernos e de uso geral, de baixo custo. Não vale a pena gastar tinta com ele, mesmo porque datasheets completos desse componente facilmente encontrado na Internet, atualmente.

Observem que a RCA se refere ao 2N3055 homotaxial, pois a empresa tinha em sua linha dois tipos de 2N3055, sendo o outro, de construção epitaxial, menos robusto mas com f_T superior à do homotaxial, que é, como pode ser visto acima, de 800 kHz.

A RCA também divulgou um datasheet para o 2N3055 epitaxial, e esta construção, ou construções similares, é a utilizada atualmente por quem ainda mantém o 2N3055, e outros de sua família, em produção.

f_T	2N6569	4	1	1.5							MHz
$f = 0.5 \text{ MHz}$	2N6594	4	1	2.5							
f_{hfe}	2N3055	4	1			20					kHz
$f = 10 \text{ kHz}$	MJ2955	4	1			10					

O datasheet onde aparece o 2N3055 epitaxial da RCA tem a formatação diferente, e, apesar de citar o 2N6569 nesta tabela, ele informa que a diferença entre eles é apenas a potência máxima a 25C, menor para este último. Vejam que f_T praticamente dobrou e o parâmetro f_{hfe} também aumentou na mesma proporção.

De fato, as versões mais modernas do 2N3055 eram mostradas como transistores com frequências de trabalho maiores. Na matriz de aplicações, por família, do mesmo datasheet, vemos:

GUIDE TO PRODUCT SELECTION

Power Transistors Product Matrix



Epitaxial-Base N-P-N and P-N-P Types

$I_{Cmax.} = -3.5 \text{ A}$ $f_T \text{typ.} = 20 \text{ MHz}$ TO-205MD/TO-39	$I_{Cmax.} = 6 \text{ A}$ $f_T \text{typ.} = 8 \text{ MHz}$ TO-213MA/TO-66	$I_{Cmax.} = -6 \text{ A}$ $f_T \text{typ.} = 10 \text{ MHz}$ TO-213MA/TO-66	$I_{Cmax.} = 7 \text{ A}$ $f_T \text{typ.} = 8 \text{ MHz}$ TO-220	$I_{Cmax.} = -7 \text{ A}$ $f_T \text{typ.} = 10 \text{ MHz}$ TO-220	$I_{Cmax.} = 15 \text{ A}$ $f_T \text{typ.} = 6 \text{ MHz}$ TO-204MA/TO-3	$I_{Cmax.} = 15 \text{ A}$ $f_T \text{typ.} = 8 \text{ MHz}$ TO-204MA/TO-3
2N5783 Family P-N-P	2N6374 Family N-P-N	2N5954 Family P-N-P	2N6292 Family N-P-N	2N6107 Family P-N-P	2N3716 Family N-P-N	2N6472 Family N-P-N
2N5783 $V_{CE0} = -40 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-100$ @ -1.6 A $P_T = 10 \text{ W}$	2N6374 $V_{CE0} = 40 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-100$ @ 3 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N5956 $V_{CE0} = -40 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-100$ @ -3 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6669 $V_{CE0} = 30 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-100$ @ 5 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6111 $V_{CE0} = -30 \text{ V}$ $h_{FE} = 30-150$ @ -3 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6569 $V_{CE0} = 40 \text{ V}$ $h_{FE} = 15-120$ @ 4 A $P_T = 100 \text{ W}$	2N6470 $V_{CE0} = 40 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-150$ @ 5 A $P_T = 125 \text{ W}$
2N5782 $V_{CE0} = -50 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-100$ @ -1.2 A $P_T = 10 \text{ W}$	2N6372 $V_{CE0} = 80 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-100$ @ 2 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N5954 $V_{CE0} = -80 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-100$ @ -2 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6292 $V_{CE0} = 70 \text{ V}$ $h_{FE} = 30-150$ @ 2 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6107 $V_{CE0} = -70 \text{ V}$ $h_{FE} = 30-150$ @ -2 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N3055 $V_{CE0} = 60 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-70$ @ 4 A $P_T = 115 \text{ W}$	2N6471 $V_{CE0} = 60 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-150$ @ 5 A $P_T = 125 \text{ W}$
2N5781 $V_{CE0} = -65 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-100$ @ -1 A $P_T = 10 \text{ W}$	2N6465 $V_{CE0} = 80 \text{ V}$ $h_{FE} = 15-150$ @ 1.5 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6467 $V_{CE0} = -100 \text{ V}$ $h_{FE} = 15-150$ @ -1.5 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6473 $V_{CE0} = 100 \text{ V}$ $h_{FE} = 15-150$ @ 1.5 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6475 $V_{CE0} = -100 \text{ V}$ $h_{FE} = 15-150$ @ -1.5 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N3716 $V_{CE0} = 80 \text{ V}$ $h_{FE} = 30$ @ 3 A $P_T = 150 \text{ W}$	2N6472 $V_{CE0} = 80 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-150$ @ 5 A $P_T = 125 \text{ W}$
	2N6466 $V_{CE0} = 120 \text{ V}$ $h_{FE} = 15-150$ @ 1.5 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6468 $V_{CE0} = -100 \text{ V}$ $h_{FE} = 15-150$ @ -1.5 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6474 $V_{CE0} = 120 \text{ V}$ $h_{FE} = 15-150$ @ 1.5 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N6476 $V_{CE0} = -120 \text{ V}$ $h_{FE} = 15-150$ @ -1.5 A $P_T = 40 \text{ W}$	2N5878 $V_{CE0} = 80 \text{ V}$ $h_{FE} = 20-100$ @ 4 A $P_T = 150 \text{ W}$	

Meio confuso, não? O 2N3055 epitaxial é citado como tendo f_T típico de 6 MHz, quatro vezes o especificado na primeira versão de sua folha de dados. Verificando em outros fabricantes, os 2N3055 mais modernos têm seu f_T entre 2,5 e 3 MHz, normalmente. Os modelos mais antigos seguiam a especificação original, de 800 kHz. Eles devem utilizar a geometria original da RCA, sob licença.

Então, existe um parâmetro que é utilizado para sabermos se um transistor bipolar pode ser usado em uma determinada função, que é chamado de f_T . Como o leitor já percebeu, mesmo em datasheets de um mesmo fabricante essa informação, bem como outras, é confusa, e o ChatGPT não vai nos ajudar nestes casos.

Muitas dessas informações são baseadas nas definições JEDEC (<https://www.jedec.org>), que define padrões para a indústria de eletrônica.

E, pesquisando no sítio da JEDEC, podemos clarear um pouco as coisas.

O parâmetro f_{hfe} , por exemplo, que foi utilizado como exemplo é chamado de *common-emitter, small-signal, short-circuit forward-current transfer ratio cutoff Frequency* (<https://www.jedec.org/standards-documents/dictionary/terms/small-signal-short-circuit-forward-current-transfer-ratio-cutoff>), e é, pela definição no JEDEC, A frequência mais baixa na qual a magnitude da taxa de transferência de corrente direta de curto-circuito de pequenos sinais é 0,707 vezes seu valor em uma frequência baixa especificada, geralmente 1 kHz ou menos, conforme o padrão IEEE 255. (Referência: JEDEC JESD10, 9/81).

Por exemplo, se o h_{fe} de um determinado transistor é medido em 1 kHz, e seu valor é 100, a frequência superior na qual esse ganho desce a 70,7 é chamada de f_{hfe} e isso não significa que o transistor, em pequenos sinais, não irá funcionar nessa frequência, apenas que seu ganho de corrente é menor, e cairá mais, normalmente, conforme a frequência sobe.

O outro parâmetro, f_T , o produto entre o ganho e a largura de banda, é definido como a frequência na qual $h_{fe} = 1$ (0 dB).

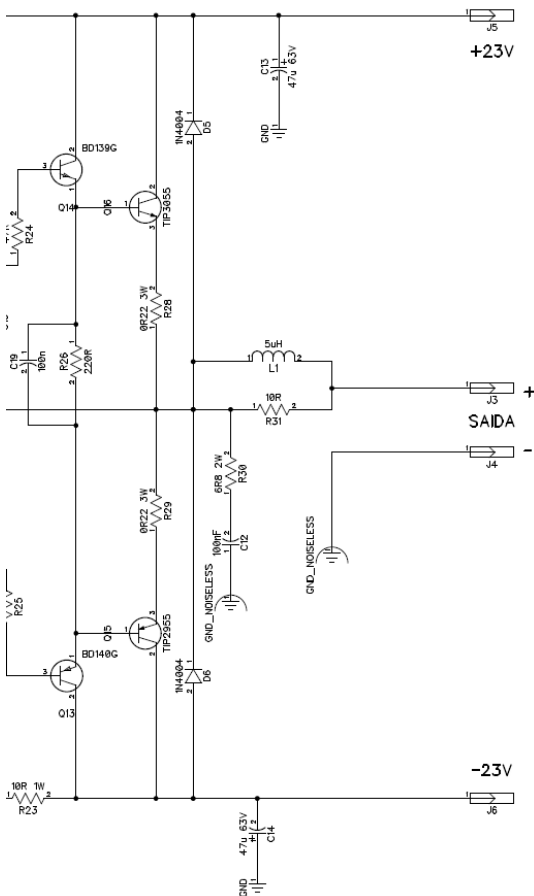
Este último é mais importante para o projetista de áudio e é um dos parâmetros utilizados, normalmente, para a escolha dos transistores do projeto.

Tomemos o 2N3055 homotaxial como exemplo. A f_T **mínima** dele, de acordo com a RCA, é de 800 kHz. Se considerarmos que ele deve apresentar, em altas potências, um ganho de corrente mínimo de 10, em tese, a banda passante nessa situação seria 800 kHz/10, ou seja, 80kHz, o que é mais que suficiente para um estágio de saída de áudio.

Obviamente, um transistor mais moderno, com esse parâmetro mais alto, será melhor para o projeto, necessitando menos corrente de base, apresentando menor desvio de fase na banda passante pretendida etc, mas essa não é a característica mais importante neste caso, o que será citado adiante.

Vamos verificar, na prática, como se comportam os transistores e se as alegações de baixa fidelidade, resposta deficiente acima de 10 kHz, “slew rate” baixo etc correspondem à realidade. Para isso, utilizaremos nosso protótipo do artigo publicado em Antena, já citado, inicialmente com os transistores originais, os TIP3055 e TIP2955. Apesar da análise já ter sido feita, e de ter mostrado uma resposta em frequência (-3dB) de 7 Hz a 300 kHz, vamos refazer a medição, porque o padrão é medir essa característica a 1 W de potência. Faremos agora perto da potência máxima, e mediremos também a distorção do amplificador em 90 kHz de banda nessa condição, para verificarmos a linearidade do circuito com esses transistores ultrapassados e, também, se eles podem ser considerados, mesmo hoje em dia, adequados para uso em alta-fidelidade.

Os transistores TIP já são construídos com tecnologias mais modernas, e os datasheets informam f_T mínima de 2,5 MHz, o que significa que devemos obter bons resultados. Então, também utilizaremos transistores antigos, com o f_T original de 800 kHz para o 2N3055, e verificaremos se, ainda assim, eles seriam adequados.



O esquema da saída de potência é este, e é tradicional. Observem que ele apenas fornece ganho de corrente, juntamente com seus “drivers”.

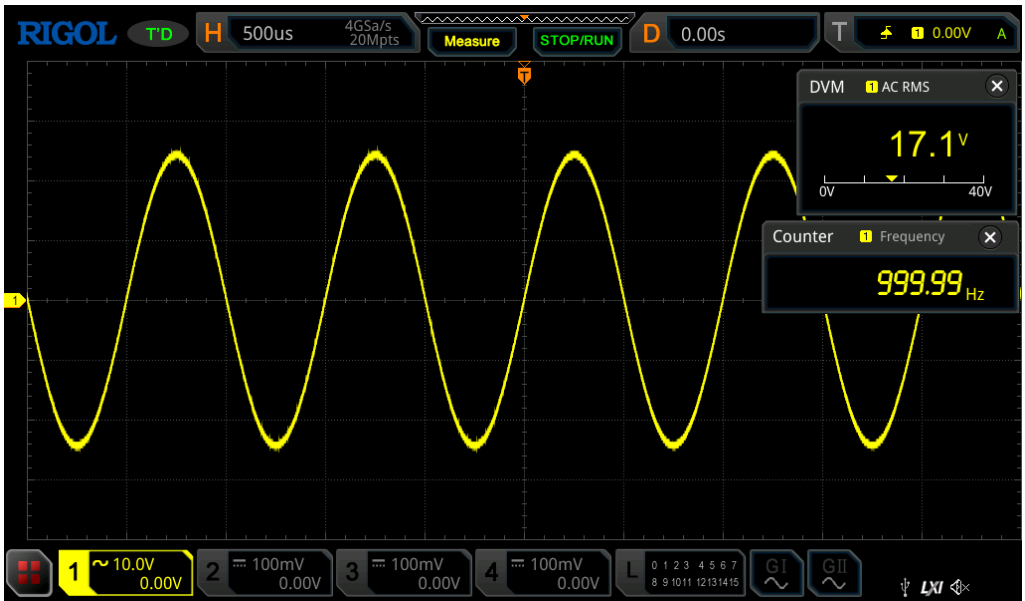
Supondo um ganho mínimo de 20 e de 50 para os dois componentes, respectivamente, a corrente a ser fornecida pelo estágio anterior deve estar na casa dos miliampères.

Para trabalhar em classe B, elevaremos as tensões de alimentação a aproximadamente ± 30 V, respeitando os limites mínimos de V_{CE0} dos transistores, que é de 60 V, pelo datasheet.

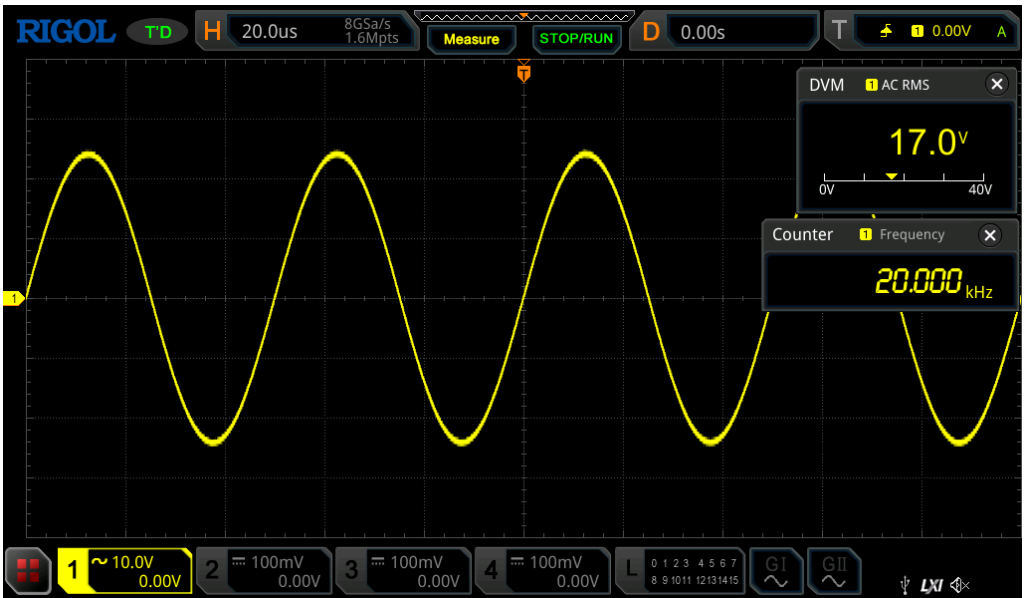
Também ajustamos a corrente de repouso procurando atender o [Critério de Oliver](#), buscando a menor distorção de transição possível para um estágio em classe B.

Posteriormente, em um próximo artigo, iremos substituir todos os transistores antigos por unidades modernas e comparar os seus resultados com os agora obtidos. Vamos lá!

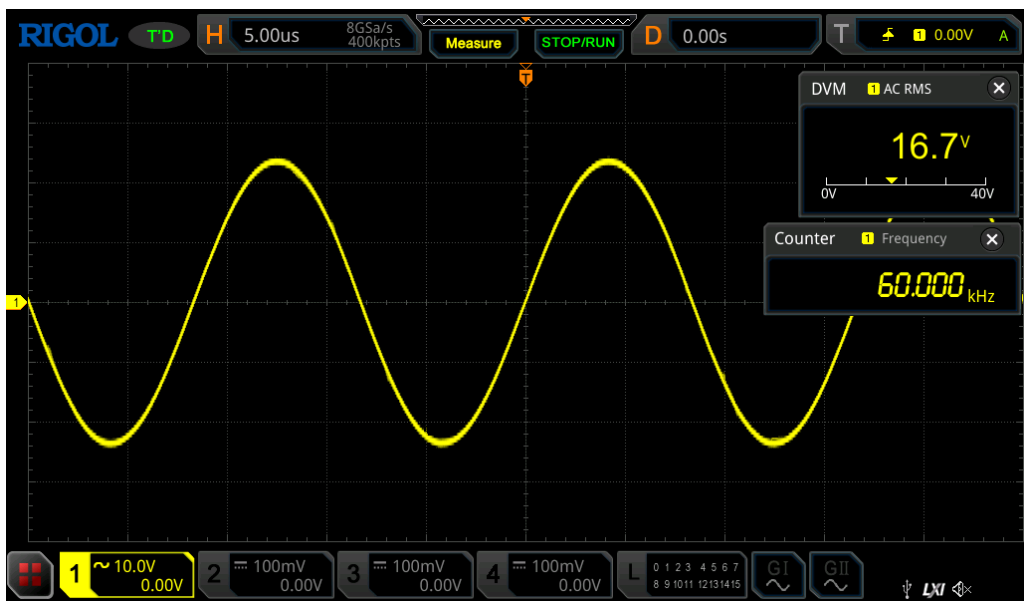
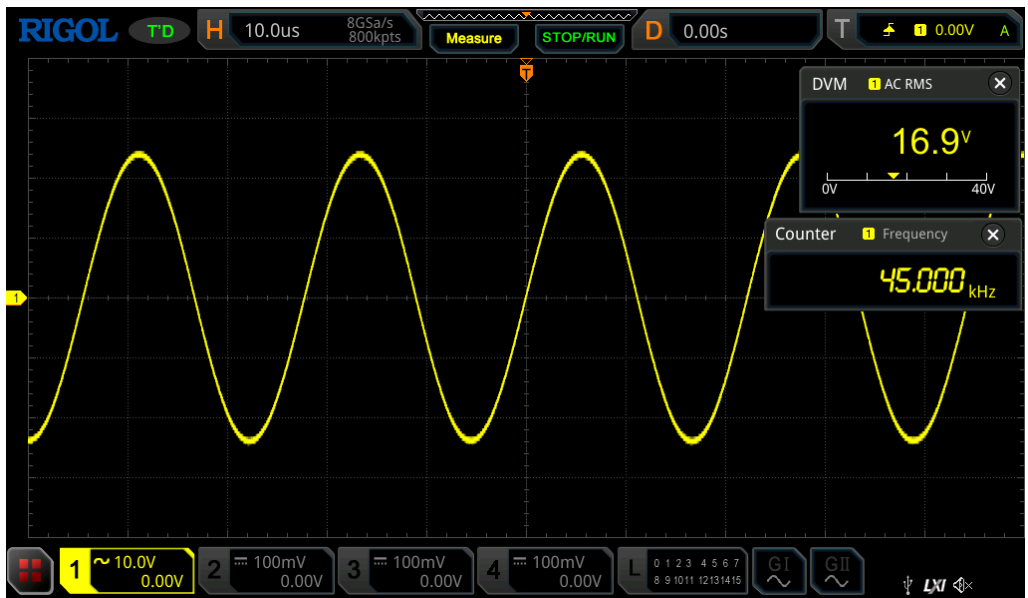
Arbitramos a potência de medição em 35 watts, aproximadamente, apesar de podermos obter um pouco mais, em 8Ω . Isso elimina as não-linearidades decorrentes de ceifamento. Observem também que o indutor L1 limita a resposta em altas frequências, mas seu valor é muito baixo, não sendo significativo nessa impedância de carga, abaixo de 100 kHz. Inicialmente, em 1 kHz, obtivemos a seguinte senoide à saída:



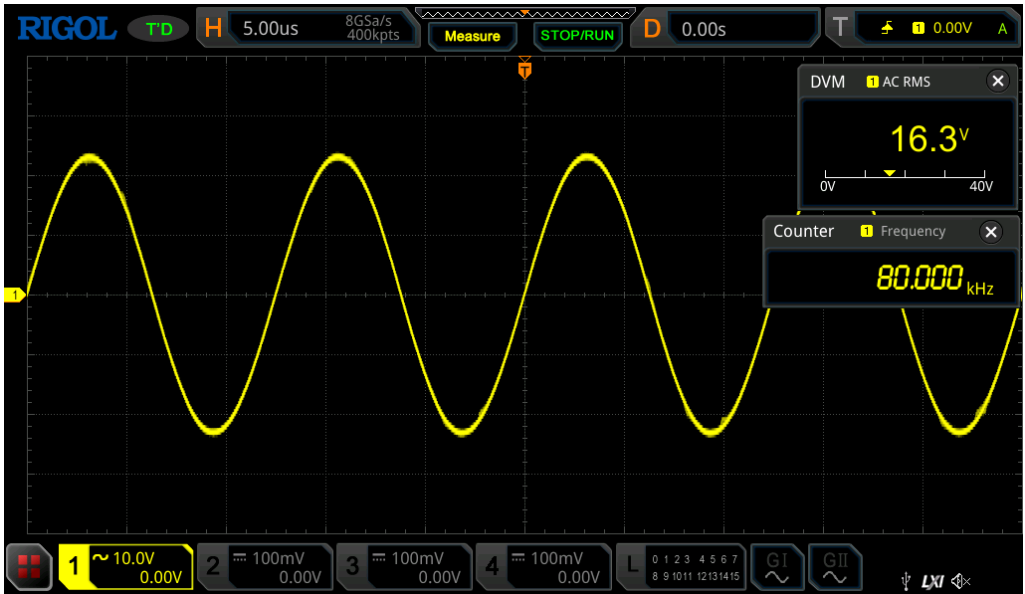
Passamos então a 20 kHz.



Até aqui, tudo bem, sem evidências de deformação na senoide, Vamos adiante.



A amplitude cai um pouco, o que é esperado, e a forma de onda continua perfeita visualmente. Vamos agora a 80 kHz, o que seria duas oitavas acima de 20 kHz, limite de nossa banda audível, o que é mais que satisfatório para audição em alta-fidelidade.



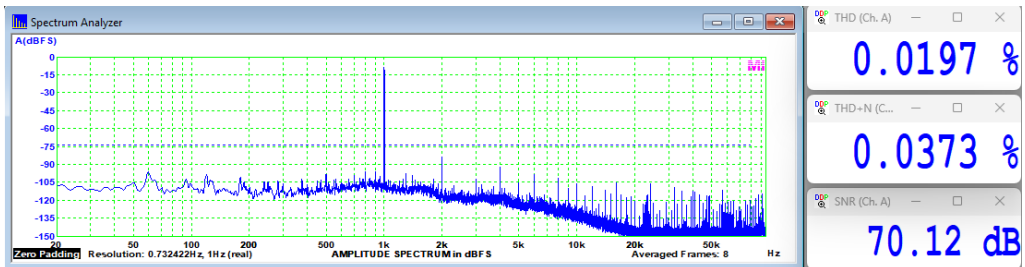
Vejam que o amplificador responde adequadamente até 80 kHz, e mesmo acima, pois a queda em amplitude nessa frequência é de somente 0,41 dB.

A primeira concepção popular de que transistores antigos, particularmente o 2N3055 e seus derivados, são inadequados para uso em alta-fidelidade não se mostrou correta nestes testes.

Mas, visualmente, não podemos dizer muito da distorção harmônica nessas condições. Como o amplificador se comportou?

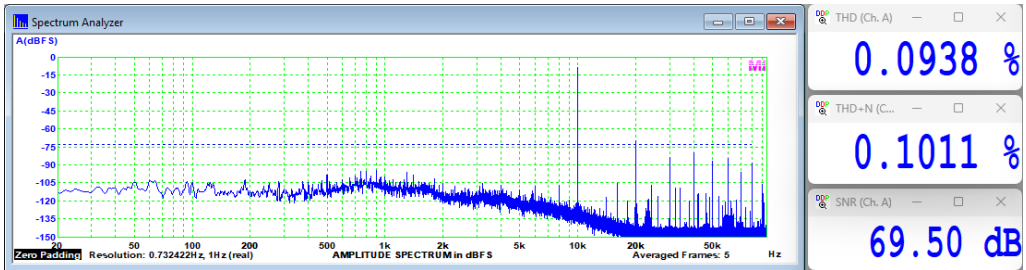
Inicialmente, sem utilizar nenhuma ponderação na medição (estamos interessados na linearidade intrínseca do amplificador, e não na nossa percepção da distorção).

No padrão de medição, a 1 kHz, com banda 90 kHz, a 35 W, 8 Ω , obtivemos:

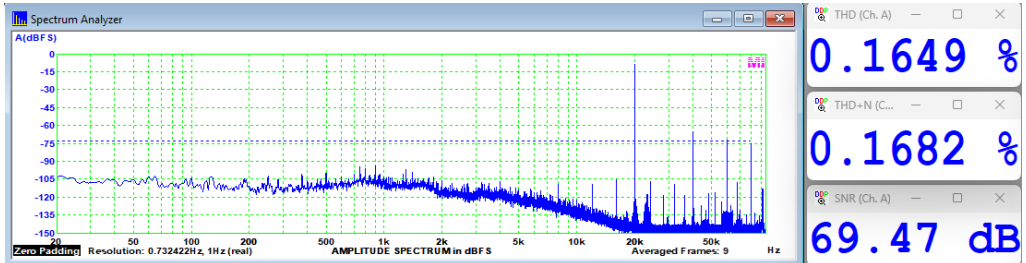


São valores bons e mostram boa linearidade. Sabemos que a efetividade da realimentação vai diminuir a partir dessa frequência, então vamos medir a distorção harmônica acima disso. Lembrem-se que o limite de audibilidade para um ser humano (jovem), é de 20kHz, então, dificilmente, qualquer harmônica acima disso será percebida.

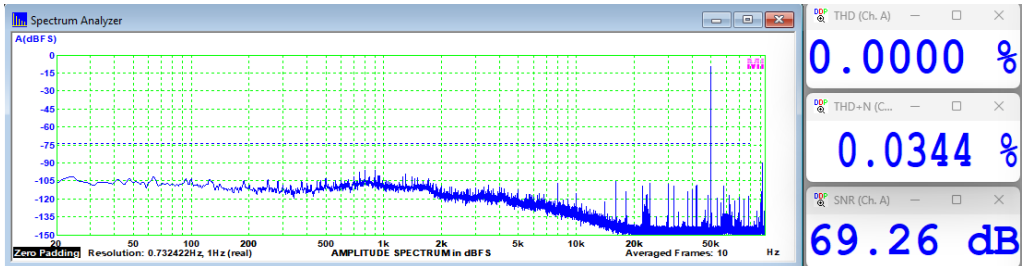
A 10 kHz:



A 20 kHz:



A 50 kHz:



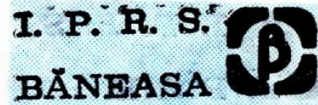
Estranho, não? Zero de distorção harmônica; mas isso decorre da banda de medição, que vai até 90 kHz, e das harmônicas, que começam em 100 kHz para a fundamental de 50 kHz. Observem que há componentes de ruído, mas, novamente, mesmo essa fundamental, e todo o resto, não é audível. Este teste serve apenas para mostrar que transistores “antigos e lentos” podem ser utilizados em projetos de alta-fidelidade, sem problemas.

Então, já podemos jogar no lixo nosso preconceito acerca de esses transistores não serem adequados para áudio. Isso não é verdade. Não são, hoje em dia, os melhores para essa função também, e mais adiante exploraremos isso.

Mas estamos tratando aqui de transistores com f_T bem superior (cerca de 3 vezes, no mínimo) ao dos 2N3055 homotaxiais da década de 1970 (800 kHz). Será que estes últimos serão adequados? Responderão, com baixa distorção e boa linearidade, acima de 10 kHz, a 35 watts?

Para dirimir esta dúvida, escolhemos um 2N3055 com f_T mínimo de 800 kHz e de uma fábrica não conhecida, a Baneasa, já citada. Vejamos seu datasheet:

2N 3055/1 ... 2N 3055/10



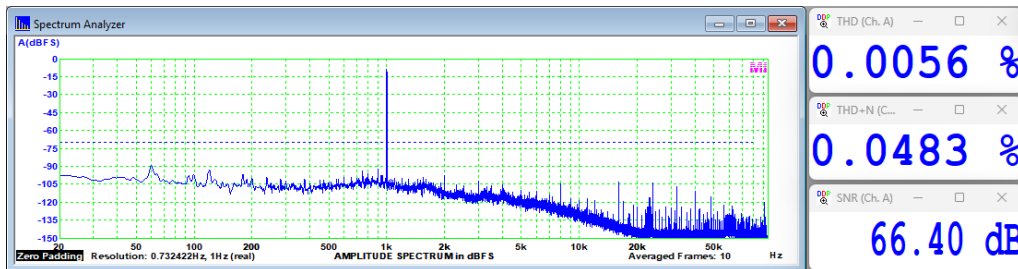
CARACTERISTICI ELECTRICE ($T_c = 25^\circ\text{C}$)
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (cont.)

Parametru Parameter	Min. Typ. Max.	Unit.
f_T Frecvența de tranziție Gain bandwidth product $I_C = 1\text{ A}; V_{CE} = 4\text{ V}$	0,8	MHz
$I_{S/B}$ Curent de colector de străpungere secundară Second breakdown collector current $V_{CE} = 40\text{ V}; t = 1\text{ s}$	2,9	A
2N 3055/3; 2N 3055/6	2,9	A
2N 3055/7; 2N 3055/8	2,9	A

Precisamos agora de um par complementar para ele. Como não tínhamos o MJ2955 aqui, utilizamos um transistor da Motorola, da época, com características bem similares às do MJ2955, o 2N5876.

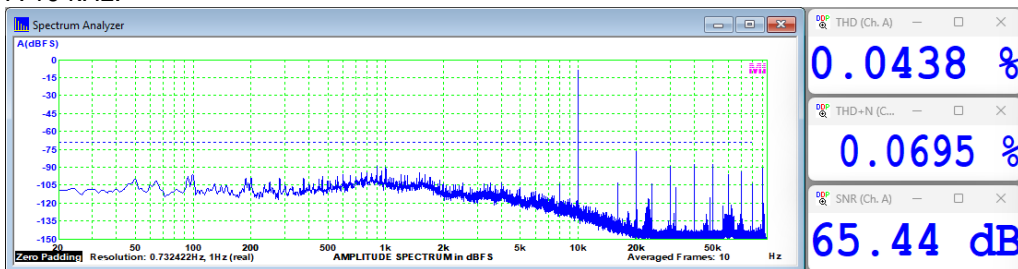


Os transistores foram ligados à placa impressa com cabos de 1 mm², curtos, e os valores de distorção seguem abaixo, inicialmente a 1 kHz, banda de 90 kHz, a 35 W, 8 Ω:

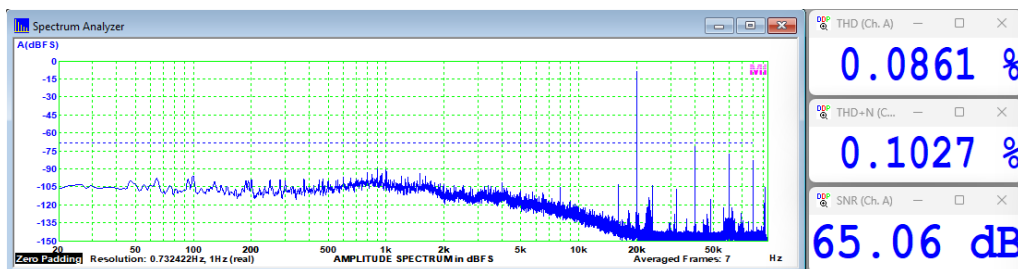


Um valor de DHT muito melhor que o dos TIP e de muito bom, de uma forma geral.

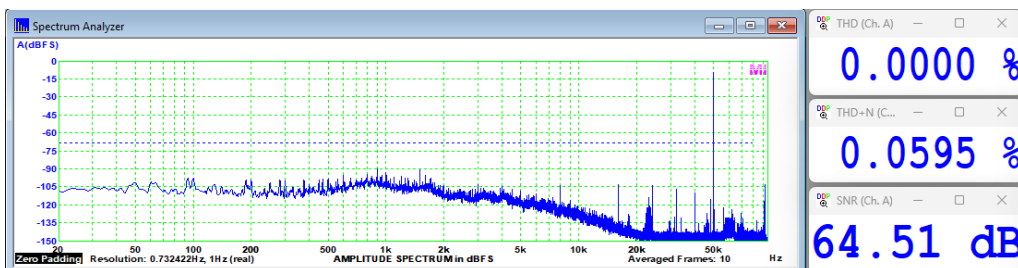
A 10 kHz:



A 20 kHz:

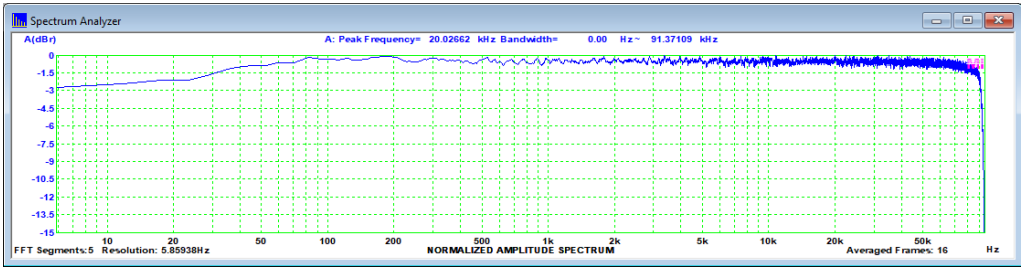


A 50 kHz:



Como podemos observar, os transistores ainda mais “lentos” ofereceram distorção melhor que as dos mais modernos, sem maiores dificuldades.

Também levantamos a resposta de frequência do amplificador com ruído branco, e o resultado obtido foi o seguinte:



Resposta muito boa (5Hz a 90 kHz, -3 dB) e limitada, também, pelo teto do analisador que utilizamos (90 kHz). Muito provavelmente f_T , f_{hfe} e h_{fe} são melhores que os especificados, na corrente e na temperatura de trabalho da medição.

Então, isso significa que podemos usar transistores antigos em projetos atuais?

A resposta é sim, com os devidos cuidados de compensação e realimentação aplicadas ao seu projeto, entretanto, poder não significa ser a melhor opção.

Esse artigo procura desmistificar algumas coisas em relação a esses componentes antigos, mas eles só devem ser usados em restaurações ou projetos em que seu custo-benefício ainda compense, como em fontes de alimentação lineares, por exemplo.

Para áudio, há componentes muito melhores atualmente, a baixo custo, e que tornam a vida do projetista e a do reparador bem mais fáceis, especialmente em características não tratadas aqui, nas quais o bom e velho 2N3055 tem desempenho inferior. Vejamos um exemplo, em um parâmetro muito importante para o amplificador, o comportamento do ganho de corrente em função de seu valor.

O 2SC5200, atualmente, é barato, e pode ser encontrado com facilidade (cuidado com falsificações). É o atual “fusquinha” dos transistores bipolares. Vamos comparar esse parâmetro com o do 2N3055, que é menos potente, tem menos ganho e V_{CE0} menor.

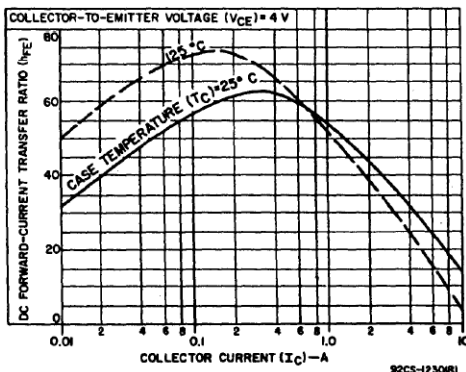
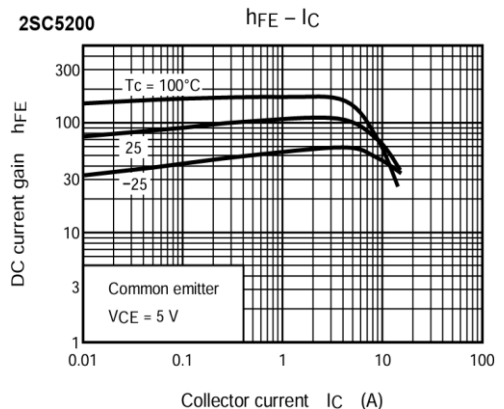


Fig. 3 – Typical dc-beta characteristics for 2N3055 (Hometaxial) and 2N6371.



Perceberam como o ganho do 2SC5200 fica bem mais estável, além de ser maior, quando a corrente varia? Isso significa menor corrente e dissipação nos estágios impulsores e mais linearidade em potências elevadas.

Neste, e em outros aspectos, nosso querido 2N3055 não compete com esse recente transistor bipolar de silício, e isso é o esperado, pois as tecnologias de materiais e de fabricação melhoram com o tempo, bem como os custos diminuem.

Neste artigo procuramos mostrar que, em tecnologia, não há lugar para idolatria (a Kodak que o diga). Um bom componente do passado pode não ser mais interessante para as mesmas aplicações atualmente. As coisas evoluem.

Por outro lado, não há porque se achar que o que foi feito no passado não presta.

Tudo tem sua época, e esses componentes antigos cumpriram bem suas funções. Na verdade, ainda hoje, há muitos deles por aí satisfazendo plenamente seus usuários.

Mesmo as válvulas termiônicas ainda têm seu lugar no mundo do áudio e uma legião de admiradores. E isso não vai acabar amanhã.

Por fim, esperamos que o leitor vanguardista tenha perdido o preconceito contra os “velhinhos” tecnológicos e que o leitor saudosista tenha matado a saudade dos bons tempos, “que não voltam mais”.

Até a próxima, onde iremos atualizar nosso projeto, com transistores de fabricação recente, e verificar se há grandes ganhos em relação aos parâmetros e características medidas neste e no artigo original.

Até lá!

Referências:

<https://www.nxp.com/docs/en/application-note/AN139A.pdf>

<https://www.jedec.org/standards-documents/dictionary/>

<https://toshiba.semicon-storage.com/ap-en/semiconductor/product/bipolar-transistors/detail.2SC5200.html>

<https://www.st.com/en/power-transistors/tip3055.html>

RCA Power Transistors Databook - 1975 - SSD-204C

RCA Power Devices Databook - 1978 - SSD-220B

RCA Power Devices Databook - 1981



Esta seção não é um Curso de Eletrônica. Nela eu pretendo tratar de assuntos de Eletricidade e Eletrônica que venho observando há anos que ainda são dúvidas de estudantes e técnicos.

Tacômetro com Sensor de Efeito HALL e Arduino

Este artigo é a parte II do que foi publicado na edição de outubro de 2023 (Sensor de efeito HALL, você sabe o que é?) e que eu estava a dever aos leitores.

Agora irei, finalmente, tratar de uma aplicação prática de um sensor de efeito Hall, que será a construção de um tacômetro para atender a um pedido do meu amigo, Prof. Cesar Bastos.

Você deve ter notado que no título apareceu uma palavrinha nova, “Arduino”, que para alguns leitores pode soar estranha, outros podem ter ouvido o “galo cantar”, mas não sabem onde está o galinheiro.

Antes de tratar do “senhor Arduino” vale a pena explicar para que o meu amigo queria um tacômetro.

Um dos hobbies do Prof. Cesar Bastos é o *slotcar*, ou “autorama de adulto”, e essa turma de crianças grandes é cheia de detalhes com os seus filhinhos, digo, carrinhos de corrida. Dentre estes detalhes está o interesse em saber quantas RPM os motores fornecem e é para isso para isso que serve um tacômetro.

O Arduino em minha vida

Numa manhã, do início de 2009, recebi um telefonema de Alexandre Brautigam, dizendo que eu havia sido indicado pelo professor Cesar e perguntando se eu poderia fazer a instalação de alguns sensores de presença para uma instalação de arte na Caixa Cultural aqui no Rio de Janeiro, chamada [Sereia Lab](#). Os sensores estariam ligados a uma “plaquinha” que produziria sons aleatórios gerados por um programa no computador.

Não entendi bem o que era, mas caí no canto da sereia (*rsrsrs*) e fui conversar pessoalmente para tentar entender melhor do que se tratava.

Para encurtar a conversa, lá chegando, fui apresentado a um jovem, Ricardo Palmieri, que me explicou, da maneira menos didática possível, que a tal plaquinha que ele chamava de Arduino seria programada para enviar sinais de 5V que deveriam acionar os sensores de presença que funcionavam com 127V e é aí que o “bicho pegava” porque ele não sabia como fazer isso.

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

Mesmo sem saber o que era Arduino, pedi uns dois dias para pensar, apresentar um protótipo de teste e uma proposta para realizar a missão.

Corri para o Google a perguntar “*What is Arduino?*”

Naquela época, 2009, não tinha praticamente nada em português então, o jeito era procurar nos sítios dos gringos.

Depois de algumas horas de buscas, descobri que eu teria que fazer uma interface nas saídas digitais de 5V da placa do Arduino, para acionar os sensores de presença que funcionam em 127V. Nada do outro mundo para quem sabe um pouquinho de eletrônica, bastaria um transistor funcionando como chave o qual receberia o comando e acionaria um relé que ligaria o sensor.

Montei um protótipo e fui testar com o “especialista” em Arduino. Bingo, funcionou!

Agora era só construir tantos módulos quanto o número de sensores, instalar, testar, resolver os *bugs* e correr para o abraço no dia da inauguração.

Ao término do trabalho, o Ricardo me presenteou com uma plaquinha de Arduino. Se bem me lembro o Duemilanove, que ainda deve estar perdida em alguma caixa por aqui.

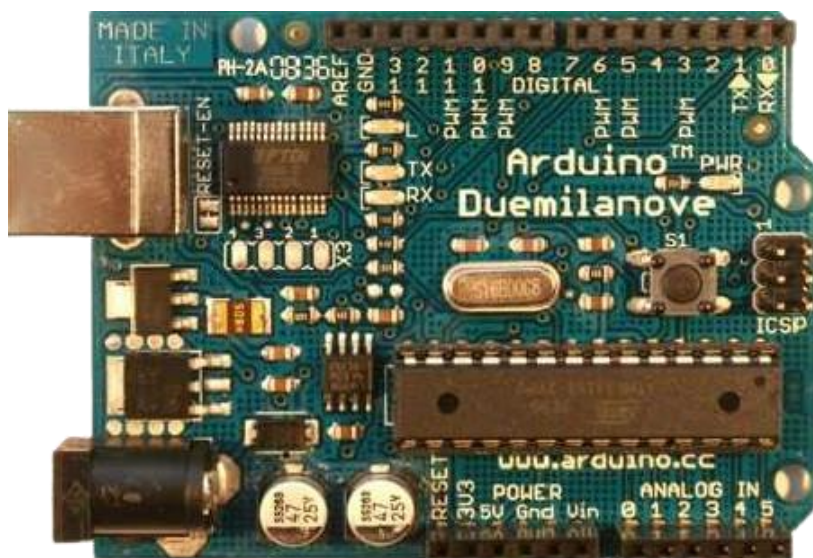


Fig. 1 – Antiga placa de Arduino Duemilanove

Não tinha mais desculpas para não me envolver com aquela “bruxaria”.

Caí dentro, comecei a estudar no sítio oficial www.arduino.cc, escrever um tutorial básico e pensar num futuro livro sobre Arduino.

Empolgado com a novidade, passei minhas descobertas para o Cesar e para o João Alexandre.

Divulgando o Arduino

O professor Cesar sugeriu que eu fizesse uma palestra sobre o assunto para alunos e professores na Escola Técnica Ferreira Vianna.

Desafio é comigo mesmo.

Precisava fazer algo que empolgasse todo mundo e aí tive uma ideia.

Numa sala com 23 pessoas a probabilidade de duas pessoas fazerem aniversário no mesmo dia é de 51% e este número aumenta conforme a tabela abaixo:

peessoas	%
25	57
30	71
40	89
45	94
50	97

A depender do número de pessoas que estivessem assistindo a palestra eu saberia qual a probabilidade de pelo menos duas pessoas fazerem aniversário no mesmo dia e talvez naquele mês.

Fiz um *sketch* para o Arduino tocar parabéns para você ao final da apresentação homenageando os aniversariantes.

A galera foi ao delírio.

E aí vieram as perguntas: - como fez isso, professor?

Simple, as notas musicais nada mais são que ondas senoidais

Dó	261,63 Hz
Ré	293,66 Hz
Mi	329,63 Hz
Fá	349,23 Hz
Sol	391,99 Hz
Lá	440,00 Hz
Si	493,88 Hz

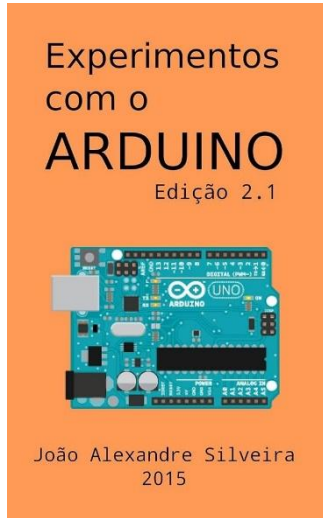
E o parabéns para você é basicamente isso:

DO-DO-RÉ-DO-FA-MI
DO-DO-RÉ-DO-SOL-FA
LA-LA-DO-LA-FA-MI-RÉ
LA-LA-SOL-FA-SOL-FA

Não irei me estender mais sobre isto, o objetivo era mostrar que com Arduino poderíamos fazer o que quiséssemos.

Meu projeto de um livro sobre Arduino não saiu do “mundo das ideias”, não se tornando realidade no mundo físico, como propôs Platão, mas, felizmente, em 2011, o meu amigo João Alexandre da Silveira que, às vezes, ainda aparece aqui nas páginas da Revista Antena, lançou Experimentos com o Arduino e meu pediu para prefaciá-lo, o que me deixou muito feliz.

Hoje temos centenas de materiais sobre Arduino na Internet mas, quem quiser se iniciar neste tema vale a pena adquirir na Amazon uma versão atualizada em 2015 do livro do João Alexandre da Silveira (em formato *Kindle*).



Começando o projeto do tacômetro

Escolhi o Arduino Nano, um display OLED e o **sensor Hall A3144** para realizar o projeto do tacômetro que está mostrado na fig. 3.

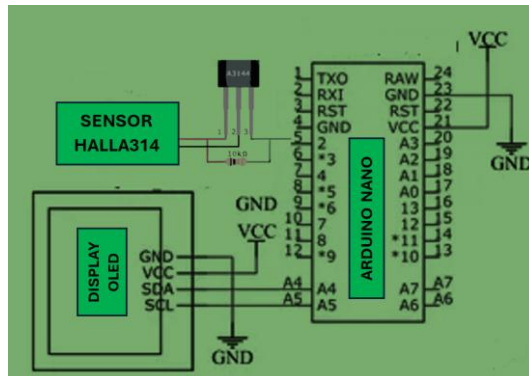


Fig. 3 – Diagrama do tacômetro com Arduino NANO e sensor HALL

Aqui vale um esclarecimento: o Arduino entrou no projeto como um coadjuvante. O ator principal é o Sensor Hall uma vez que a intenção é mostrar uma aplicação prática para o mesmo e, portanto, não irei incluir no artigo os detalhes de programação.

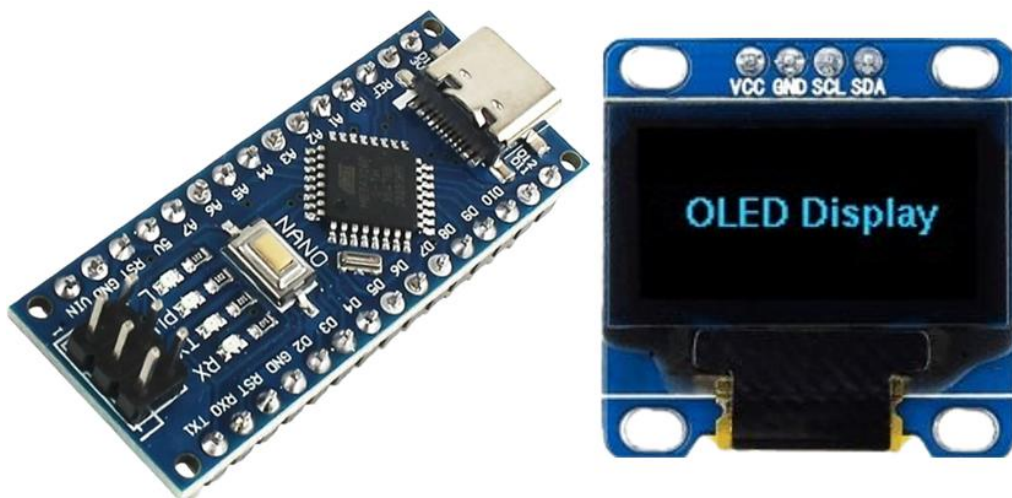


Fig. 4 – Arduino NANO e display OLED

Por que optei por usar o Arduino?

Durante as conversas que tive com o Cesar sobre o projeto de um tacômetro, como narrei no início do artigo, ele me disse que já tinha algum material e, nele, o Arduino NANO e o display OLED, bem como algumas ideias e *sketches* que poderiam me servir de ponto de partida.

Desde 2011 que eu não pegava no Arduino, então estava aí uma oportunidade de matar saudades daquele tempo.

Numa busca na Internet, desta vez, boa parte, em português, encontrei muitas coisas e, dentre elas, o canal <https://www.youtube.com/@BrincandocomIdeias> do Flavio Guimarães, que eu recomendo (além do livro do Alex) para quem desejar se iniciar neste mundo dos códigos sem sofrer muito.

Assisti uns poucos vídeos dele e as coisas já começaram a clarear na minha mente.

Uma das vantagens do Arduino é que, por ser código aberto, tem *sketch* na Internet sobre tudo que você imaginar e com algum conhecimento sobre o assunto consegue-se rapidamente realizar o projeto de nosso interesse.

Voltando à fig.3, pode-se ver que o nosso projeto é composto apenas de três partes: o Arduino, o display e o Sensor HALL, que vai ligado diretamente a um dos pinos do Arduino.

E aquele resistor de 10kΩ ligado entre o pino 3, saída do sensor e o pino 1 (alimentação), serve para quê?

O resistor é necessário porque, como vimos na parte I, o sensor tem saída em coletor aberto.

A alimentação do circuito

A ideia é que o equipamento fosse portátil, logo deveria ser alimentado com bateria.

O mais usual é utilizar 5V, mas podemos utilizar tensão entre 7V e 12V se fizermos a alimentação pelo pino Vin, pois temos um regulador integrado de 5V na placa do Arduino como se pode ver no esquema, [CLICANDO AQUI](#), que garantirá que o microcontrolador ATMEGA será sempre alimentado com essa tensão.

Sendo assim, resolvemos utilizar uma bateria 9V que atenderia também à alimentação do sensor HALL, que deve estar entre 4,5V e 24V, segundo o *data sheet*.

Para alimentar o display OLED usamos o pino de 5V do Arduino.

Partiu montagem

Inicialmente utilizamos um *Shield* como mostrado na fig.5 que permite fazer todos os ajustes durante o desenvolvimento de maneira bem simples e rápida.

Observe que a bateria de 9V e alimentação do sensor Hall foram ligadas a entrada Vin, como foi explicado anteriormente. A alimentação do OLED foi feita pela saída de 5V.

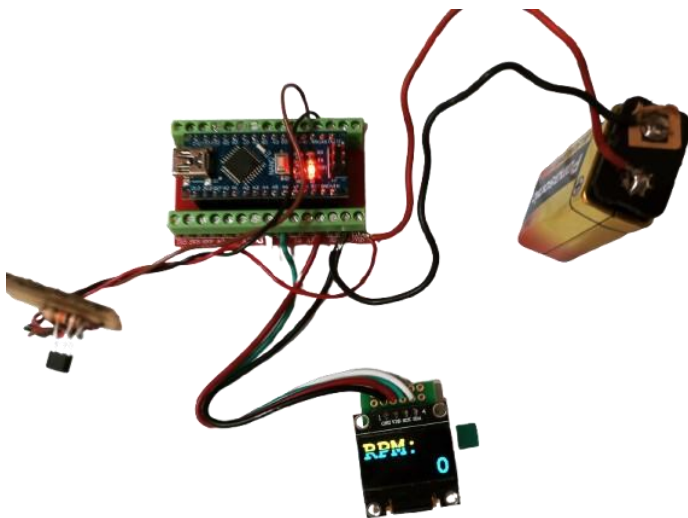


Fig. 5 – Montagem durante a fase de desenvolvimento do projeto após o programa ter sido carregado no Arduino

Uma vez constatado que está funcionando como desejado partimos para a montagem definitiva usando uma PCI padronizada com soquete para encaixar o Arduino como mostrada na fig. 6.

Desta forma se no futuro desejarmos fazer alguma modificação bastará retirar o Arduino e levá-lo novamente a ser ligado no computador para instalação de novo *sketch*.

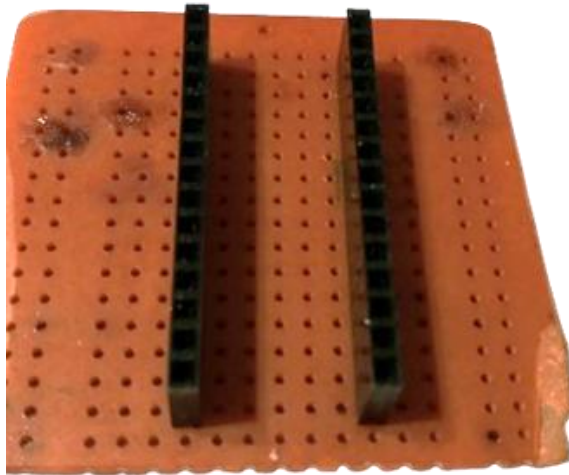


Fig. 6 – PCI padronizada para montagem do Arduino.

Na fig. 7 temos a montagem final incluindo o sensor Hall.

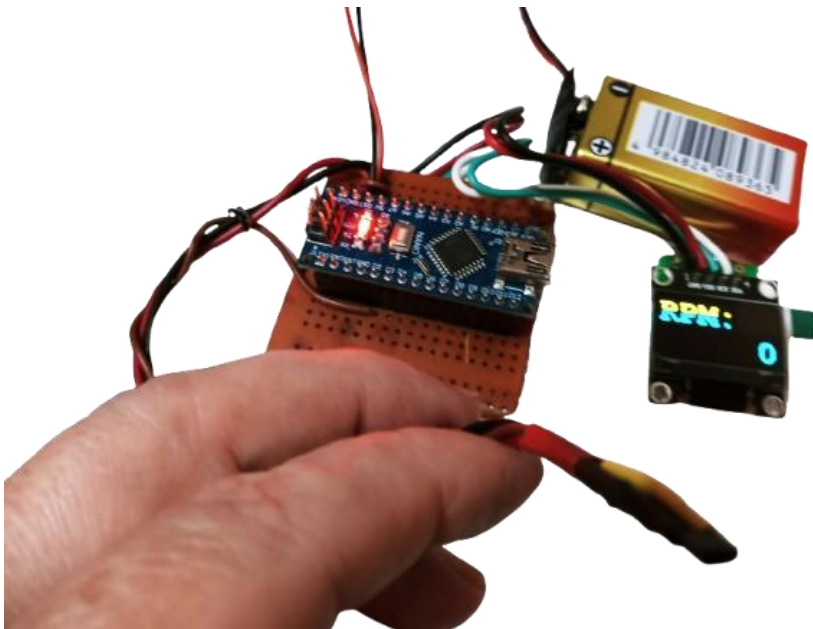


Fig. 7 – Montagem final do tacômetro

Como funciona

A finalidade de um tacômetro é medir a velocidade de rotação alguma coisa que está girando e expressar o resultado em **Rotações Por Minuto**.

Neste projeto, colamos um pequeno disco de imã de neodímio na roda do carrinho e aproximamos o sensor Hall, que captará a rotação magneticamente e levará os pulsos a uma entrada digital do Arduino.



Fig. 8 – Posicionamento do imã de neodímio na roda do carrinho

Em um display OLED aparecerá o número de RPM medido indiretamente na roda, pois ela está conectada ao motor por uma engrenagem. Se o imã estivesse no eixo do motor, o tacômetro mediria diretamente o número de RPM deste.

Considerações Finais

Como foi dito no início do artigo o objetivo principal era tratar de uma aplicação, entre tantas possíveis, para um sensor Hall.

Aproveitamos também para falar um pouco sobre o Arduino, uma vez que era uma “exigência” do projeto “encomendado” pelo Cesar, a quem deixamos aqui nossos agradecimentos pela assessoria sobre *slot car*, bem como a revisão cuidadosa do texto.

Antes de encerrar, gostaríamos de acrescentar o Arduino não é exatamente eletrônica e sim uma maneira didática de ensinar como trabalhar com códigos, como foi a intenção dos seus desenvolvedores.

Todavia, se você sabe eletrônica, aprender a utilizar códigos é simples e fácil, mas a recíproca não é verdadeira, o que ficou provado no nosso primeiro contato com Arduino no projeto do Sereia Lab.

Referências

https://www.amazon.com.br/Livros-Jo%C3%A3o-Alexandre-Silveira/s?rh=n%3A6740748011%2Cp_lbr_books_authors_browser%3AJo%25C3%25A3o%2BAlexandre%2BSilveira

Sereia Lab - Pioneirismo e Inovação (Globonews 2009-Completa)

https://youtu.be/6wEQQ6_yqKM?si=qAj5q4zShcri-nYA

Sereia Lab - I - CUBO

<https://youtu.be/BQd7bj77Vss?si=drufnjLK-2g9W50T>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>

QUAL É O PROBLEMA DOS ANIVERSÁRIOS? | Augusto Morgado

https://youtu.be/qSuPHsW0Ysl?si=V_cwXhWVyGrXdUh4