TVKX

ANTENNA

ELETRÔNICA • SOM • TELECOMUNICAÇÕES

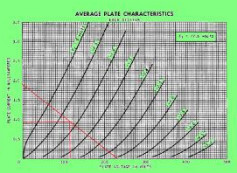
Número 1/22 (1225) janeiro de 2022

ANTENNA
UMA HISTÓRIA

RADIOAMADORES - DX-PEDIÇÃO EM JANEIRO

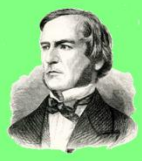
INTERFACES HDMI EM ÁUDIO

HIGH-DEFINITION MULTIMEDIA INTERFACE



PRÉ RIAA VALVULADO - FIGURAS DE RUÍDO

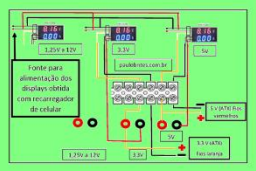
DESCOMPLICANDO A ELETRÔNICA DIGITAL





A McINTOSH E WOODSTOCK

Experimentos com PYTHON Para Técnicos em ELETRÔNICA



UMA FONTE DE BANCADA COM FONTE ATX

Gradiente LAB 500



REVISTA DO SOM: DUAS ANÁLISES EM JANEIRO

Greynolds LR3000



ANTENNA

Número 1/22 – janeiro/2022 – Ref. 1225

NOTAS DA EDIÇÃO – Janeiro é o mês da cor branca, que alerta sobre a importância de se cuidar da saúde mental para uma boa qualidade de vida e para o equilíbrio entre corpo e mente. Neste link, há dicas para ajudar a manter sua mente e seu corpo equilibrados.

Janeiro começa com uma DX-Pedição na Ilha dos Frades, até o dia 16. Aliás, os radioamadores que quiserem mandar as agendas de eventos para publicação em Antenna serão muito bem vindos. Basta encaminhar os textos para contato@revistaantenna.com.br, para publicação.

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

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

SUMÁRIO

2 - **ANTENNA** – Uma História – Capítulo XIII..... ***Jaime Gonçalves de Moraes Filho***

5 - **CQ-RADIOAMADORES** – DX-Pedição em janeiro..... ***Ademir – PT9HP***

7 – As Conexões HDMI – ..... ***João Yazbek***

14 - Descomplicando a Eletrônica Digital - Parte III..... ***Paulo Brites***

28 - Projeto de Pré-amplificadores e Equalizadores RIAA Para Toca-Discos – Parte XVII..... ***Álvaro Neiva***

46 - **TVKX** – Zero a Zero..... ***Jaime Gonçalves de Moraes Filho***

51 - Análise do Amplificador Integrado Gradiente LAB 500..... ***Marcelo Yared***

59 – Como a McIntosh Sonorizou Woodstock..... ***Alfredo Manhães***

70 – Análise do Ampliceptor Greynolds LR3000..... ***Marcelo Yared***

77 – Experimentos com Python Para Técnicos em Eletrônica..... ***João Alexandre Silveira***

88 - Construindo Uma Fonte de Bancada Com Uma Fonte ATX - Parte IV..... ***Paulo Brites***

ANTENNA – Uma História - Capítulo XIII

Jaime Gonçalves de Moraes Filho*



A mudança do Rádio Club do Brasil para o prédio do Largo da Carioca exigiu uma série de adaptações. Finalmente a emissora passou a ter instalações adequadas, segundo projeto de Elba Dias.

Vamos então fazer uma breve visita ao Rádio Club, baseando-se nas informações publicadas no número 3 de Antenna (junho de 1926).

De início temos o estúdio, cujo elemento de destaque era um piano de cauda, tendo ao seu lado um palco para os demais instrumentos, tal como apresentado na **figura 1**.

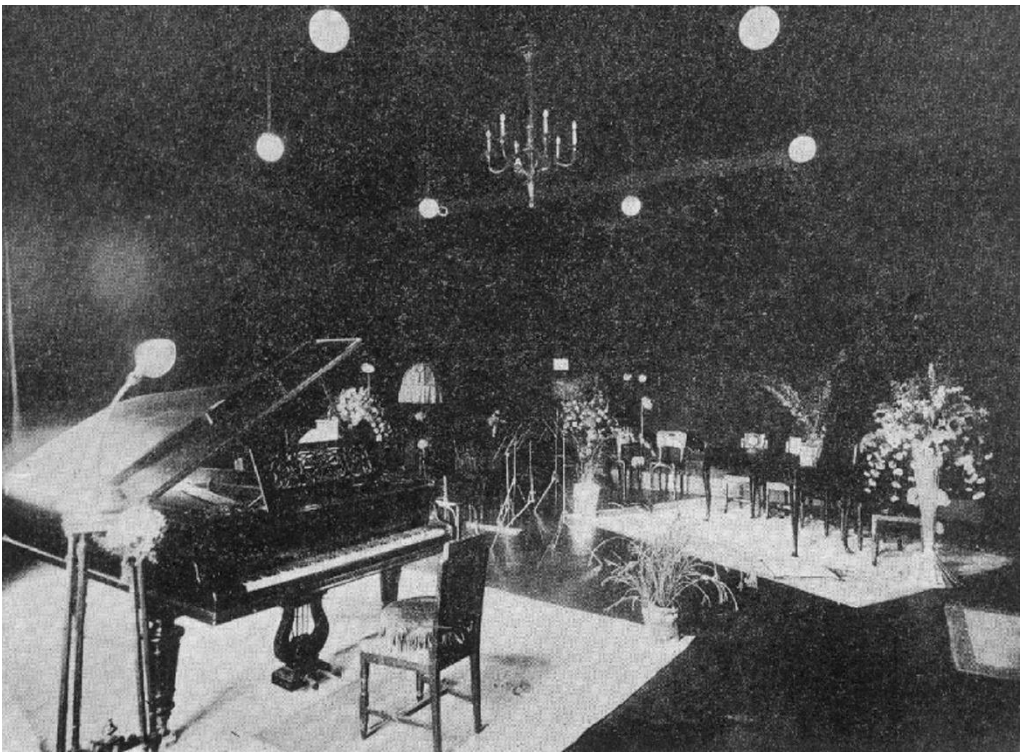


Figura 1

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

Como o transmissor estava localizado na Praia Vermelha, pois continuava a ser o mesmo Standard Electric que havia sido cedido por empréstimo pela Repartição dos Correios para o Rádio Club do Brasil, tornava-se necessária a montagem de uma Central Técnica junto ao estúdio, para que o sinal de áudio pudesse ser levado adequadamente, através de uma linha telefônica, até a Praia Vermelha.

Mais uma vez, os conhecimentos de Elba Dias foram postos à prova, ao projetar os equipamentos, vistos na **figura 2** à esquerda.

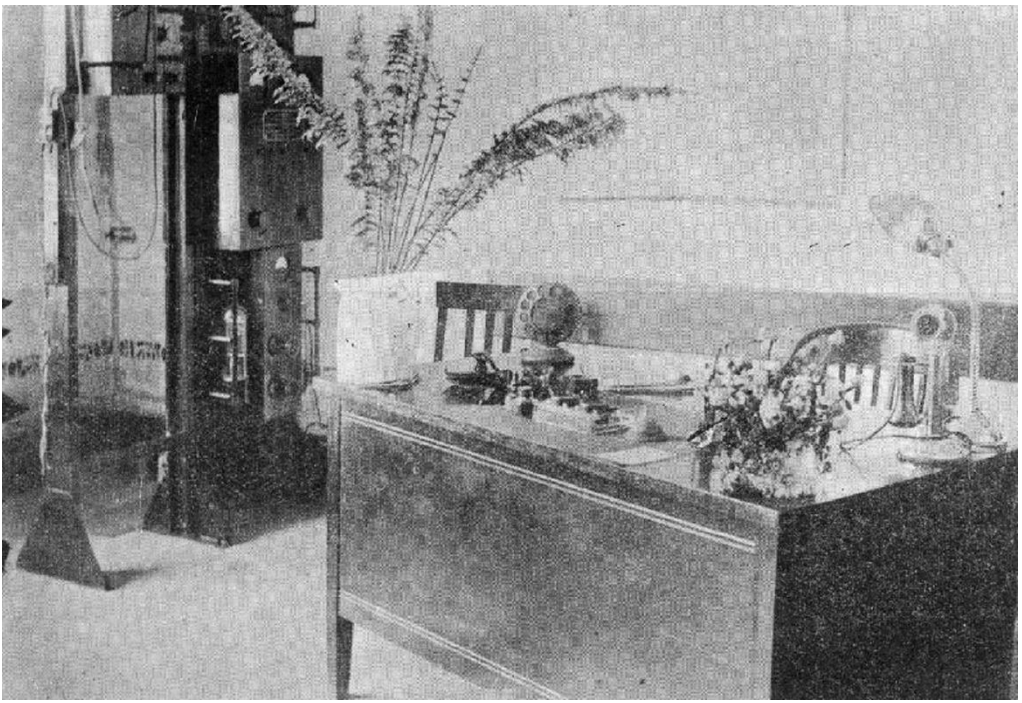


Figura 2

Para o funcionamento de toda a parte técnica, apenas cinco funcionários davam conta de todos os serviços.

Eram três operadores, um encarregado do laboratório e um responsável pela oficina de manutenção. Lembrando-se que esta oficina atendia também aos associados do Rádio Clube quanto à manutenção de seus rádio-receptores.

No entanto, a área que mais de perto estava ligada a à edição da Revista Antenna era a ampla sala de leitura e reuniões, que ocupava grande parte do terceiro andar do prédio, o que podemos observar na **figura 3**, local onde se reunia a Equipe de Redação de Antenna.

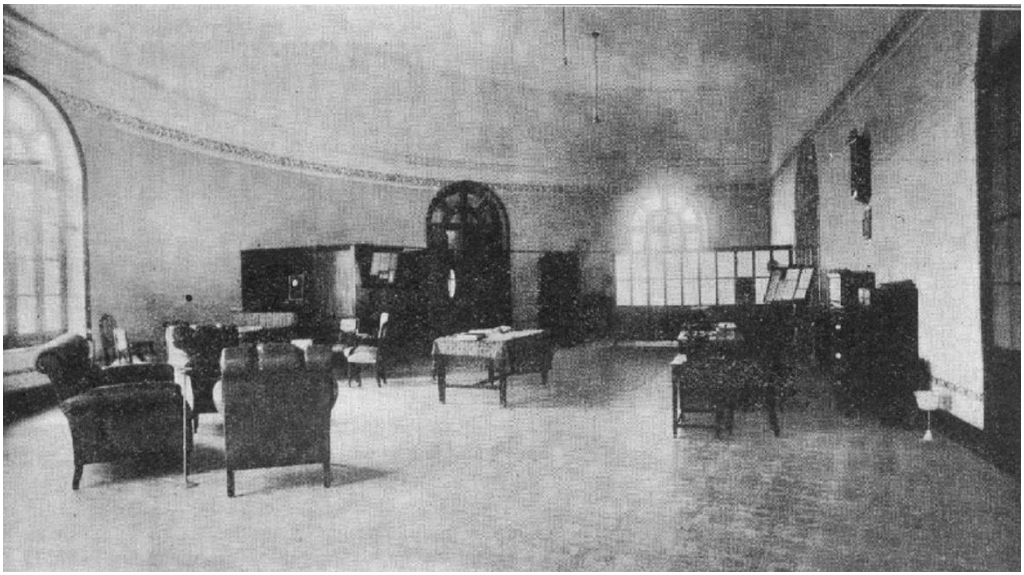


Figura 3

Vamos lembrar que, no início de sua história, Antenna era destinada a ser o principal órgão de divulgação do Rádio Clube do Brasil, tendo que dar destaque à programação artística da emissora, daí a inserção de temais tais como Palestras Literárias e comentários sobre artistas em uma revista que abordava também assuntos técnicos ligados à Radiofonia.

Naquele tempo, para ter-se um rádio receptor em seu domicílio, era necessário que houvesse um registro junto às autoridades, cujo documento, na maioria dos casos, era colado na parte interna do gabinete.

Em caso de fiscalização, a falta de tal licenciamento poderia levar à apreensão do aparelho, além de uma pesada multa.

Para atender seus associados no que se refere ao licenciamento de rádio receptores, o Rádio Clube informava, através de Antenna, estar incumbida de legalizar os receptores de seus associados, mediante a quitação das taxas devidas ao governo.

A cargo de Ademir, PT9HP

DX EXPEDIÇÃO EM JANEIRO

A ARCCO - Associação de Radioamadores de Conceição do Coité – BA, começa o ano realizando mais uma expedição. Desta vez será para a Ilha dos Frades – SA-23, entre os dias 13 e 16 de Janeiro, e tem o apoio do Bahia DX Group e do CWJF Group.

A parte de CW da operação será feita pelo amigo e Membro do CWJF GROUP Robson - PY6TV e a parte de SSB pelo amigo Rafael - PP2OH.

Está prevista a ativação nas faixas de 10 metros a 40 metros conforme tabela anexa. Ajude a divulgar. Vamos apoiar mais essa iniciativa dos radioamadores da Bahia.

Esperamos que você consiga "faturar" mais uma Ilha válida para o IOTA Award.



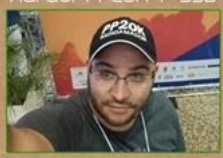
Modes: CW and SSB only

Table of bands and Frequencies.

10m	28.460mhz and 28.040
15m	21.260mhz and 21.040
20m	14.260mhz and 14.040
40m	7.160mhz and 7.040

Operators:

Rafael PP2OK / SSB



Robson PY6TV / CW



Expedition supporters

Luciano PY6LP / Wilton PY6WF / Edilson PU6JEL
Orlando PX6D6969

Realization

Supporters

As Conexões



João Yazbek*

Parte I

A conexão HDMI (de High-Definition Multimedia Interface – ou Interface Multimídia de Alta Definição) é uma interface padrão de conexão totalmente digital que transmite vídeo, áudio e também sinais de controle. O sinal digital de áudio e vídeo é transmitido de uma fonte HDMI, como um Blu-ray player ou decodificador de TV digital a um receptor compatível, que pode ser uma televisão digital, um monitor de PC, um projetor de vídeo ou um receiver/processador de áudio.

Um pouco de história

A interface HDMI foi criada por um consórcio de empresas, cujos fundadores são a Hitachi, a Matsushita (dona da marca Panasonic), a Philips, a Silicon Image, a Sony, a Thomson (dona da marca RCA) e a Toshiba. Uma empresa chamada Digital Content Protection LLC fornece a proteção de conteúdo de alta definição, o chamado HDCP. O HDMI foi pensado para ser um conector de áudio e vídeo que fosse compatível com um padrão comum no início dos anos 2000, o DVI.

Ele foi projetado para ser melhor que o DVI, utilizando um conector menor, adicionando suporte para o envio de sinais de áudio digital e também incluindo funções de controle de produtos eletrônicos de consumo.

Segundo a própria entidade que gerencia o padrão, hoje existem milhares de fabricantes de produtos com HDMI – que tem de ser licenciado - e bilhões de produtos com a interface fabricados.

Uma breve introdução às conexões de vídeo

Na discussão da interface HDMI o áudio passa a ser indissociável do vídeo; logo, teremos de falar de vídeo, que não é o assunto principal de nossa série mensal. Aproveitamos aqui para apresentar ao leitor uma visão das entradas de vídeo presentes nos receivers e processadores de Home-Theater.

***Mestre em Engenharia Eletrônica**

A interface HDMI é capaz de transmitir dados não comprimidos, suportando as seguintes resoluções de vídeo:
- Resolução padrão (SD) com 480i;
- Resolução melhorada (ED) com 480p;
- Resoluções de alta definição (HD), com 720p, 1080i, 1080p;
- Resolução de ultra-alta definição (UHD) com 2160p (HDMI a partir da V1.4);
- Resolução de ultra-alta definição (UHD) com até 4320p (HDMI a partir da V2.1).

O HDMI também suporta a transmissão de sinais digitais de áudio sem compressão com até 8 canais e taxa de amostragem de 192KHz e também todos os formatos de áudio com compressão. Como tal ela substitui todos os padrões analógicos de vídeo como as entradas de Vídeo Composto (CVBS), S-Video e Vídeo-Componente, assim como o padrão RGB/VGA e o próprio padrão digital DVI, além das conexões de áudio S/PDIF coaxiais e Toslink.

Mas o que exatamente vêm a ser as resoluções de vídeo apresentadas acima e seus números e letras? Porque a interface HDMI substitui todas as conexões analógicas e digitais de vídeo?

Os números apresentados acima se referem ao número de linhas efetivas visíveis na tela de um aparelho de televisão reproduzindo essa resolução. Portanto, 480 significa que há 480 linhas de resolução vertical efetivas, e assim por diante, chegando ao valor mais comum hoje em dia para televisão em alta definição, que é o de 1080 linhas de resolução, com crescimento do uso da resolução de 2160 pixels (4K).

A letra colocada como sufixo (i ou p) se refere à existência ou não de entrelaçamento, que é um artifício que divide a imagem em dois campos com metade do total de linhas transmitidas.

Essa técnica foi criada para dobrar a taxa de quadros (um quadro é, simplificadamente, uma fotografia instantânea da cena) sem consumir uma banda de sinal maior, essencial nos tempos da TV analógica.

O sinal entrelaçado contém dois campos de um quadro de vídeo capturados em tempos subsequentes, e faz com que se melhore a percepção de movimento pelo usuário, simultaneamente reduzindo o flicker (cintilação da tela), utilizando a persistência da visão humana.

O entrelaçamento provoca um problema colateral muito sério, que é a cintilação entre linhas, visível por exemplo quando alguém usa uma camisa com linhas bem finas. O entrelaçamento faz com que essas linhas comecem a cintilar fortemente na tela. Por isso, seu uso está sendo abandonado em prol da varredura progressiva, que é contínua, ao custo de maior largura de banda.

Com a tecnologia digital, foram criados algoritmos para reduzir o uso de maior largura de banda, fazendo com que o entrelaçamento acabe sendo deixado em segundo plano.

A conexão de vídeo composto, que utiliza o famoso conector RCA de cor amarela, é a conexão de vídeo mais antiga, datada dos anos 50, e é capaz de transmitir o sinal de vídeo em baixa resolução utilizando somente um cabo coaxial de 75 ohms. Também conhecida como CVBS (de Composite Video Baseband Signal – ou Sinal de Vídeo Composto em Banda Base), é capaz de transmitir sinais de vídeo somente na resolução 480i. Hoje está largamente ultrapassada, sendo utilizada para conectar equipamentos antigos ou de baixa resolução.

A conexão S-Vídeo, chamada de Super Vídeo ou Y/C ou ainda S-VHS, utiliza um conector circular de 4 pinos chamado de Mini-Din. Também é uma conexão analógica cuja resolucao máxima é de 480i. Apresenta uma resolução um pouco superior ao CVBS, uma vez que conduz o sinal de luminância (brilho) separado da informação de crominância (as cores da imagem), evitando a separação posterior por meio de filtros, que é imperfeita. Foi introduzida com os vídeo-cassetes S-VHS na década de 80, porém, ela é útil somente para quem possui equipamentos antigos, pois não há equipamento novos sendo produzidos com saídas S-Vídeo, atualmente.

A conexão de Vídeo-Componente RGB (de Red, Green, Blue) analógica não usa compressão e não impõe nenhum tipo de limitação de banda do sinal, mas usa muita banda e contém informação redundante. A interface VGA utilizada ainda hoje nos PC's é um exemplo típico de conexão RGB.

A conexão de Vídeo-Componente ou $\mathbf{YP_BP_R}$ era bastante usada em vídeo. Esta conexão $\mathbf{YP_BP_R}$ é a versão analógica do $\mathbf{YC_BC_R}$; elas são equivalentes, sendo que uma é utilizada em vídeo analógico e a outra em vídeo digital. O sinal é composto por 3 componentes, onde Y é a informação de luminância (brilho da cena), P_B é um sinal que é a diferença entre o componente azul e Y e P_R é outra diferença, entre a componente vermelha e Y. Não há necessidade de enviar o sinal verde, uma vez que ele pode ser derivado da informação enviada.

A conexão de Vídeo-Componente é facilmente identificada pelo uso de conectores RCA e cabos coaxiais triplos usualmente nas cores Verde, Azul e Vermelho. Essa conexão foi criada para reduzir a necessidade de banda passante do cabo coaxial, eliminando a informação redundante da conexão RGB.

A qualidade do sinal é muito boa, sendo quase idêntica ao sinal antes da codificação. A conexão de Vídeo-Componente permite a transmissão de sinais de vídeo acima de 1080p, apesar de ser oferecida, geralmente, limitada à 1080i, em função da preferência

por conexões digitais para resoluções acima desta, pois as conexões digitais permitem o uso de HDCP (a proteção de conteúdo).

Fazendo o trabalho de muitos

Em resumo, a interface HDMI substitui com vantagens todas as conexões de vídeo. Um cabo HDMI pode substituir 3 cabos de vídeo-componente e até 8 cabos de áudio, ou seja, até 11 cabos em sistemas típicos 7.1. Essa é a grande vantagem da interface: a redução do emaranhado de fios existente atrás de um sistema de Home-theater.

O leitor, quando estiver avaliando um receiver ou processador, deve verificar quantas entradas HDMI o produto possui e qual a revisão da interface (o que será tratado adiante).

A interface deve possuir a revisão mais recente possível. E para compatibilidade, pode ser interessante ter entradas CVBS, se houver necessidade de usar aparelhos vintage ou com saídas de baixa resolução. As entradas Vídeo-Componente podem ser usadas para conectar aparelhos relativamente recentes que não possuem saída HDMI ou como entradas auxiliares, quando a quantidade de entradas HDMI não é suficiente. Pena que a maioria dos produtos limite sua resolução a 1080i.

Quanto ao sinal de áudio, vimos que as conexões CVBS, S-Vídeo e Vídeo-componente o trafegam separadamente do sinal de vídeo em todo o trajeto entre os equipamentos, com uma conexão totalmente separada que, usualmente, está em linha nos painéis traseiros dos receivers com a respectiva entrada de vídeo.

São as conhecidas entradas analógicas utilizando os conectores RCA nas cores branco e vermelho.

Essas entradas, geralmente, têm as mesmas características de uma entrada de áudio comum, mas eventualmente podem surgir diferenças de sensibilidade e/ou resposta em frequência.

Os receivers possuem entradas de áudio digitais dos tipos S/PDIF e Toslink, que podem ser programadas para substituir as conexões tradicionais analógicas que acompanham as entradas de vídeo.

O áudio via HDMI

No protocolo HDMI, todos os produtos devem suportar áudio no formato estéreo PCM sem compressão. Todos os outros formatos são opcionais e suporta-se até 8 canais

de áudio não comprimido em até 24 bits e 192 kHz, com até 32 canais de retorno de áudio com a especificação eARC (especificação 2.1).

O canal de retorno de áudio foi introduzido na especificação 1.4, e ele se refere ao sinal que pode trafegar em sentido contrário ao tradicional, como por exemplo, da televisão para o receiver, utilizando o mesmo cabo HDMI que faz a conexão do receiver para a televisão.

Uma utilidade para esse recurso é, quando a televisão recebe o sinal digital através de seu sintonizador pela conexão de antena, decodificar o sinal ISDB e enviar o sinal de áudio ao receiver para processamento e amplificação.

Conforme citamos, o HDMI também suporta os formatos comprimidos, como o Dolby Digital e DTS. A partir da versão 1.3, o HDMI foi adicionando suporte aos formatos DTS Master, DTS:X, Dolby TrueHD, Dolby Atmos etc.

Um pouco de teoria

Com o intuito de entendermos como o áudio é transmitido juntamente com o vídeo em uma conexão HDMI, vamos investigar um pouco como é formado o sinal transmitido pelo HDMI.

O HDMI usa S**inalização Diferencial Minimizada na Transição (TMDS - Transition Minimized Differential Signaling)** para enviar o sinal de um equipamento para outro.

O TMDS é uma tecnologia para transmitir dados seriais em altíssima velocidade, utilizada na indústria de computadores, no padrão DVI e em outros protocolos digitais de transmissão. O TMDS **codifica** o sinal para evitar dois problemas em relação ao cabo: a degradação produzida pelo sinal quando ele o atravessa e as interferências eletromagnéticas que podem entrar no sinal através de acoplamento ao sinal.

Ambos causam degradação do sinal, que passa a ser entendido erroneamente pelo receptor e, portanto, fazem com que a taxa de erros de bit aumente, provocando falhas na imagem e, em casos extremos, a famosa tela escura. Do lado do receptor, este é projetado para ter uma tolerância maior às deformações do sinal introduzidas por cabos longos ou de baixa qualidade.

Os sinais de vídeo, áudio e dados são transmitidos por meio de três canais TMDS. O sinal de clock, que está sincronizado com a taxa de pixels da tela, é transmitido no canal de clock TMDS e é usado pelo receptor como uma referência de frequência para a recuperação dos dados seriais dos três canais TMDS.

O sinal é balanceado para eliminar problemas de captação de ruído e as transições minimizadas ajudam a melhorar a decodificação na presença de deformação do sinal, reduzindo a taxa de erros de bit.

O sinal digital de vídeo pode ter seus pixels representados por 24, 30, 36 ou 48 bits, sendo padrão o valor de 24 bits. Para que se possa transmitir áudio e dados nos canais TMDS, o padrão HDMI usa o padrão de transmissão de pacotes de áudio e dados. Para que se atinja a alta confiabilidade necessária para os dados enviados, estes são protegidos com códigos de correção de erros.

A partir da especificação 2.1, o TMDS foi substituído pelo padrão FRS (Fixed Rate Link), que é uma tecnologia de sinalização necessária para que sejam atingidas as altas resoluções sem compressão acima de 4K/60Hz, como também as taxas de transferência de dados de até 48Gbps. Essa especificação, normalmente, exigirá novos equipamento, não sendo usualmente obtida por atualização de *firmware*.

Os dados de áudio trafegam juntamente com os dados de vídeo, e, como vimos, o clock de todo o sistema está atrelado à taxa de pixels de vídeo, que pode não ter relação com a taxa de amostragem do sinal de áudio.

Vemos então que a informação original de clock para a reconstrução do sinal de áudio é perdida, e a tarefa de recriar esse clock no receptor é chamada de regeneração de clock de áudio.

Há uma variedade de métodos para efetuar essa regeneração e o resultado final depende muito de como ela é feita. Portanto, a forma como o sistema foi implementado tem impacto significativo em seu desempenho.

A especificação HDMI não define como isso pode ser feito, mas define claramente como os dados devem ser para que o sistema funcione corretamente.

Em muitos equipamentos que têm geradores de sinal de vídeo (como um Blu-Ray player), os clocks são gerados de uma mesma fonte e são chamados de coerentes. Neste caso, o HDMI tem sua melhor performance na redução de jitter.

Mas também existem produtos onde os clocks não têm uma relação direta e conhecida, ou seja, são totalmente assíncronos. Neste caso, o jitter pode ser significativo, pois a relação fixa entre os clocks deixa de existir, e a vantagem de qualidade é perdida.

Como o sistema não tem um clock master de áudio, e este é derivado do clock de vídeo, caímos na mesma situação já anteriormente citada anteriormente, onde o sistema precisa dos circuitos auxiliares para regenerar o clock de áudio corretamente.

Os erros na recuperação do clock são medidos como o já conhecido jitter – quanto maior o jitter, menos fiel será sinal recuperado, e pior a qualidade sonora resultante.

Ao que tudo indica, as primeiras versões de HDMI sofriam com o jitter de áudio em função da arquitetura implementada. Há produtos que apresentam jitter na entrada HDMI muito pior que na entrada S/PDIF.

A especificação HDMI 1.3a descreve o sistema ARC (Audio Rate Control – ou controle de taxa de áudio). Essa versão coloca uma memória e um clock master no receptor, eliminando de vez os problemas com jitter de áudio, e a introdução desse sistema talvez seja um reconhecimento da existência de problemas nas versões anteriores.

A solução é bastante elegante e utiliza comandos, chamados de CEC, para indicar ao transmissor a necessidade de aumentar ou diminuir a transmissão de pacotes de forma a manter a memória do sistema cheia.

Uma característica pouco conhecida do HDMI é que a banda dos canais de áudio depende de fatores relacionados ao vídeo, como a frequência do clock principal, do formato e da resolução da tela e até de uma característica do HDCP (a proteção de conteúdo), mas, no geral, mesmo na pior resolução de vídeo suportada pelo sistema, o sinal de áudio pode ter 8 canais com 48 kHz ou 2 canais de 192 kHz, o que é bastante razoável.

Nos formatos HD, e superiores, a redução da disponibilidade de banda já não ocorre, sendo que nesses casos ficam disponíveis os 8 canais de áudio de 24 bits/192 kHz. Essa limitação é decorrente do fato que a transmissão de pacotes de áudio está atrelada à velocidade de transmissão do sinal de vídeo, mas torna-se pouco relevante nos formatos atuais.

No próximo artigo, veremos como está o HDMI hoje em dia e faremos considerações práticas sobre seu uso.

Até lá!

DESCOMPLICANDO A ELETRÔNICA DIGITAL

Paulo Brites*

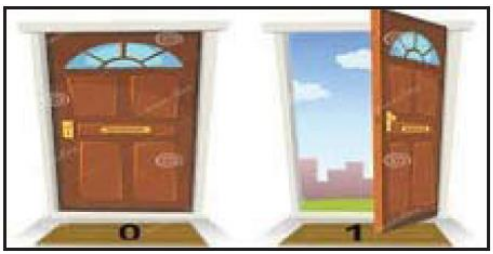
Aula 3

Portas servem para deixar ou não as pessoas passarem de um lado para outro;

As portas lógicas da eletrônica digital, também, embora de um modo "um pouco" diferente.

Não acredita?

Então veja esta aula.





NOT, AND, OR, NAND, NOR etc...

Portas Lógicas é um tema muito importante na Eletrônica Digital; eu diria até que é a base de tudo.

Na vida real uma porta serve para entrar e sair de algum lugar e, dependendo de estar aberta ou fechada, proibir a entrada ou a saída.

De alguma forma as Portas Lógicas têm uma semelhança com esta ideia, como veremos no decorrer do capítulo.

Veremos também a interconexão entre bits, Portas Lógicas, Lógica e Álgebra de Boole.

No capítulo 2 nós já vimos uma Porta Lógica, que é a **porta inversora**, também conhecida simplesmente como **NOT**.

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

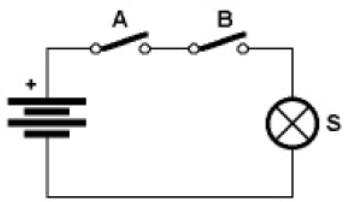
O termo **NOT** (não) é bem oportuno, neste caso, porque a porta inversora NEGA a entrada, uma vez que o 1 vira 0 ou vice-versa, o 0 vira 1, como ficou demonstrado no capítulo 2.

Voltemos por um instante à lógica de Aristóteles e reexaminemos a pr**O**posição: "João é brasileiro **E** João gosta de futebol".

Esta proposição é composta por duas outra proposições, mais simples, que estão ligadas pelo E (ou AND em inglês).

A proposição composta só se tornará verdadeira se cada uma das proposições simples que a formam forem verdadeiras.

Vamos montar um circuito lógico que represente a proposição composta?



Consideremos que a proposição "João é brasileiro" seja representada pela chave A, enquanto "João gosta de futebol" seja a chave B.

Coloquemos isto em outros termos: as proposições que serão representadas pelas chaves A e B passarão a ser chamadas de entradas e a lâmpada será a saída.

Assim, a lâmpada que representa a saída só acenderá se a chave A estiver fechada **E** se a chave B também estiver fechada, tornando a proposição verdadeira.

Então, se João **NÃO** é brasileiro, por exemplo, a chave A deverá ficar aberta e a proposição composta será falsa, o que corresponde à lâmpada apagada.

Vamos fazer duas tabelas que representem este circuito lógico, que é a porta AND para as quatro situações possíveis de cada proposição:

- João é brasileiro (verdade);
- João **não** é brasileiro (falso);
- João gosta de futebol (verdade);
- João **não** gosta de futebol (falso).

Numa tabela trabalharemos com os conceitos de falso e verdadeiro da lógica aristotélica e na outra com os bits 1 (verdade) e 0 (falso).

As chaves A e B serão as entradas e a lâmpada será a saída (esta é a função de uma porta, permitir entrar e sair).

ENTRADAS		SAÍDA
A	B	
V	F	F
F	V	F
F	F	F
V	**V**	**V**

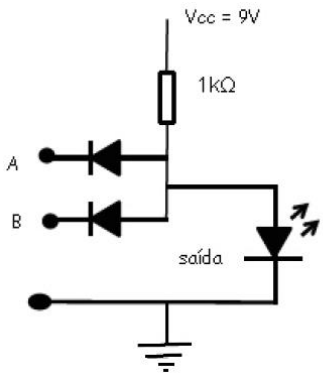
ENTRADAS		SAÍDA
A	B	
1	0	0
0	1	0
0	0	0
1	**1**	**1**

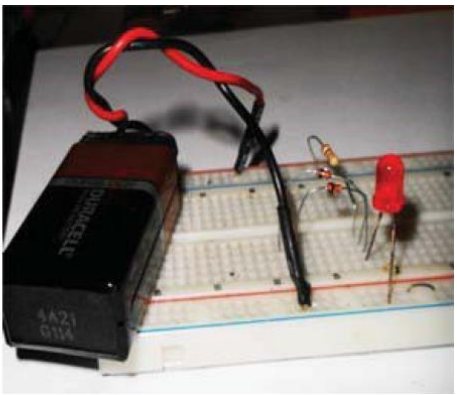
Estas tabelas costumam ser chamadas “tabela verdade” e a que acabamos de mostrar corresponde à Porta Lógica **AND** (“E” em português).

Repare que para a proposição composta ser verdadeira é preciso que as duas proposições simples sejam **simultaneamente** verdadeiras.

Em outras palavras, se João for brasileiro, mas não gostar de futebol (como eu!), a segunda proposição fica sendo falsa, o que corresponde a chave B aberta e, portanto, a lâmpada não acenderá.

Proponho que você construa uma Porta AND de duas entradas, utilizando dois diodos (quaisquer), um resistor de 1kΩ, um led e uma bateria de 9V.





Observe que ligando à terra o cátodo de qualquer um dos dois diodos que representam as chaves A e B o led apagará, mas deixando os cátodos sem ligação alguma, o que corresponde a um nível alto, o led permanecerá aceso, cumprindo-se assim as condições da tabela verdade de uma porta AND.

Esta é a maneira mais simples de se construir “eletronicamente” uma porta AND de duas entradas (poderia ser com **n** entradas) e que é bastante utilizada na prática, desmistificando a ideia que muitas pessoas têm de que Eletrônica Digital só é feita com circuitos integrados.

E onde entra a Álgebra de Boole nisto?

Boole teve a feliz ideia de associar os princípios da lógica aos mesmos princípios utilizados nas operações algébricas (ou aritméticas) básicas, como a adição e a multiplicação.

Ele percebeu que a operação lógica AND corresponde à operação algébrica multiplicação, se utilizarmos o sistema binário, pois 1 x 1= 1, enquanto 1 x 0= 0 x1= 0 x 0= 0.

Usando a “linguagem” da Álgebra de Boole e analisando a tabela verdade podemos escrever a seguinte conclusão importante:

A saída de uma porta AND será alta (1) quando TODAS as entradas forem altas.

Mas onde se usa isto na prática, deve ser o que você gostaria de perguntar.

A aplicação da porta AND só depende da necessidade e da criatividade do projetista. Por exemplo, para uma impressora começar a imprimir ela precisa reconhecer que tem papel na bandeja e que tem cartuchos instalados. Certo?

Então, esses locais precisam ser monitorados por sensores e ambos terão que enviar um nível lógico a uma porta AND dentro do micro controlador da impressora, que tomará as providencias para ela começar a imprimir.

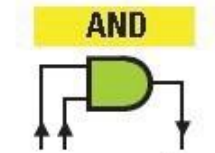
Citei uma impressora como exemplo, mas poderia ser qualquer outro equipamento.

Nem sempre a porta lógica está embutida no micro controlador. Ela pode ser feita externamente e sua saída ser levada ao micro controlador ou outro circuito qualquer que, em função do nível lógico recebido, tomará a decisão.

Antes de prosseguir estudando as portas lógicas, eu gostaria de fazer um comentário.

Uma coisa interessante na Eletrônica Digital e que, a meu ver, a torna mais fácil de estudar em comparação com a Eletrônica Linear é que, na maioria das vezes, não precisaremos trabalhar com componentes discretos como diodos, transistores, resistores etc. Na Eletrônica Digital trabalharemos com blocos lógicos.

Por exemplo, uma porta AND de duas entradas, como a que acabamos de estudar, representada apenas pelo símbolo mostrado abaixo, junto com a sua respectiva tabela verdade.



ENTRADAS		SAÍDA
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Não precisamos saber o que tem dentro da “caixa preta” representada pelo símbolo mostrado, nem tampouco como o circuito que está lá dentro funciona, e sim entender a tabela verdade.

O que é obrigatório saber é que está no quadro abaixo.

A saída de uma porta AND será alta (1) quando TODAS as entradas forem altas.

Repare que eu escrevi **TODAS** as entradas.

Do ponto de vista da reparação de um equipamento, se encontramos a saída de uma porta AND em nível baixo é porque pelo menos uma de suas entradas também deve estar em nível baixo.

O que se deve fazer a seguir é verificar cada uma das entradas e, se for constatado que todas estão em nível alto, você acabou de descobrir que esta porta está defeituosa ou há algum componente “pendurado” em sua saída que está em curto (um capacitor, por exemplo).

Viu como é mais fácil que num circuito linear? Você não precisa ficar testando componentes um por um.

Mais uma Porta Lógica: OR

Vamos pegar nossa proposição composta usada anteriormente e trocar o E por OU (em inglês é OR).

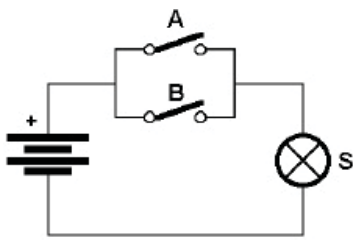
Ela vai ficar assim:

João é brasileiro **OU** João gosta de futebol.

Neste caso, para que a proposição composta se torne verdadeira, basta que uma das duas proposições simples que a formam seja verdadeira.

E como seria um circuito que a representaria?

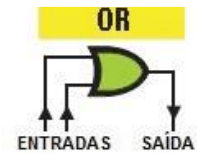
O que você acha deste aqui embaixo?



Percebeu a diferença na posição das chaves em relação à da porta AND? (lembra do jogo dos 7 erros?).

As chaves agora estão em paralelo, antes estavam em série, e, assim, mesmo que uma das chaves esteja aberta (0), a lâmpada ainda acenderá.

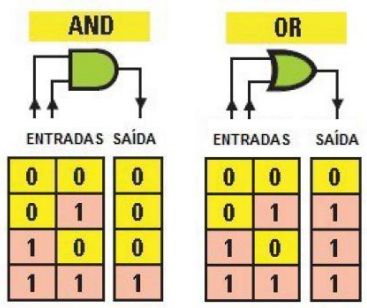
Da mesma forma que fizemos com a porta AND, iremos utilizar um símbolo para representar a porta OR, como vemos abaixo, junto com a respectiva tabela verdade.



0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Mais uma vez, convido-o ao joguinho dos 7 erros. Compare os símbolos das portas OR e AND e veja qual a diferença. Aproveite também e analise a diferença entre as duas tabelas verdade.

Isso é tão importante que eu vou repetir uma ao lado da outra, para lhe ajudar.



Comparação entre as portas AND e OR.

Observou que a diferença nos símbolos é que na porta AND temos uma linha reta na entrada e na porta OR a linha é curva?

Sobre a tabela verdade podemos escrever uma conclusão parecida com aquela que fizemos para a porta AND.

A saída de uma porta OR será baixa (0) quando TODAS as entradas forem baixas.

Não para por aí, vem aí o Exclusive-OR

Se você parar para pensar (sei que nem todo mundo gosta de fazer isso!) a porta OR que nós estudamos tem "embutida" uma característica da porta AND, pois, se João for brasileiro E também gostar de futebol, a proposição ainda continua válida e isso, sob o ponto de vista da lógica, não é muito bom e pode trazer confusão.

Para resolver este probleminha criou-se a porta Exclusive OR (**ou exclusivo**), que costuma ser identificada como XOR.

Neste caso a proposição composta verdadeira só será considerada verdadeira se apenas uma, e somente uma, das proposições simples for verdadeira.

O **ou-exclusivo** se aproxima mais do **ou** usado na linguagem, pois, quando dizemos, por exemplo, "não sei se vou ao teatro ou ao cinema", não estamos cogitando a possibilidade de ir aos dois lugares.

Vejamos a simbologia e a tabela verdade da porta **XOR**.



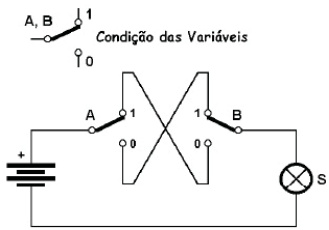
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Nunca é demais lembrar que você deve praticar aquele joguinho, e observar a diferença entre a simbologia da porta OR e da XOR, bem como entre as respectivas tabelas verdade.

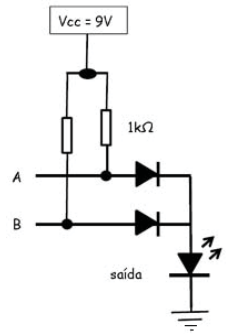
Teoria, na prática

Para consolidarmos o que foi estudado sobre a porta lógica XOR, vamos apresentar um circuito com chaves que permita obter-se as condições de sua tabela verdade.

Observe o circuito abaixo e veja se ele cumpre a tabela verdade da porta XOR.



Porta XOR (ou-exclusivo) construída com chaves mecânicas.



Porta XOR (ou-exclusivo) construída com diodos.

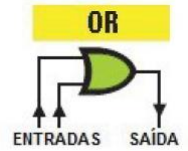
0 + 0 = 0

0 + 1 = 1

1 + 0 = 1

1 + 1 = 1

Ops! 1 + 1 não é igual a 2?



0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Sim, se estivéssemos trabalhando na base 10, mas, aqui, estamos na base 2 e nela não existe o dígito 2.

Então, como fazemos esta conta?

Embora, num primeiro momento, não seja muito importante saber isto, vou matar a sua curiosidade.

Lembra quantos números podemos escrever com apenas dois bits (0 e 1)?

Vou reativar sua memória: está lá na aula 1. Acompanhe na tabela abaixo.

BINÁRIO	DECIMAL
00	0
01	1
10	2
11	3

A operação é semelhante à que fazemos na base 10. Quando somamos, por exemplo, 9 + 1, encontramos “zero e vai 1”, que será escrito como 10.

Aqui é a mesma coisa: 1 + 1 dá “zero e vai 1”, o que nós dá 10 (binário) e que corresponde ao 2 decimal.

Mas, como eu disse, você não precisa se aprofundar nisto, neste momento.

A maioria dos livros de Eletrônica Digital, senão todos, gasta um tempo imenso com este assunto, que eu considero enfadonho e de pouco interesse para quem quer estudar eletrônica propriamente dita.

Eu não vou seguir a mesma receita; vou ser “revolucionário” (como pediu o Papa Francisco) e quebrar a tradição, me preocupando mais com os circuitos e do que com a matemática.

Entretanto, advirto-lhe: se você pretende se preparar para concursos na área de eletrônica terá que estudar mais a fundo a aritmética binária porque questões sobre ela são “figurinhas carimbadas” em todos eles.

Feitas estas observações, retornemos às “nossas” portas lógicas.

Até aqui, estudamos quatro tipos de portas, a saber: NOT, AND, OR e XOR, mas ainda faltam mais três para completar o “time” das portas lógicas que nos permitirão construir TUDO que quisermos em Eletrônica Digital.

Estas três “novas” portas que estudaremos serão: NAND, NOR e XNOR onde N que apareceu em cada uma delas significa NOT e nada mais é do que a negação das AND, OR e XOR.

As simbologias serão as mesmas apresentadas até aqui, acrescentando de uma bolinha na saída, para indicar a negação, da mesma forma que foi feita com a porta NOT.

A seguir, nós veremos as simbologias e tabelas verdade destas três portas, mas, porém, com um adendo a mais: as portas NAND, e NOR serão apresentadas com três entradas em vez de duas, como fizemos anteriormente.

Fiz isto para que você não fique pensando que não podem existir portas com mais de duas entradas. Entretanto, há uma exceção: **as portas XOR e XNOR só podem ser construídas com duas entradas**.

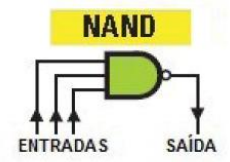
Façamos algumas reflexões sobre as tabelas verdade destas duas portas, comparando-as com as tabelas das portas AND e OR de duas entradas, apresentadas anteriormente.

Relembremos que, para uma porta AND, independente do número de portas que ela tenha, vale:

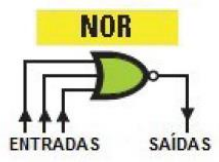
A saída de uma porta AND será alta (1) quando TODAS as entradas forem altas.

Mas, como a porta NAND é a negação da porta AND, então, quando TODAS as entradas forem altas, a saída deverá ser... baixa.

Um raciocínio similar pode ser feito para as demais portas e você deve perder um tempinho fazendo estas observações.



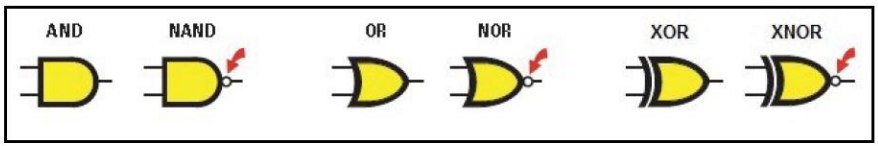
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0



0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Dever de Casa

Completar as tabelas verdade de cada uma das portas mostradas abaixo.

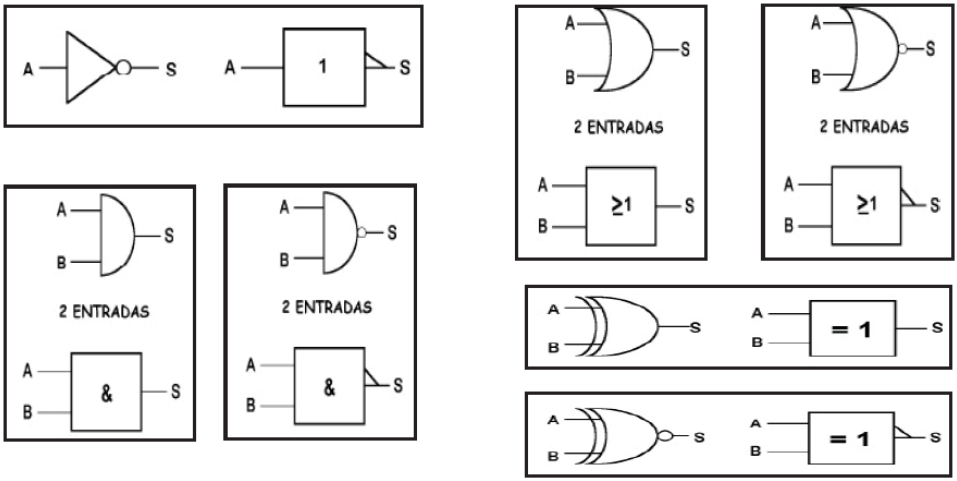


ENTRADAS			SAÍDA	
			AND	NAND
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

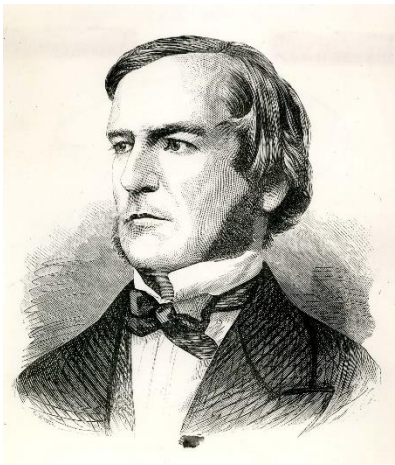
ENTRADAS			SAÍDA	
			OR	N0R
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

ENTRADAS		SAÍDA	
		XOR	XNOR
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Outras simbologias para as Portas Lógicas



Um pouco de história...



George Boole nasceu em 2 de novembro de 1815 em Lincoln, na Inglaterra. Recebeu as primeiras lições de matemática de seu pai, ainda na infância, bem como adquiriu dele o gosto pelos instrumentos ópticos. Também se interessava por idiomas, tendo recebido aulas de latim e grego de um livreiro de sua cidade.

Apesar de não ter tido formação acadêmica, já era professor assistente aos 16 anos de idade. Em 1835 abriu uma escola e mudou seu foco, passando a estudar matemática, com diversos trabalhos publicados. Em 1849, assumiu a cadeira de matemática no *Queens College.* Posteriormente, recebeu títulos das Universidades de Dublin e de Oxford, sendo eleito *Fellow* da Royal Society em 1857.

Em 1854, publicou "*An investigation into the Laws of Thought*", onde definiu as teorias matemáticas da lógica. Ele fez uma analogia entre os símbolos algébricos e os que representavam a lógica, e isso deu início à Álgebra Booleana, fundamental na computação.

Reconhecidamente um gênio, Boole teve uma carreira curta, falecendo aos 49 anos.

Para saber mais: https://www.matematica.br/historia/boole.html

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



Álvaro Neiva*

"Meu reino por um fio com ganho..."
(Engenheiro de Eletrônica Anônimo...)
(citação da Ref.[20]...)

"Noise is in the air, everywhere I look around..."
(essa poderia ser a trilha sonora do projetista de pré-amplificadores... com perdão pelo trocadilho)

Voltando (ainda) às Válvulas...

Vamos chamar essa segunda versão usando válvulas, de PP5.

A estrutura é praticamente a mesma do circuito anterior, com um primeiro estágio de ganho na entrada, a rede de equalização passiva e o filtro passa-altas (HPF), agora de 1ª ordem, mais o segundo estágio de ganho.

A diferença vai ser a topologia ou forma dos circuitos amplificadores, agora do tipo catodo comum, ou catodo a massa.

No PP4, os estágios SRPP (Shunt Regulated Push-Pull) com tríodos, foram usados como estágios de amplificação por ter uma impedância de saída intermediária entre um estágio de catodo comum e um seguidor de catodo ou placa comum. O objetivo era poder usar menores valores de resistências, para reduzir os níveis de ruído térmico (hiss), sem se preocupar com distorção harmônica. Como em toda solução, temos vantagens e desvantagens a serem pesadas:

a) Os dois tríodos de cada estágio contribuem para o nível de ruído total, aumentando uns 3dB no nível total de ruído na saída;
b) Temos de usar duas válvulas duplo tríodo por canal para as etapas de amplificação (maior custo)...

***Engenheiro Eletricista**

Vamos então investigar o uso de estágios em catodo comum.

Primeiro, vamos fazer uma comparação de estágios de amplificação com dois tríodos de mesmo μ (o coeficiente de amplificação), quanto a ganho e impedância de saída.

A Tabela 1 nos mostra algumas características dos estágios de ganho usando válvulas.

Configuração	Ganho Av	Zout	Zin	THD%	Faixa (BW)	Polaridade
Cascata (2x Catodo Comum)	Muito Alto: $Av < \mu^2$	Alta	Alta	Baixa/ Média	Menor	+
Cascode (Catodo Comum + Grade Comum)	Alto: $\mu^2 > Av > \mu$	Alta	Alta	Média (2x maior)	Maior	−
SRPP (um resistor de catodo desacoplado)	$A_v \approx \mu/2$	Média	Alta	Baixa	Médio	−
Catodo Comum + Seguidor de Catodo	$A_v < \mu$	Baixa	Alta	Baixa	Médio	−

Tabela 1

A partir daí, já dá para imaginar que, para usar realimentação negativa, por exemplo, o alto ganho necessário antes da realimentação vai indicar o uso de estágios do tipo **Catodo Comum**, em **Cascata** (saída de um ligado à entrada do outro).

Para os estágios que precisam de larga faixa de passagem (MHz), a configuração **Cascode** oferece redução nos efeitos das capacitâncias parasitas entre os eletrodos das válvulas.

Como a resposta desejada é do tipo passa baixas acima de 1kHz, não vamos usar essa configuração.

Já para estágios com ganho entre moderado e baixo, mas com baixa impedância de saída, a configuração **SRPP** é bem interessante, já que se polariza automaticamente e possui boa capacidade de fornecer corrente, mesmo usando apenas um duplo tríodo.

Mas para um pré-amplificador que lida com sinais de pequena amplitude e uma fonte de sinal com uma impedância interna relativamente alta e indutiva, fica clara a necessidade de se minimizar o ruído gerado internamente.

Vai ser preciso alto ganho (50 a 200 vezes ou 34 a 46dB) para alcançar o nível de sinal desejado, algo entre 0,25 e 1Vrms, a partir de 2 a 5mV fornecidos pela cápsula.

Conseguir isso com baixa distorção e margem dinâmica pode ser muito mais fácil para estágios de amplificação que funcionem com 100V ou 300V de alimentação, mesmo sem realimentação negativa global.

Mas, e quanto ao ruído?

Usar as duas metades de um duplo tríodo para um estágio SRPP vai somar as contribuições de ruído de cada uma delas na saída.

Portanto, investigar o uso de duas seções na configuração catodo comum pode valer a pena.

Foi o que fizemos no PP5, cuja versão com um HPF de 6dB/oitava apenas, na frequência de 12,5Hz, que é realizado por R8 e C8, está na figura 1 abaixo:

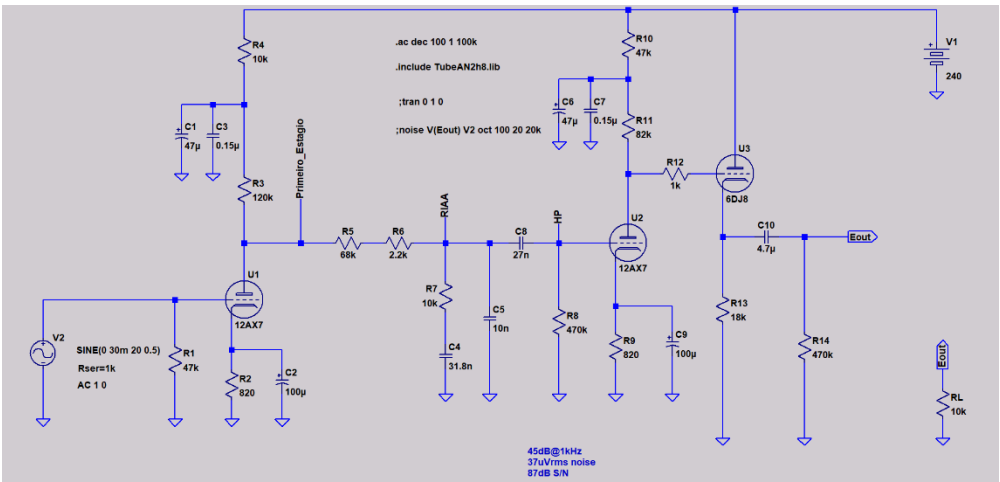


Fig. 1

O ponto de operação (figuras 3 e 4) e o valor de R3 definem a impedância interna do primeiro estágio, que vai acomodar a carga formada pela rede de equalização, aproveitando o aumento da impedância do ramo formado por C8 e R8, na frequência de corte do filtro, o que vai provocar um aumento no ganho do primeiro estágio nessa faixa (veja na figura 2), para ajustar a reposta da rede RIAA a 20Hz.

O seguidor de catodo formado por U3, uma 6DJ8 ou 6922, permite acomodar impedâncias de entrada de amplificadores de estado sólido que sejam usados nos estágios de amplificação de potência ou preamplificação seguintes, até uns 10kΩ de impedância de entrada.

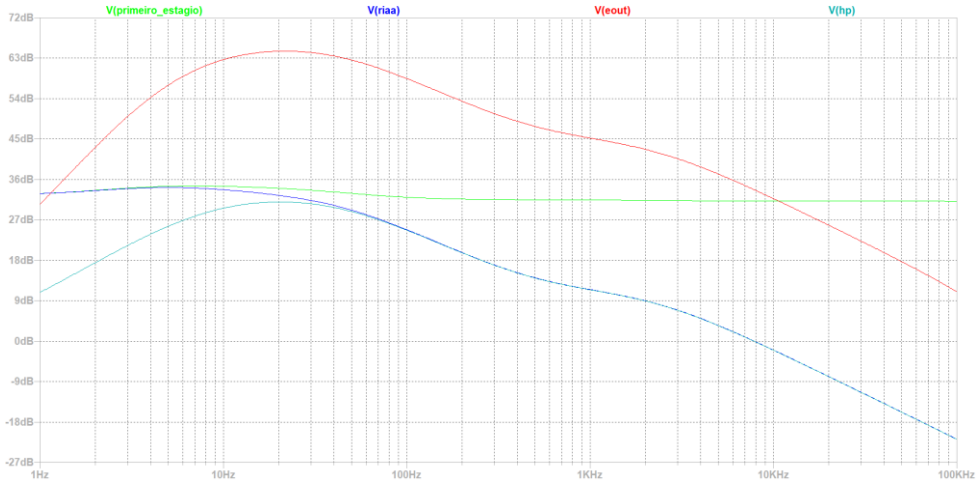


Fig. 2

Características da 12AX7

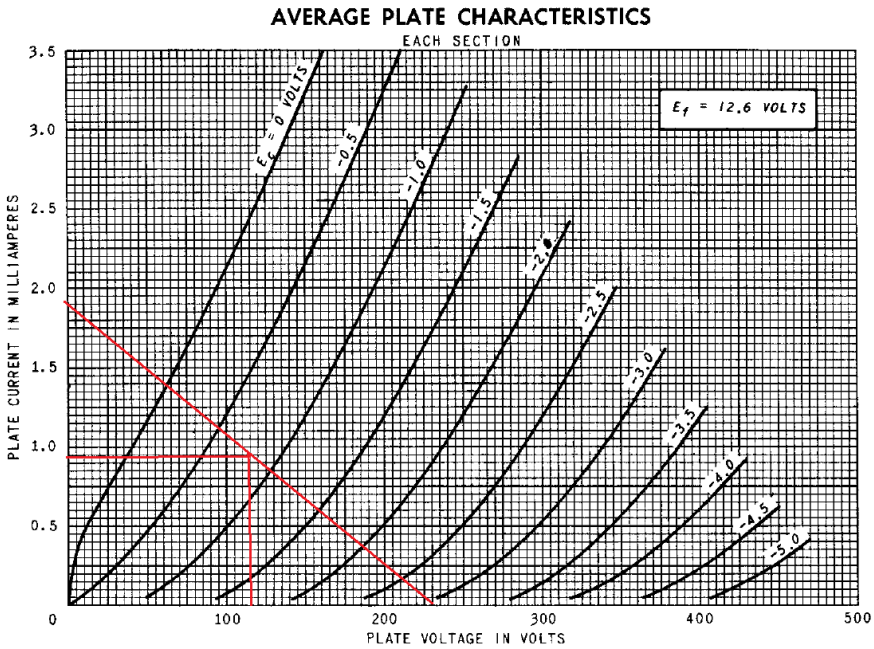


Fig. 3 (valores aproximados)

Embora a resistência de carga CC seja R3+R4, usei no gráfico acima apenas a carga CA (R3=120kΩ), já descontando uma queda de uns 10V, aproximadamente, em R4.

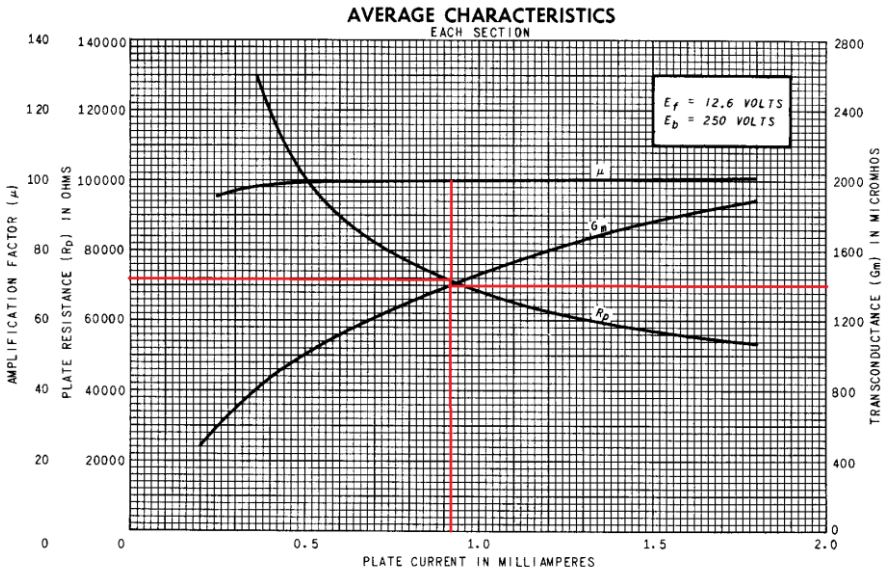


Fig. 4 (valores aproximados)

No gráfico da figura 4, podemos achar:

$$R_p \cong 72k\Omega$$
$$g_m \cong 1{,}4\ mA/V$$
$$\mu = g_m \cdot R_p \cong 100$$

É interessante verificar que o fator de amplificação permanece razoavelmente constante, independente do ponto de operação, apesar de g_m e R_p variarem bastante. O modelo elétrico simplificado para pequenos sinais, do primeiro estágio, ficaria assim:

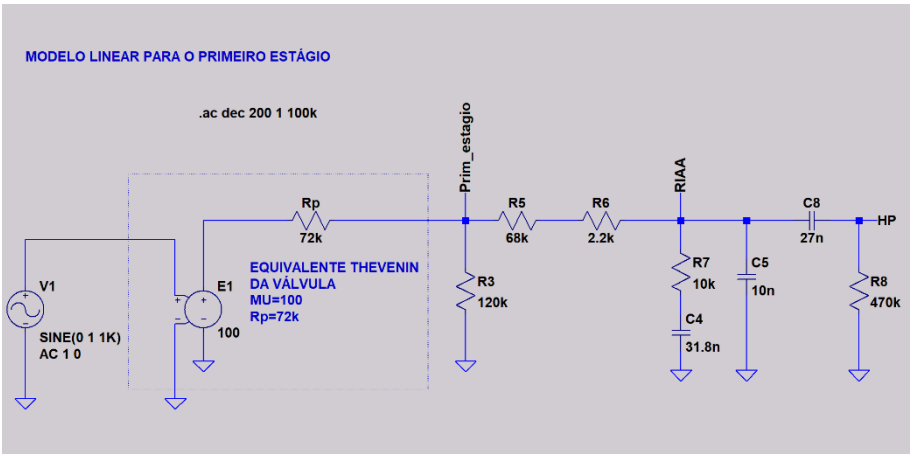


Fig. 5

Para frequências em que X_{C2}<<R2 e X_{C1}<<R3.

A resposta obtida seria esta:

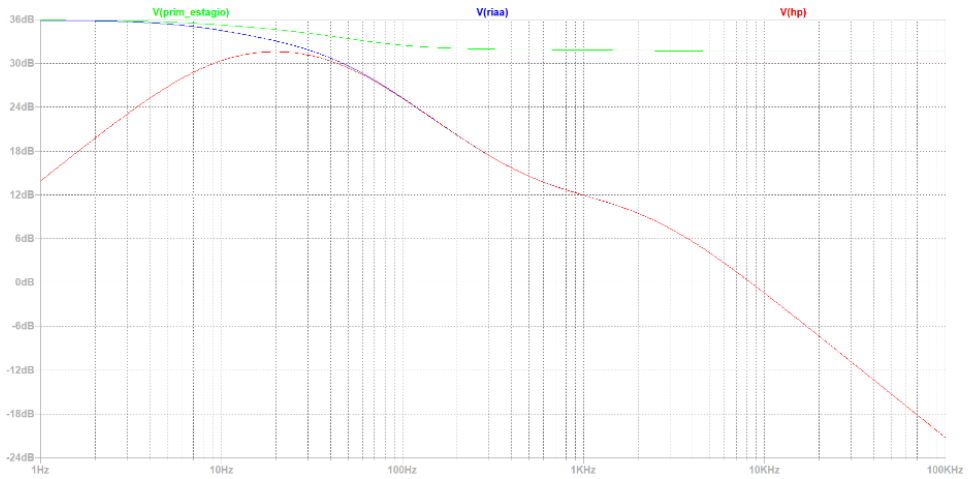


Fig. 6

O efeito do capacitor de desacoplamento C2 vai aparecer em 2Hz (-3dB) e vai reduzir o ganho abaixo de 20Hz, como mostrado na simulação do circuito completo. Isso mostra um bom ajuste, para resposta em frequência, dos modelos elétricos de válvulas usados na simulação completa, contidos na biblioteca TubeAN2h8 para LTSpice.

Na resposta completa, o efeito de R9 e C9 e do capacitor C10 de acoplamento ao estágio seguinte, aumentam a rejeição de frequências subsônicas em 3dB a 2Hz e fazem a queda de resposta se aproximar de 12dB/oitava a partir de 4Hz. Conseguimos manter os valores da rede de equalização RIAA inalterados nessa nova configuração.

Verificando o ruído interno (produzido pelos componentes ativos e passivos).

Ruído é como costuma ser descrito todo sinal indesejado, presente na saída de nossos circuitos amplificadores, sem relação com o sinal que desejamos amplificar e, normalmente, presente mesmo na ausência do sinal desejado.

Muitos tipos de ruído tem componentes definidos de frequência, ou um **espectro discreto**, como os 60Hz e seus harmônicos ímpares vindos da rede elétrica, ou 120Hz e seus harmônicos pares vindos da ação dos retificadores de onda completa nas fontes de alimentação, que são ruídos de **baixa frequência**, com componentes de f< 500Hz, que costumamos chamar de “Hum”.

Outro exemplo desse tipo é o “Buzz” (zumbido), geralmente criado por dimmers de iluminação ou outros controladores de potência que recortam a tensão senoidal da rede elétrica, com harmônicos de 60Hz até uns 6kHz ou mais.

Todos esses são exemplos de sinais periódicos com frequências audíveis e gerados por fontes externas ao circuito de amplificação ou por sua fonte de alimentação, sendo introduzidos no mesmo via radiação eletromagnética ou por acoplamentos capacitivos, indutivos ou por impedância comum entre equipamentos diferentes ou linhas de alimentação.

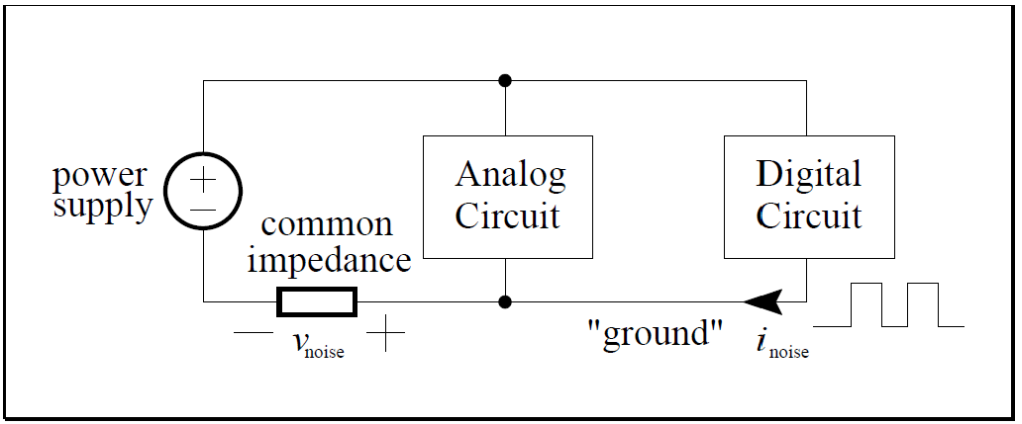


Fig. 7 Acoplamento por impedância comum

Chamamos a esses tipos de ruído de **interferências**.

Também há a possibilidade de **sinais interferentes na faixa de RF** (f>30kHz, LF), que tenham informação de áudio que possa ser demodulada, como rádios AM (500kHz - 1600kHz) ou FM (88MHz-108MHz) ou mesmo sinais de saída de amplificadores classe D, com áudio em PWM (200kHz-600kHz).

Podemos também considerar como sinal interferente também a diafonia, o vazamento de sinal ou “crosstalk” entre canais de amplificação.

Para lidar com esses sinais interferentes podemos usar blindagens, filtros nas fontes de ruído ou nas linhas de alimentação, filtros no caminho de sinal para sinais fora da faixa de áudio, linhas balanceadas e amplificadores diferenciais.

Além de sinais elétricos interferentes, nas válvulas há a possibilidade de vibrações mecânicas serem transformadas em sinais elétricos (microfonia). Nesse caso, o amortecimento mecânico do soquete e chassis ou a seleção de válvulas vai ser a solução.

Também é possível haver perturbações impulsivas como a comutação de relés, chaves de liga/desliga em circuitos próximos, perturbações por comutações na rede de distribuição elétrica ou circuitos de comutação eletrônica.

Impulsos têm um espectro de frequências largo... a melhor forma de lidar com eles é na fonte, usando redes RC ou diodos para amortecer a comutação de indutâncias, separando terras de circuitos digitais e analógicos e afastando condutores ou traços de circuito impresso, onde circulem correntes com variação abrupta, dos condutores ou traços onde circule o sinal amplificado.

Mas muitos tipos de ruído **são gerados internamente aos circuitos amplificadores** e têm um **espectro de potência** (W/Hz) ou uma **densidade espectral de potência** (V/√Hz), praticamente contínuas, como o "ruído branco"... isso mostra como a energia do ruído se distribui em função da frequência, por analogia com a luz branca que tem todos os comprimentos de onda visíveis... e vai ser inevitável haver componentes na faixa de áudio. Já que potência é proporcional ao quadrado da tensão, achar a amplitude da tensão eficaz correspondente envolve uma raiz quadrada, por isso a unidade (V/√Hz)...

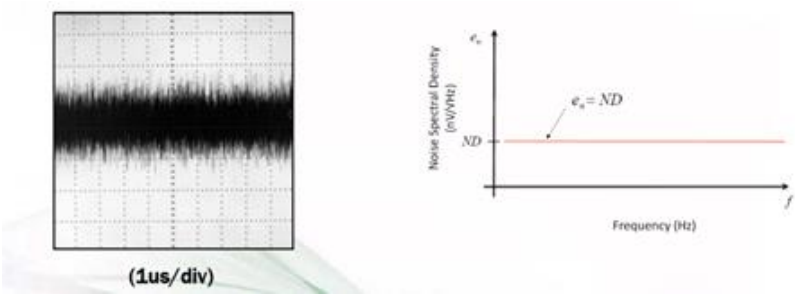


Fig. 8

No domínio do tempo, se observa uma **probabilidade** de o sinal atingir um valor acima de zero, ligada ao seu valor rms.

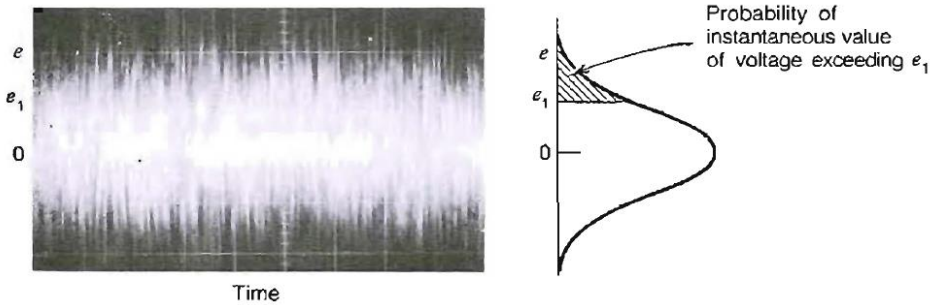


Fig. 9 (ref. 21)

As figuras 8 e 9 mostram amostras de ruído branco, com valor médio igual a zero.

Como o sinal é aleatório, sua distribuição de amplitudes se ajusta a uma distribuição Gaussiana, também chamada normal, e o seu valor rms vai ser identificado com o desvio padrão (σ) da amplitude. Amplitudes maiores que o valor rms tem probabilidades cada vez menores de ocorrer.

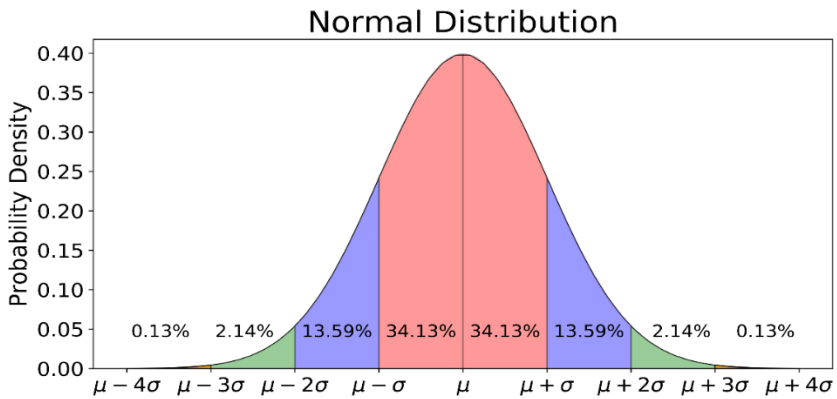


Fig. 10

Alguns exemplos:

Shot Noise (Ruído de Disparo)

A origem do nome pode vir do resultado acústico semelhante a tiros acertando um alvo quando ouvido num alto-falante, que vem de flutuações na quantidade de elétrons que cruzam uma barreira de potencial, devido à sua natureza discreta ou quantizada. Ou pode ser devido ao trabalho de **Walter Hermann Schottky,** que o analisou.

Tem espectro constante como o ruído branco. Acontece tanto em válvulas quanto em semicondutores.

Na ref. [25] vamos encontrar uma expressão para a corrente de ruído resultante desse processo, nas válvulas:

$$i_{shot} = 0{,}8 \cdot \sqrt{4 \cdot k \cdot T_k \cdot g_m \cdot B}$$

Onde:

$$k = constante\ de\ Boltzmann = 1{,}38 \times 10^{-23}\ (Joules/°K)$$
$$T_k = temperatura\ do\ \boldsymbol{catodo}\ absoluta\ (°K)$$
$$B = largura\ de\ faixa\ para\ ruído (Hz)$$
$$g_m = transcondutância\ em\ Siemens (^{A}/_{V})$$

Ruído Térmico

Resistores

Os resistores (ou quaisquer condutores que obedeçam à Lei de Ohm) vão apresentar, mesmo sem circulação de corrente vinda de uma fonte externa, uma tensão alternada ligada à agitação térmica das cargas em seu interior, devido à temperatura ambiente.

O valor médio dessa tensão é zero, mas a potência média vai ser diferente de zero. Esse tipo de ruído é chamado de ruído térmico ou ruído Johnson-Nyquist, sobrenomes dos descobridores da sua natureza.

O resistor vai se comportar, em certo sentido, como um transdutor de energia térmica em energia elétrica.

A amplitude desse sinal vai ser totalmente aleatória e pode-se provar que seu espectro contém uma larga faixa de frequências, de frações de Hz a GHz, sendo também chamado de "ruído branco" (white noise), por analogia com o espectro da luz visível.

Embora a potência de ruído seja muito pequena, a dos sinais a serem amplificados também é, daí a necessidade de controlar o ruído de fundo dentro de limites toleráveis.

Uma característica desse tipo de ruído é ter energia constante **por Hz**.

Isso implica que, ao se medir a energia numa banda entre 10kHz e 20khz (1 oitava, mas largura de 10000Hz) vai se observar um valor muito mais alto (100x) que entre 100Hz e 200Hz (também 1 oitava, mas largura de 100Hz).

Esse tipo de ruído é o responsável pelo "hiss" ou chiado de fundo, ouvido na saída de amplificadores, embora tenha energia em toda a faixa audível.

A expressão da relação entre a potência disponível nos terminais do resistor, a largura de faixa da medição e a temperatura absoluta será [21]:

$$P_n = k \cdot T_a \cdot B$$

Onde

$$P_n = potência\ média\ de\ ruído\ (watts)$$
$$k = constante\ de\ Boltzmann = 1{,}38 \times 10^{-23}\ (Joules/°K)$$
$$T_a = temperatura\ \boldsymbol{ambiente}\ absoluta\ (°K)$$
$$B = largura\ de\ faixa\ para\ ruído (Hz)$$

Um modelo elétrico para o resistor real ruidoso, com resistência R, será investigado considerando um gerador de tensão de ruído e_n com resistência interna R_s=R (sem ruído), entregando a potência de ruído gerada termicamente a um resistor de resistência RL=R (também sem ruído).

Dessa forma, temos a máxima transferência da potência de ruído entre a fonte de ruído (agitação térmica na resistência R) e a resistência física RL=R :

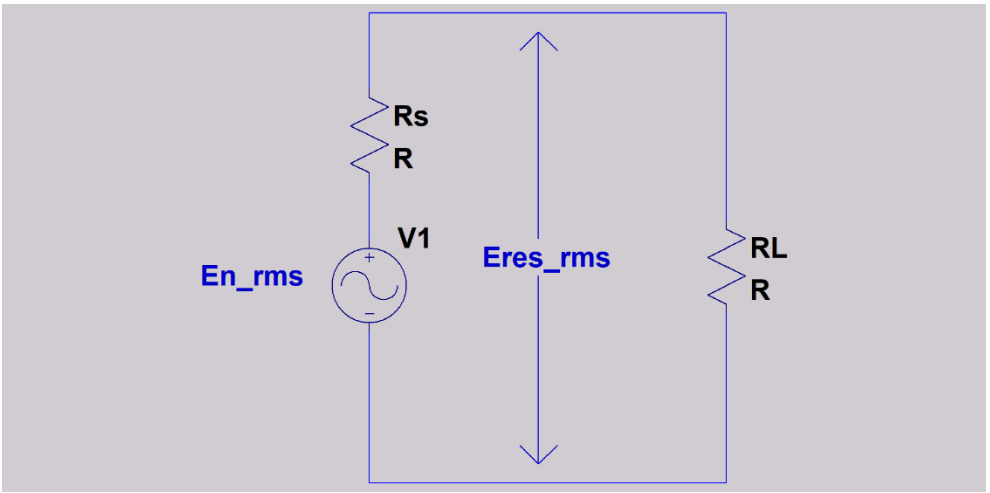


Fig. 11

Nessa condição, podemos escrever:

$$P_{nmáx} = \frac{1}{R} \cdot \left(\frac{E_n}{2}\right)^2 = \frac{E_n^2}{4 \cdot R}$$

$$k \cdot T_a \cdot B = \frac{E_n^2}{4 \cdot R}$$

$$E_n^2 = 4 \cdot R \cdot k \cdot T_a \cdot B$$

Então

$$E_n = \sqrt{4 \cdot R \cdot k \cdot T_a \cdot B}$$

Vai ser a tensão rms de ruído devido a um resistor de resistência R.
Por exemplo, considerando um resistor de 1kΩ na temperatura de 300°K (27°C) e na faixa de áudio*:

$$E_n = \sqrt{4 \cdot 1000 \cdot 1{,}38 \times 10^{-23} \cdot 300 \cdot (20000 - 20)} = 5{,}755 \times 10^{-7} V = 0{,}575 \mu Vrms$$

Seria a tensão de ruído devido ao resistor de 1kΩ.

*A largura de faixa para ruído não corresponderá aos pontos de -3dB da resposta em frequência do circuito avaliado.

Ruído em excesso

Quando há circulação de corrente contínua, além da alternada de sinal, resistores apresentam um nível de **ruído adicional**, devido à circulação de CC, que vai depender do tipo de elemento resistivo, sendo menor nos de filme metálico (ref. [1]).

Pode ser definido um índice de ruído para o ruído em excesso nos resistores por V_{DC} de queda de tensão:

$$NI = 20 \cdot \log\left(\frac{E_{ex} \cdot 10^6}{V_{DC}}\right) dB$$

Onde

$$E_{ex} = ruído\ em\ excesso\ em\ \mu Vrms$$
$$V_{DC} = queda\ de\ tensão\ em\ V, sobre\ o\ resistor$$

Portanto, podemos calcular o ruído em excesso (em µVrms) sabendo o NI e V_{DC}.

$$E_{ex} \cdot 10^6 = V_{DC} \cdot 10^{\frac{NI}{20}}$$

$$E_{ex} = V_{DC} \cdot 10^{\frac{NI}{20}} (\mu V)$$

Alguns exemplos (ref. [1]):

Tipo	NI(dB)
Carbono	+10 a -20
Filme de Carbono	-10 a -25
Filme Metálico ou Fio	-15 a -40

Tabela 2

Comparando os piores índices para um resistor de carga na placa, com queda de 100V_{DC}:

Carbono

$$E_{ex} = V_{DC} \cdot 10^{\frac{NI}{20}} = 100 \cdot 10^{\frac{10}{20}} = 316\mu V$$

Filme metálico

$$E_{ex} = V_{DC} \cdot 10^{\frac{NI}{20}} = 100 \cdot 10^{\frac{-15}{20}} = 17{,}8\mu V$$

Comparando os melhores índices para um resistor de carga na placa, com queda de 100V_{DC}:

Carbono

$$E_{ex} = V_{DC} \cdot 10^{\frac{NI}{20}} = 100 \cdot 10^{\frac{-20}{20}} = 10\mu V$$

Filme metálico

$$E_{ex} = V_{DC} \cdot 10^{\frac{NI}{20}} = 100 \cdot 10^{\frac{-40}{20}} = 1\mu V$$

Esse ruído tem densidade de potência inversamente proporcional à frequência (1/f), o comportamento de "ruído rosa" (pink noise).

Tudo indica que usar resistores de filme metálico como carga de placa em pré-amplificadores de alto ganho vai ser a melhor opção, não é? Vamos conseguir precisão no ganho, impedância de saída e menor nível de ruído.

Tríodos

Nas refs. [22] e [23] (Atwood e Spangenberg) encontraremos uma expressão aproximada para uma **resistência equivalente de ruído branco <u>para tríodos</u>**:

$$R_n = \frac{2{,}5}{g_m}\Omega$$

O que mostra que o valor do resistor equivalente será inversamente proporcional à transcondutância do tríodo, portanto dependente do ponto de operação escolhido. Substituindo os valores obtidos para a 12AX7 no circuito proposto, teremos:

$$R_n = \frac{2{,}5}{0{,}0014}\Omega = 1785\Omega$$

E esse seria o valor de uma resistência em série com a grade, **<u>na temperatura ambiente considerada</u>**, com tensão eficaz equivalente ao ruído térmico (aleatório) que será observado na saída.

Isso vai permitir calcular uma tensão de ruído térmico equivalente na entrada, a qual, multiplicada pelo ganho do estágio, vai permitir avaliar a tensão de ruído na saída devido a esse processo (agitação térmica).

Então:

$$E_n = \sqrt{4 \cdot 1785 \cdot 1{,}38 \times 10^{-23} \cdot 300 \cdot (20000 - 20)} = 7{,}685 \times 10^{-7} V = 0{,}769\mu Vrms$$

Vai ser a tensão de ruído referida à entrada esperada para essa válvula.

Mas dispositivos ativos, como válvulas e transistores, têm outras formas de geração de ruído, com espectro diferente, devido à circulação da corrente contínua necessária ao seu funcionamento.

Flicker Noise (Ruído de Cintilação)

Para válvulas, esse tipo de ruído acontece por variações aleatórias na emissão do catodo, devido a diversas causas, e varia consideravelmente entre amostras da mesma válvula, de um mesmo fabricante e ao longo do tempo.

A corrente rms devido a esse tipo de ruído, **numa determinada frequência** pode ser calculada por (ref. [25]):

$$i_{flicker} = \sqrt{\frac{K \cdot I_a^2}{f}}$$

Isso mostra um comportamento de 1/f , como ruído rosa.

Para achar o valor numa faixa de frequências, precisamos integrar a expressão anterior para chegar a:

$$i_{flicker} = \sqrt{K \cdot I_a^2 \cdot \ln\left(\frac{f_2}{f_1}\right)} = I_a \cdot \sqrt{K \cdot \ln\left(\frac{f_2}{f_1}\right)}$$

Onde

$$K = constante\ que\ depende\ da\ válvula$$

$$10^{-13} \leq K \leq 10^{-12}$$

$$I_a = corrente\ CC\ de\ placa\ (A)$$

$$f_2 = frequencia\ limite\ superior\ da\ faixa(Hz)$$

$$f_1 = frequencia\ limite\ inferior\ da\ faixa(Hz)$$

Na faixa de áudio, esse ruído vai predominar e é diretamente proporcional à corrente média de placa (CC), o que leva a pensar em trabalhar com menores correntes de repouso, mas isso vai reduzir a transcondutância, aumentando o ruído e, por outro lado, reduzindo o ganho, tendendo a alguma compensação.

Isso leva as válvulas com maior g_m a ter um faixa maior de correntes com menor nível de ruído, como mostrado nas figuras 12 e 13.

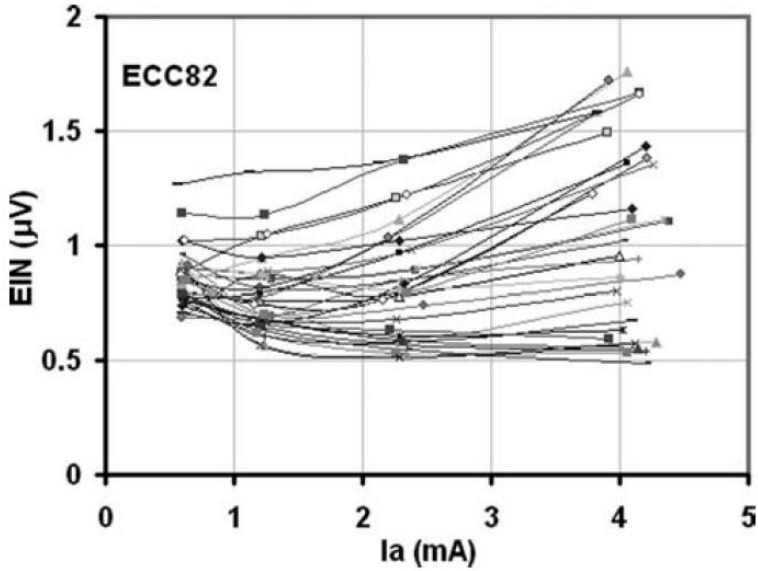


Fig. 12 Resultado da medição de ruído em lotes de válvulas do mesmo tipo (ECC83 para dois tríodos em paralelo), faixa entre 200Hz e 20kHz, quantidades entre parênteses (ref. [24]).

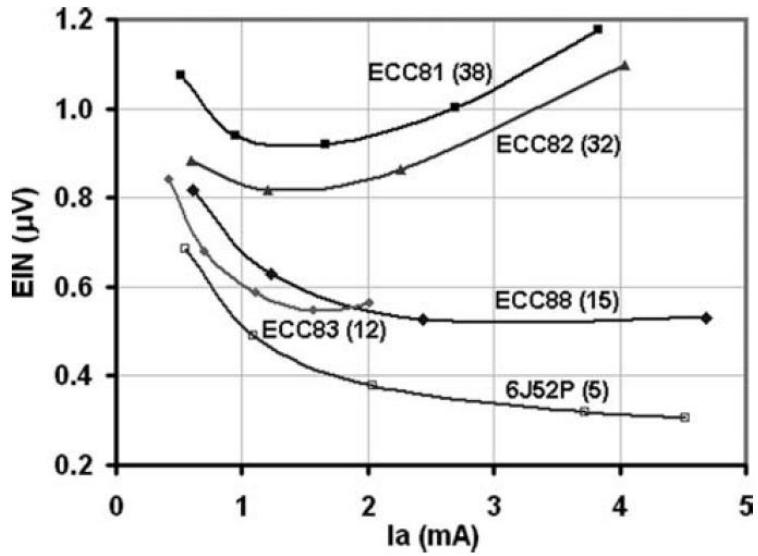


Fig. 13 Resultado da medição de ruído num lote de 32 válvulas do mesmo tipo (ref. [24]).

As medições indicam uma variação média razoavelmente pequena na tensão de ruído, para uma larga variação em I_a.

De qualquer forma, cada tipo de válvula vai ter uma faixa ótima de corrente de placa para mínimo ruído.

Corrente de Grade

Sim, mesmo válvulas sem defeitos que causem presença de gases no seu interior podem ter uma pequena corrente residual de grade, mesmo corretamente polarizadas.

Essa corrente vai ficar na faixa de 1nA a 100nA e leva a uma densidade de corrente de ruído para válvulas, na faixa de 0,02pA/√Hz a 0,2pA/√Hz.

Felizmente, isso não vai ser um problema para fontes de sinal com resistência interna menor que uns 5kΩ a 10kΩ, e vai incluir as cápsulas fonocaptoras de magneto móvel.

Caso essa corrente seja maior, isso revela uma válvula defeituosa.

Ruido de Partição

Acontece em pêntodos e outras válvulas com múltiplos eletrodos, pois o fluxo de elétrons emitidos pelo catodo tem que se dividir entre a placa e grade de blindagem, gerando mais uma possibilidade de flutuação instantânea aleatória da corrente.

Na ref.[22] encontramos uma expressão para levar em conta esse mecanismo de geração de ruído:

$$R_{npentodos} = \frac{2{,}5}{g_m} + \frac{20 \cdot I_{G2}}{I_K \cdot g_m}$$

Onde

$I_{G2} = corrente\ na\ G2 (mA)$
$I_K = corrente\ de\ catodo\ (mA)$

$g_m = transcondutância\ do\ pêntodo\ (^{A}/_{V})$

De uma forma geral, pêntodos tem um maior nível de ruído, embora alguns tipos como a EF86, por exemplo, sejam surpreendentes... (veja a seguir)

Noise voltage

The equivalent noise voltage on g_1 is approximately 2 μV for the frequency range from 25 to 10 000 Hz at V_b = 250 V and R_a = 100 kΩ.

Para se obter o nível total de ruído de um estágio é preciso somar as contribuições de todos os tipos presentes, obter o total na saída e dividir pelo ganho.

O resultado vai ser uma tensão equivalente de ruído na entrada do estágio.

Na ref. [24] se encontra uma expressão para o ruído interno total de tríodos:

$$v_{Ein} = \frac{\sqrt{3{,}5 \times 10^{-20} \cdot \frac{g_m}{\sigma} \cdot (f_2 - f_1) + K \cdot I_a^2 \cdot \ln\left({}^{f_2}/_{f_1}\right)}}{g_m}$$

Onde

$$\sigma = constante\ com\ valor\ entre\ 0{,}6\ e\ 1\ que\ depende\ da\ válvula$$

$$K = constante\ que\ depende\ da\ válvula$$

$$g_m = transcondutância\ em\ Siemens({}^{A}/_{V})$$

$$f_2 = frequencia\ limite\ superior\ da\ banda\ de\ ruído$$
$$f_1 = frequencia\ limite\ inferior\ da\ banda\ de\ ruído$$
$$I_a = corrente\ CC\ de\ placa\ (A)$$

Type	σ	K
ECC81 (12AT7)	0.7	2.1×10^{-13}
ECC82 (12AU7)	1.0	6.2×10^{-14}
ECC83 (12AX7)	1.0	3.8×10^{-14}
ECC88 (6DJ8)	0.6	6.2×10^{-14}
6J52P (6Ж52П)	0.8	3.0×10^{-14}

Tabela 3 (ref. [24])

Resumo

Válvulas pré-amplificadoras devem ter alta transcondutância e baixo ruído.

A escolha, tanto da válvula quanto do seu ponto de operação e do valor da resistência de carga CC na placa e em série com o sinal, não pode ser negligenciada no projeto de amplificadores de alto ganho e baixo ruído, como precisam ser os de microfone e cápsulas fonocaptoras magnéticas.

Minimizar os valores de resistência ou níveis de impedância do circuito e determinar valores ótimos para a corrente de repouso dos elementos ativos, como válvulas ou transistores, vai ser a tarefa de quem precisa ter baixos níveis de ruído.

No próximo artigo, a fonte de alimentação, lista de material e a montagem deste pré-amplificador.

Referências:

1. Bohn, Dennis, editor. **AUDIO HANDBOOK** 1st ed. National Semiconductor Corporation; 1976.
2. Holman, Tomlinson. **AUDIO**, **"Dynamic Range Requirements of Phonographic Preamplifiers"**, July 1977.
3. Tomer, Robert B. ; **Getting The Most Out of Vacuum Tubes**, 1st ed. Howard W. Sams & Co. Inc.; 1960.
4. Gray, Paul E.; Searle, Campbell L.; **Princípios de Eletrônica**, vol. 3, Circuitos Eletrônicos II; 1ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.; 1974.
5. Zobel, O.J. (1923), **Theory and Design of Uniform and Composite Electric Wave-filters**. Bell System Technical Journal, 2: 1-46. doi:10.1002/j.1538-7305.1923.tb00001.x (internet).
6. Cauer, W, "**Die Verwirklichung der Wechselstromwiderstände vorgeschriebener Frequenzabhängigkeit**", *Archiv für Elektrotechnik*, **vol 17**, pp355–388, 1926. **The realisation of impedances of prescribed frequency dependence (in German),** (internet).
7. Maloberti, Franco; Davies, Anthony C.; **A Short History of Circuits and Systems**. River Publishers, 2016.© IEEE 2016.
8. Kuo, Frank F., **Network Analysis and Synthesis**, John Wiley & Sons, 1966.
9. Daryanani, Gobind, **Principles of Active Network Synthesis and Design**, Bell Laboratories, John Wiley & Sons, 1976.
10. Van Valkenburg, M. E., **Introduction to Modern Network Synthesis**, John Wiley & Sons, 1960.
11. Tedeschi, Frank P.; **The Active Filter Handbook**, Tab Books, 1979.
12. Stephenson, Frederick William; et al, **RC Active Filter Handbook**, John Wiley & Sons, 1985.
13. Close, Charles M.; **Circuitos Lineares**, (*The Analysis of Linear Circuits*); tradução: Ana Lucia Serio de Almeida, José Abel Royo dos Santos e José Carlos Goulart de Siqueira (Escola Federal de Engenharia de Itajubá); Copyright © 1966 by Harcourt, Brace Jovanovitch, Inc.; Copyright © 1975 by LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.
14. Desoer, Charles A.; Kuh, Ernest S.; **Teoria Básica de Circuitos** (*Basic Circuit Theory*); tradução: Carlos Peres Quevedo; Copyright © 1969 by McGraw-Hill, Inc.; Copyright © 1979 Ed. Guanabara Dois.
15. Texas Instruments, **AN-346, High-Performance Audio Applications of The LM833**, agosto de 1985, revisado em maio de 2013.
16. Millet, Pete; **LR Phono Preamps**, disponível na internet em 21/09/2021, no endereço: http://www.pmillett.com/file_downloads/LR%20Phono%20Preamps.pdf
17. Jones, Morgan; **Valve Amplifiers**, 3rd ed., 2003, Elsevier Ltd.
18. Self, Douglas; **Small Signal Audio Design**, 1st ed., 2010, Focal Press.
19. **LM2596 SIMPLE SWITCHER©, 150kHz step down 3A Voltage Regulator datasheet**, Texas Instruments, 1999-2013.
20. Vogel, Burkhard; **The Sound of Silence**, 2008, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
21. Motchenbacher, C. D., Connelly, J. A., **Low-Noise Electronic System Design**; John Wiley & Sons, 1993.
22. Alley, Charles L., Atwood, Kenneth W.; **Electronic Engineering**, 3rd ed., 1973, John Wiley & Sons, Inc.
23. Spangenberg, Karl L., **Vacuum Tubes**; 1948, McGraw-Hill.
24. Blencowe, Merlin, **Noise in Triodes with Particular Reference to Phono Preamplifiers**; AMS Neve Ltd Engineering Report, Journal of The Audio Engineering Society, Vol. 61, N° 11, Novembro 2013.
25. Blencowe, Merlin, **Designing Valve Preamps for Guitar and Bass**; 2nd ed., 2012, Wem Publishing.

TVKX

E outros casos de oficina

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?
Então ajude a seus colegas, divulgando o que você observou e como resolveu o problema. Basta escrever um resumo do caso, mandá-lo para o e-mail contato@revistaantenna.com.br, deixando o resto por conta do Redator desta seção. Se ele considerar o assunto de interesse para os leitores, aqui será feito um relato da estória, da qual participarão os populares personagens de TVKX. O seu nome será mencionado no artigo.

A cargo de: ***JAIME GONÇALVES DE MORAES F°****

Zero a Zero

Observando-se com atenção a mesa do canto na padaria do Mário, era possível concluir-se que havia um certo olhar de desânimo em relação ao nosso amigo Zé Maria.

- Mas que cara de urubu no choco, Zé Maria...

- Essas telas dos televisores mais novos me tiram do sério! Cada vez que tenho de acessar o barramento de LEDs, é a mesma coisa! Se alguém deixar cair uma folha de papel no chão, já penso que foi a tela que trincou.

- Concordo com você, mas são riscos que temos de enfrentar. Vejam só: Estão lembrando de que esta semana tive que trocar o barramento de uma Philco de 55 polegadas? Que coisa mais fina ! Não gosto de usar as ventosas para remoção, mas que é um susto a cada segundo, lá isso é! A cada barulhinho das travas “cleck!”, cleck!” é uma onda de Adrenalina.

- E depois ainda temos de remontar tudo! Tem a moldura que encaixa de um lado e não quer encaixar do outro, e vai por aí! No final tudo costuma dar certo, mas mesmo assim, ontem fiquei pensando: Será que existe alguma profissão na qual você se arrisca para receber 400 Reais, sabendo que em um segundo pode ter um prejuízo de 2.700, o preço de um televisor novo? O que você acha de tudo isso, Carlito?

- Bem... Claro que existe um grande risco ao desmontar telas para trocar réguas de LED. De início temos que removera lâmina de vidro, que é grande e fina tipo grossura de uma cartolina. Aí já existe um risco de quebra, embora nunca tenha acontecido comigo, porém já ocorreu com vários conhecidos, por mais cuidado que se tenha...

- Sem esquecer do fato de que muitos fabricantes colocam adesivo dupla face colando o vidro na moldura e carcaça. Com o passar tempo, o adesivo endurece e adere totalmente. Não se pode forçar; tem que enfiar um cartão na fenda e ir como que se fosse serrando. É tensa essa parte e justamente a hora de maior risco!

***Engenheiro de Eletrônica**

- Se quebrar, o televisor está perdido. Temos de pensar em algo para não termos de cobrar preços elevados somente por algo que pode ou não ocorrer.

- Hora de ir para a Oficina, turma! Hoje é seu dia de quitar a conta, Zé Maria!

Logo ao chegar, depararam com um televisor SEMP 32L1700 na bancada do Toninho.

- Mas que sujeito mais teimoso! Esse televisor estava ligado durante o temporal de quarta-feira e foi vítima de uma descarga elétrica vinda pela rede elétrica. Quando saí, ontem no início da noite, você havia dito que a fonte estava um bagaço e iria condenar o aparelho...

- Pois é, Carlito...Olhei... pensei... e resolvi passar uma régua nos componentes mais críticos e, acredite ou não, está funcionando!

- Hum... Você sabe muito bem que não gosto nem um pouco de reparar televisores atingidos por descargas elétricas.

- Sei disso, Carlito, mas, neste caso, não havia aqueles sinais característicos de curto-circuito e PCI danificada. Fui testando os componentes mais críticos e achei os culpados; O MOSFET estava em curto; o TL 431 idem e por fim o oscilador EM835.

-E de onde você arrumou um EM835?

- Simples, Zé Maria ! Acessei a Internet e, com um pouco de paciência e consulta aos amigos, descobri que o NCP1251 é idêntico. Retirei daquela placa ali, que estava na sucata, e pronto! Mais um salvo do purgatório!

- Muito bem.... Vamos então começar o dia com esse Philco de 39?

- Deixe ver: PH39N91DSGW. Tenho até o Manual de Serviço! Segundo a informação do proprietário está parado, novamente.

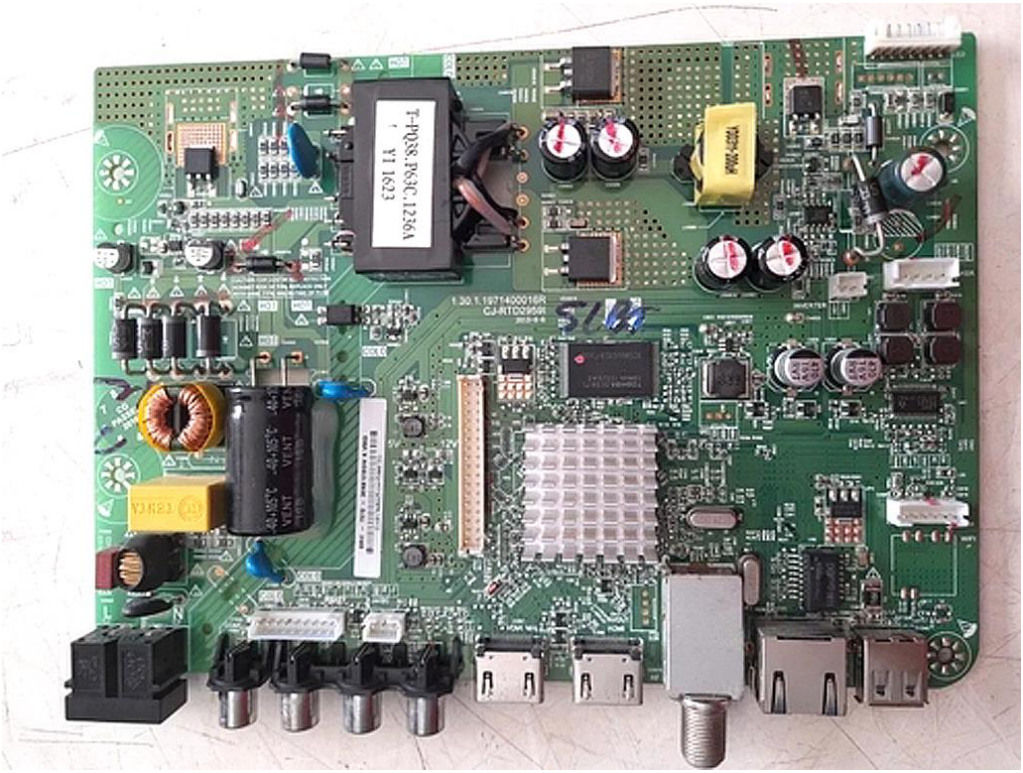
- Sim... Sim... Caso de retorno em garantia!

- No mês passado, quando abri o televisor, vi que tinha algo solto dentro do gabinete. Sacudi bem e achei um indutor solto da PCI. Ressoldei, funcionou por algumas horas e dei como caso encerrado.

- É, Toninho.... Mas a coisa parece ser bem mais complicada! Lembra-se do Sony que apareceu aqui na oficina há uns três meses? Fiquei curioso sobre aquele defeito com essa bobina que alimenta o inverter caída dentro do gabinete. Acabei por ter de trocar, pois estava marrom de tanto calor.

- Mas, naquele caso não havia nada de errado com o resto do circuito; Acho que ela esquenta muito mesmo . Por via das dúvidas, eu colei com silicone branco PU, já tem meses!

- Não estou vendo muita relação com os dois casos, Toninho. Examine bem a PCI.



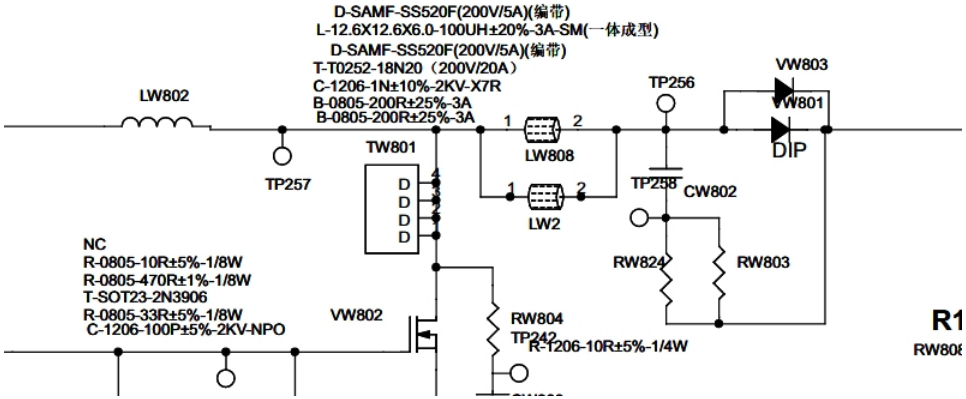
Placa Principal Philco PH39N91DSGW

- Está aqui o local: LW802 , indutor 101. Vou ressoldar e ligar o televisor. Vamos ver o que vai acontecer.

Dali a cerca de meia hora Zé Maria foi verificar o televisor e, após ter certeza de que a imagem estava normal, passou a observar os componentes da fonte.

- Vai soltar a solda daqui a pouco, isso sim! O que poderá estar provocando o aquecimento excessivo?

- Na minha opinião, pode ser um problema no barramento de LEDs ou então algum problema junto ao MOSFET. Vamos olhar o esquema novamente!



Fonte de alimentação

- Teste o MOSFET, Toninho, mas retire do circuito.

- Rapidinho....

Nada de errado foi encontrado, mas, por via das dúvidas, Carlito aconselhou a troca do MOSFET, para não ficarem andando em círculos.

- Como não temos um B18N20D, vamos utilizar um AOD2210. Troque e vamos ver se o indutor continua aquecendo!

Mas não foi dessa vez! O indutor continuava a aquecer, e muito!

- Pode ser o barramento de LEDs!

- Aí, nesse caso, o CI Driver dos LEDs deveria aquecer, o que não acontece. Pode ser que algum componente esteja fazendo com que a frequência do oscilador tenha se desviado.

- Pois eu acho que temos um caso típico de 'espalhamento de tolerância', em que um circuito crítico tem os valores de componentes ligeiramente alterados, dentro da tolerância prevista, mas que no conjunto vai dar uma baita alteração.

- Pensando bem.... Já estamos há mais de três horas às voltas com esse televisor. Não seria melhor trocar a placa inteira? Por 150 Reais tiramos o TV da bancada!

- Vou concordar com você, Toninho! Amanhã ou depois retornamos a este televisor. Vamos ao próximo, este LG!

Dois dias depois, com uma nova placa, o Philco foi ligado e aí....

- W801 apenas ligeiramente morno. Viu só como não era o barramento de LEDs?

- Vou separar a PCI antiga e com um pouco de tempo vou descobrir o culpado!

- Boa sorte, Toninho! De qualquer modo ficamos no zero a zero! Não podemos cobrar a placa e o que recebemos anteriormente deu certinho para a compra.

- Zero a Zero também é um bom resultado, Carlito!

De um caso de oficina do Tecnet Fórum, com os agradecimentos a Daniel, Ramoseldo, Silvano Fernandes, Capacheck, Schiavon, Marcos e Claudir Longo.

Análise do Amplificador Integrado Gradiente LAB 500



Marcelo Yared*

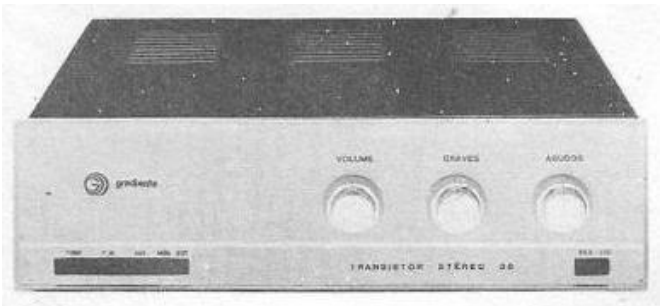
Neste começo de 2022, e esperamos que nossos leitores tenham tido uma ótima passagem de ano, continuaremos nossa incursão pelos amplificadores da, podemos dizer, “pré época de ouro” do som residencial no Brasil.

No número passado, avaliamos o amplificador Tonos ST-120, lançado na primeira metade da década de 1970, que é, na verdade, uma cópia do Dynaco Stereo 120, projeto europeu da década anterior.

Neste número, avaliaremos um modelo contemporâneo ao Tonos citado, também com tecnologia da transição entre as duas décadas citadas, o LAB 500.

Se compararmos o LAB 500 com seus antecessores na linha, veremos ainda muita semelhança com os primeiros modelos da empresa; mesma altura de painel, mesma disposição dos controles e a mudança, basicamente, nos modelos de chave utilizadas, saindo das conjugadas tipo “push-button” para as de alavanca, independentes.

O modelo ST36, um dos primeiros lançados pela Gradiente, mostra bem as semelhanças e as diferenças apontadas.



***Engenheiro Eletricista**

Na linha do ST-36 havia um outro modelo, o ST-20, menor, e que já não utilizava chaves conjugadas.

Voltando ao LAB 500, trata-se de um amplificador integrado, com controles de graves, agudos, loudness, entradas para fonocaptores magnéticos e de cerâmica, além das de linha, auxiliar e FM, além de monitoração e gravação de gravadores de fita.

Até esta fase da empresa, seus equipamentos tinham toda a descrição das ligações e controles grafada em Língua Portuguesa.

Tem saídas para fones e para um par de sonofletores e, quanto a elas, apresenta opções não muito comuns, como, por exemplo, a possibilidade de seleção entre estéreo e mono para as saídas, por canal, e um inversor da polaridade de uma delas, que, como não temos mais informações sobre sua utilidade, especulamos que deveria ser utilizado para a ligação de um canal central, comum.

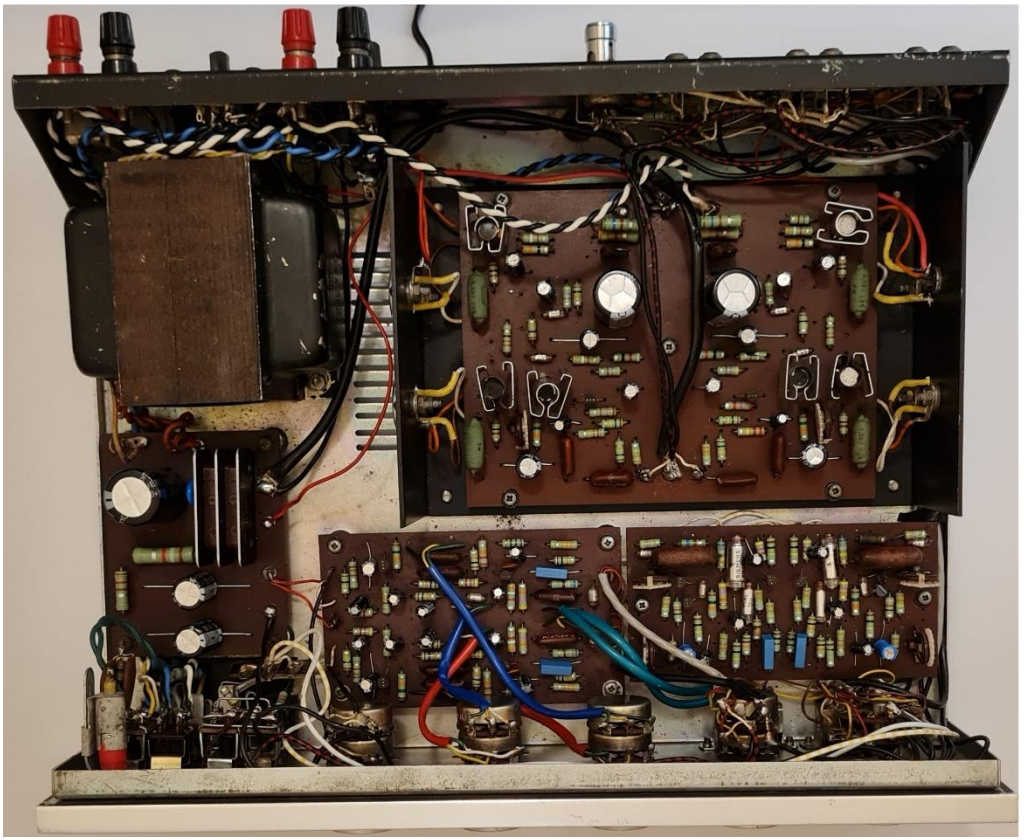


Vemos que o LAB 500 apresenta um bom conjunto de conexões, conectores de boa qualidade e três saídas CA para energizar outros aparelhos. Os conectores de falantes são muito bons, permitindo o uso de plugs do tipo “banana” ou fios simples.

O equipamento não tem proteção eletrônica contra curtos na saída, mas apresenta um fusível para cada linha de alimentação interna do estágio final de amplificação, o que não protege perfeitamente os alto-falantes, mas evita maiores danos, principalmente ao amplificador.

O equipamento analisado foi fornecido por um amigo, o Albano, colecionador de “vintage”, de Santa Catarina, e foi feito por ele um completo “recap” dos eletrolíticos, além de manutenção básica.

Quanto a isso, não é difícil de se encontrar o esquema elétrico do aparelho, que é bem simples e muito similar aos dos demais equipamentos da época, como simples é, também, a sua montagem interna.

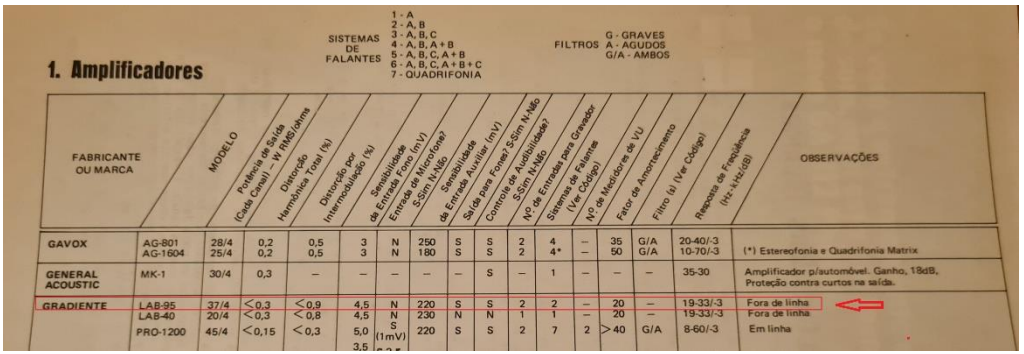


Montagem organizada, com bons componentes. Comum, também, na época, particularmente nas empresas nacionais, era a não identificação dos componentes nas placas impressas, o que dificulta um pouco sua manutenção.

Para a alegria dos saudosistas, os transistores de saída de áudio são os famosos 2N3055, fabricados pela Motorola e que dão conta, perfeitamente, do recado.



As especificações técnicas do LAB 500 estão perdidas no tempo... não encontrei nada na Internet e nem nas publicações que tenho. Entretanto, ao observarmos a linha LAB, vemos que o LAB 95 tem o mesmo circuito eletrônico, mesma alimentação, as mesmas funções, controles etc. A diferença é que este apresenta conexões para dois pares de sonofletores. Aparentemente, o LAB 95 foi uma evolução do LAB 500, para permitir essa possibilidade. Assim, utilizaremos as especificações do LAB 95, constantes do anuário SOM, em sua terceira edição, conforme abaixo:



1. Amplificadores

SISTEMAS DE FALANTES: 1 - A; 2 - A, B; 3 - A, B, C; 4 - A, B, A + B; 5 - A, B, C, A + B; 6 - A, B, C, A + B + C; 7 - QUADRIFONIA

FILTROS: G - GRAVES; A - AGUDOS; G/A - AMBOS

FABRICANTE OU MARCA	MODELO	Potência de Saída (Cada Canal) – W RMS/ohms	Distorção Harmônica Total (%)	Distorção por Intermodulação (%)	Sensibilidade de Entrada Fono (mV)	Entrada de Microfone? S-Sim N-Não	Sensibilidade de Entrada Auxiliar (mV)	Saída para Fones? S-Sim N-Não	Controle de Audibilidade? S-Sim N-Não	Nº de Entradas para Gravador	Sistemas de Falantes (Ver Código)	Nº de Medidores de VU	Fator de Amortecimento	Filtro (s) (Ver Código)	Resposta de Freqüência (Hz x Hz/dB)	OBSERVAÇÕES
GAVOX	AG-801	28/4	0,2	0,5	3	N	250	S	S	2	4	–	35	G/A	20-40/-3	
	AG-1604	25/4	0,2	0,5	3	N	180	S	S	2	4*	–	50	G/A	10-70/-3	(*) Estereofonia e Quadrifonia Matrix
GENERAL ACOUSTIC	MK-1	30/4	0,3	–	–	–	–	–	S	–	1	–	–	–	35-30	Amplificador p/automóvel. Ganho, 18dB. Proteção contra curtos na saída.
GRADIENTE	LAB-95	37/4	<0,3	<0,9	4,5	N	220	S	S	2	2	–	20	–	19-33/-3	Fora de linha
	LAB-40	20/4	<0,3	<0,8	4,5	N	230	N	N	1	1	–	20	–	19-33/-3	Fora de linha
	PRO-1200	45/4	<0,15	<0,3	5,0 3,5	S (1mV)	220	S	S	2	7	2	>40	G/A	8-60/-3	Em linha

Medições

Todas as medições foram feitas em rede elétrica de 220VCA, a 1kHz, na entrada auxiliar, exceto onde especificado de outra forma. Vamos ver então como este amplificador, quase cinquentão, se comportou na bancada de testes.

Potência de saída antes do ceifamento em 8Ω - 26W

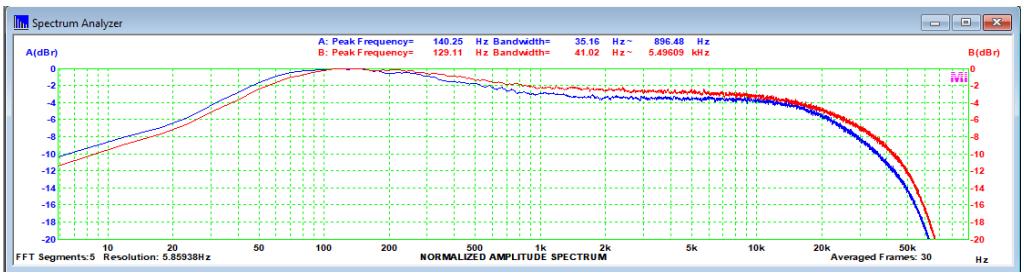


Potência de saída antes do ceifamento em 4Ω - 34,8W



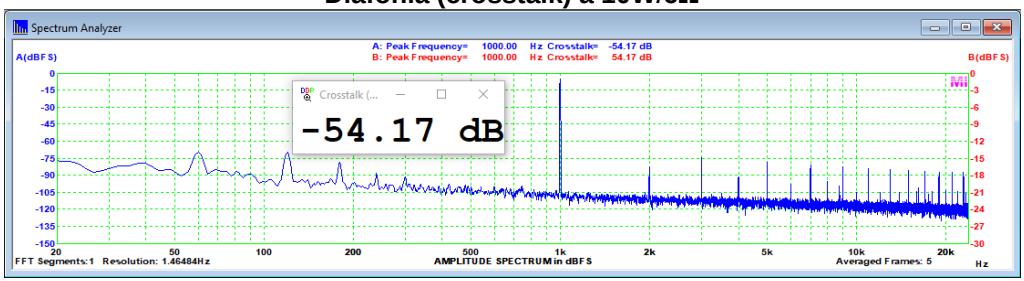
Um dos canais entrou em ceifamento primeiro, mas o outro alcançou 35W em 4Ω. As medidas batem com o especificado. Há algum problema no canal que ceifa antes.

Resposta em frequência a 1W/8Ω, ruído branco

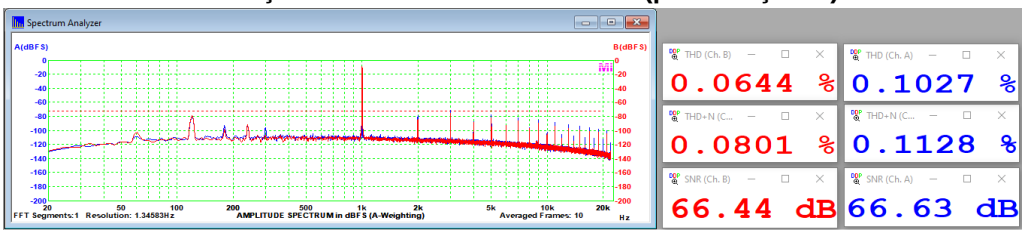


A resposta apresenta um ganho em baixas frequências de aproximadamente 3dB em relação à banda passante, mas atinge o especificado.

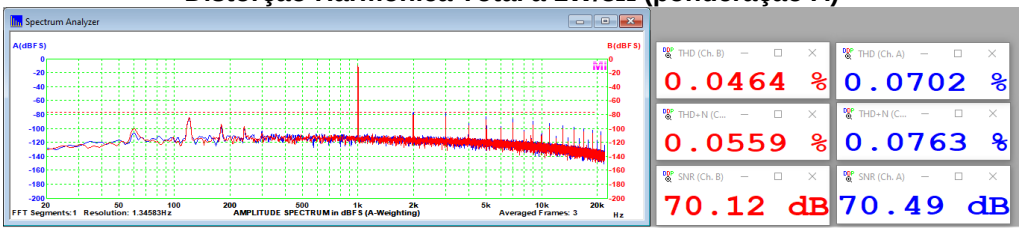
Diafonia (crosstalk) a 10W/8Ω



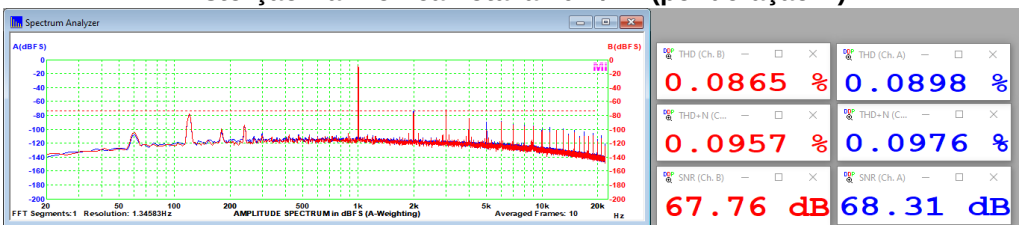
Distorção Harmônica Total a 1W/4Ω (ponderação A)



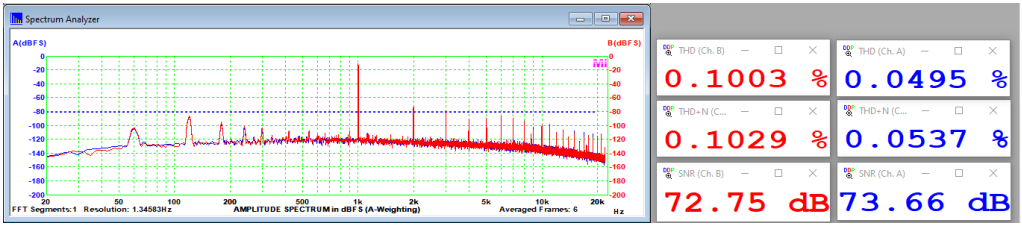
Distorção Harmônica Total a 1W/8Ω (ponderação A)



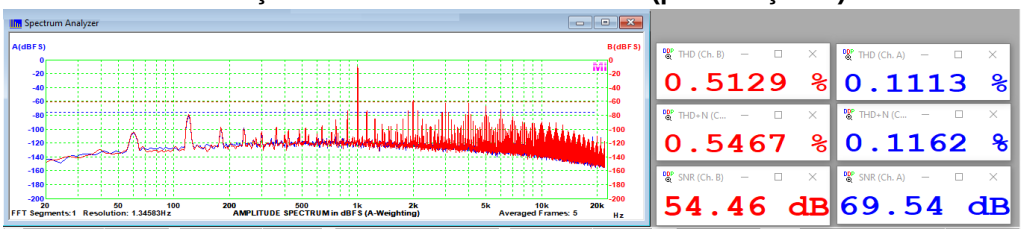
Distorção Harmônica Total a 10W/4Ω (ponderação A)



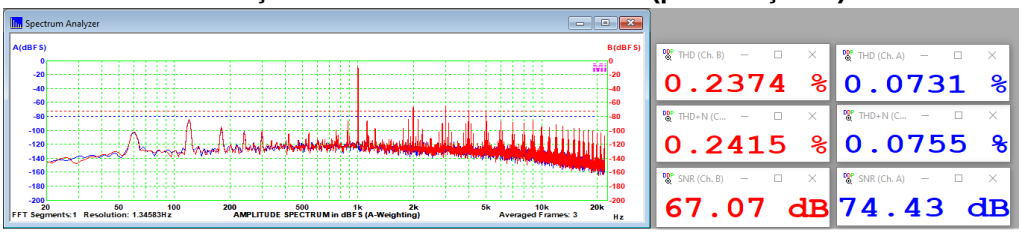
Distorção Harmônica Total a 10W/8Ω (ponderação A)



Distorção Harmônica Total a 26W/4Ω (ponderação A)

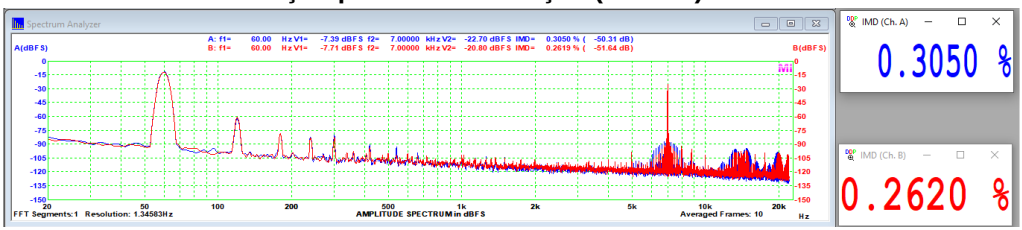


Distorção Harmônica Total a 25W/8Ω (ponderação A)

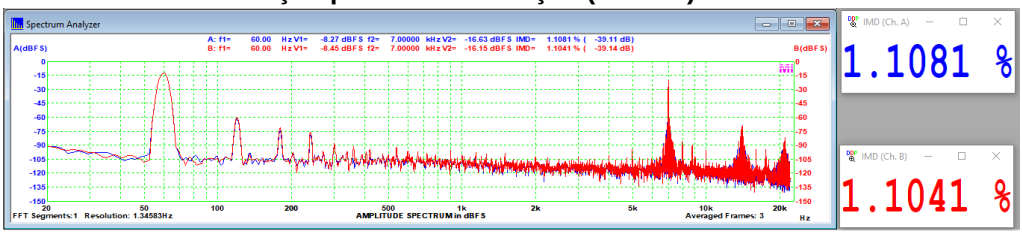


Os valores são quase todos inferiores aos especificados, e bons, considerada a época.

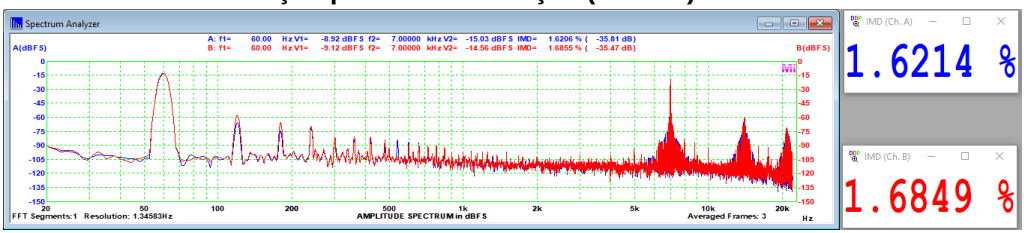
Distorção por Intermodulação (SMPTE) a 1W/8Ω



Distorção por Intermodulação (SMPTE) a 10W/8Ω



Distorção por Intermodulação (SMPTE) a 25W/8Ω

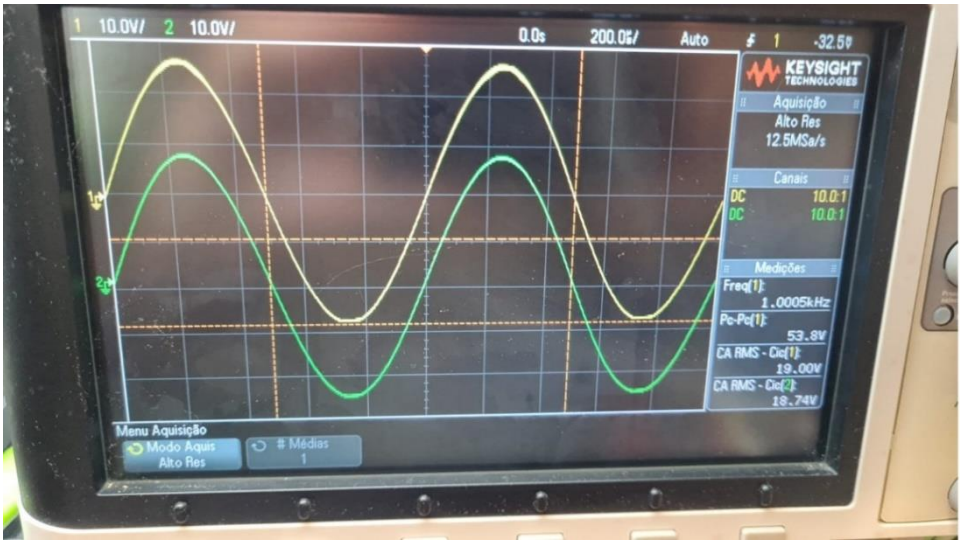


A DI ficou dentro do especificado à exceção próximo à potência máxima. São valores elevados para os equipamentos atuais, mas dentro do esperado para esse tipo de projeto.

A relação sinal ruído, medida na entrada auxiliar, é boa e os controles de graves e de agudos são eficazes e adequados.

O loudness atua de forma um pouco diferente, pois o pré-amplificador já fornece algum ganho nos graves.

Outro ponto interessante é que, ao fazermos uma manutenção na placa de amplificação, fizemos também as medidas de potência com uma fonte externa, estabilizada, de 64VCC, e obtivemos valores tensão de saída e de ceifamento praticamente idênticos, e bem melhores, como pode ser visto na fotografia abaixo:



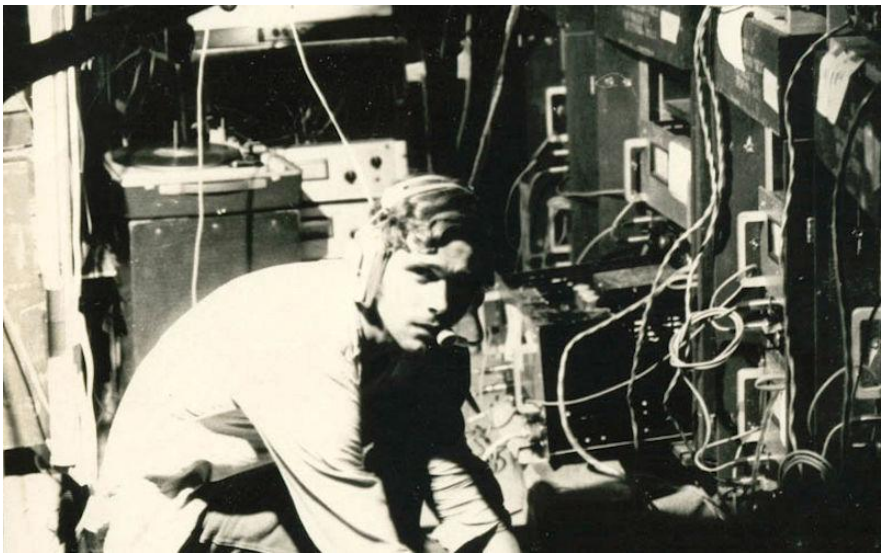
Ou seja, o circuito tem potencial para fornecer bem mais potência e uma adequação da fonte poderia permitir isso. Uma possibilidade para o futuro.

Em resumo, o LAB 500 foi um amplificador de boas características para o seu tempo e representou uma evolução em relação aos primeiros modelos da Gradiente. A empresa, no intervalo de praticamente 10 anos, a partir do começo da década de 1970, evoluiu muito e os modelos posteriores a este, que já foram objeto de testes em Antenna, demonstram isso.

A evolução não se deu apenas na qualidade dos circuitos, mas também na documentação, projeto mecânico, identificação e qualidade das placas impressas etc. Pena a indústria nacional não ter conseguido atravessar as turbulências da década de 1990.

Em breve deveremos ter as análises de equipamentos anteriores a este, e, também de outros mais modernos, tanto da Gradiente como de outros fabricantes nacionais. Até lá!

Como a McIntosh Sonorizou Woodstock



Alfredo Manhães (tradução)*

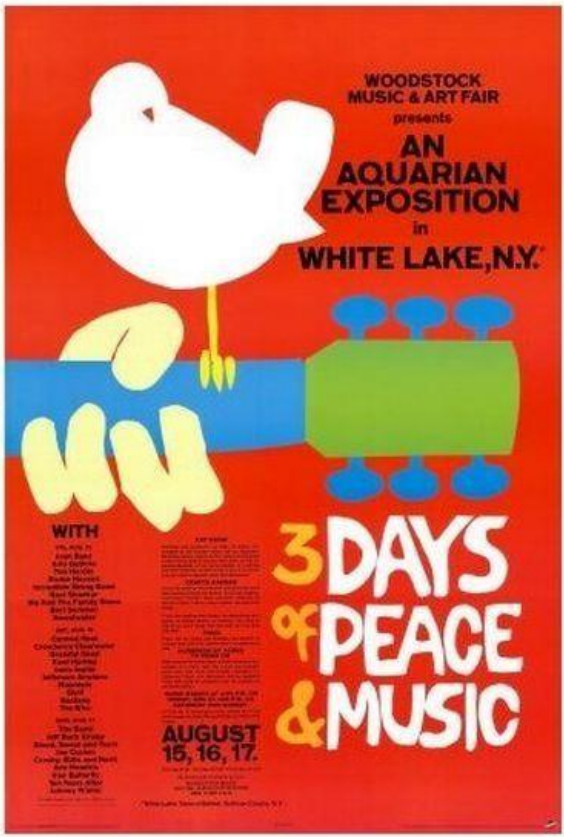
Dennis Burger – Home Theater Review - 15/08/2019

Coincidindo com o quinquagésimo aniversário de Woodstock, que ocorreu entre 15 e 18 de agosto de 1969, na fazenda de Yasgur em Bethel, Nova York, houve um ressurgimento surpreendente no interesse por esse evento histórico, juntamente com uma boa quantidade de reflexões, motivadas em grande parte pelo novo documentário da PBS, “Woodstock: Three Days That Defined a Generation” (Woodstock: 3 dias que definiram uma geração).

No entanto, o que não foi discutido foi o papel desempenhado pelo Laboratório McIntosh em tornar possível o evento e manter o entretenimento fluindo diante de uma calamidade após outra, provocada por um planejamento insuficiente, superlotação e clima inesperado.

Para me aprofundar um pouco mais nessa história, recentemente me sentei com o atual presidente da McIntosh, Charlie Randall, que cresceu perto da sede da empresa em Binghamton, NY, e ingressou na McIntosh em 1985 como aprendiz no departamento de engenharia. Ele atua como presidente do McIntosh Laboratory, Inc. desde 2001.

***Mestre em Engenharia da Computação**





Charlie Randall – Atual presidente da McIntosh, na câmara anecoica da empresa.

Dennis Burger: Vamos começar discutindo o óbvio, ou seja, a conexão entre McIntosh e Woodstock e como isso aconteceu.

Charlie Randall: Eu não tinha idade suficiente para estar em Woodstock, mas tenho conhecimento suficiente da história da empresa para entender o que aconteceu. Como você provavelmente sabe, a Hanley Sound foi a equipe que montou o sistema, e eles foram pioneiros em levar o que você consideraria equipamento de áudio normal e começar a produzir o que hoje definimos como som de concerto. Acredito que a primeira exposição da McIntosh em termos de realização de um grande evento foi o discurso inaugural de Lyndon B. Johnson em 1965.

DB: Espere, vamos fazer uma pausa. Eu acho que a conexão McIntosh / Woodstock é material de lenda no mundo do áudio neste momento, mas a coisa do LBJ é nova para mim. Como isso aconteceu?

CR: Na época, os locais de eventos estavam ficando muito maiores, e o Hanley Sound estava na vanguarda disso. Hanley é quem foi contratado para montá-lo, e logo depois de iniciarem o Hanley Sound, eles queriam os produtos McIntosh e foi isso que eles usaram.

Hanley conhecia a McIntosh – ela sabia mais sobre os componentes de áudio doméstico, que naquela época seriam como as peças do tipo MC30 e MC40, que realmente eram destinadas a som estéreo em casa. Mas Frank McIntosh, depois de estar nas forças armadas e manter-se próximo dos clubes de soldados, reconheceu que havia a necessidade de amplificadores maiores e melhores, especialmente nos dias de guerra em que eles enviavam artistas a diferentes países para divertir as tropas.

E então, se você avançar um pouco, sabemos como foi quando os Beatles chegaram à América em 1965: tudo o que você podia ouvir era a multidão gritando, porque a música era reproduzida no sistema de PA bem ao fundo.

Então foi isso que motivou o desejo de McIntosh de oferecer um amplificador melhor, e Hanley de querer produzir um som melhor. E ele queria ser basicamente um vendedor de franquia do produto McIntosh; no entanto, durante esse período, a empresa não lhes concederia a franquia, porque seria usada para rock and roll, e essa não é realmente a direção em que a empresa queria se posicionar.

Em 1968, tínhamos os amplificadores MI350 e MC3500 – que são iguais – mas o MI350 era mais conhecido como um item industrial e comercial, e o MC3500 era considerado um pouco menor, embora a topologia dos amplificadores fosse realmente a mesma.



Amplificador monofônico MC3500

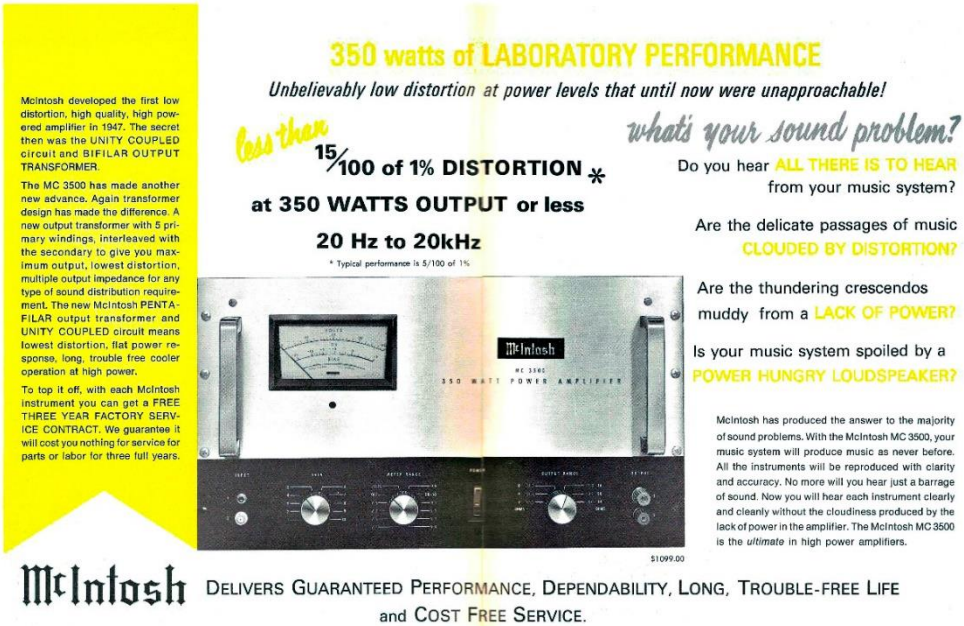
Naquela época, os outros concorrentes estavam fazendo amplificadores de potência de 60, 75 W. Ninguém estava indo muito além disso.

Portanto, ver um monobloco valvulado de 350 W naquela época não era possível para muitos fabricantes e a McIntosh é conhecida por construir um amplificador melhor e mais poderoso, com menor distorção e melhor relação sinal/ruído.

E talvez o mais importante: melhor confiabilidade.

E foi isso que levou Hanley a usar os McIntosh. O que o motivou foi a tecnologia por trás do que tínhamos versus o que mais alguém poderia fazer durante esse período.

Mas Gordon Gow, o responsável pelas vendas e marketing da época, não permitiu que eles tivessem o MI350, então eles tiveram que se contentar com o MC3500. E foi isso que acabou sendo usado em Woodstock em 1969.



Propaganda de lançamento do MC3500
Fonte: https://www.hifiengine.com

E em 1974, quando o Grateful Dead apareceu no Cow Palace com – eu acredito que era o MC2300, amplificador estéreo, mas, novamente, construído na mesma arquitetura do MC3500, que era mono.

DB: Então, os amplificadores do show de Woodstock foram projetados para o mercado doméstico, mesmo que houvesse uma versão comercial disponível.

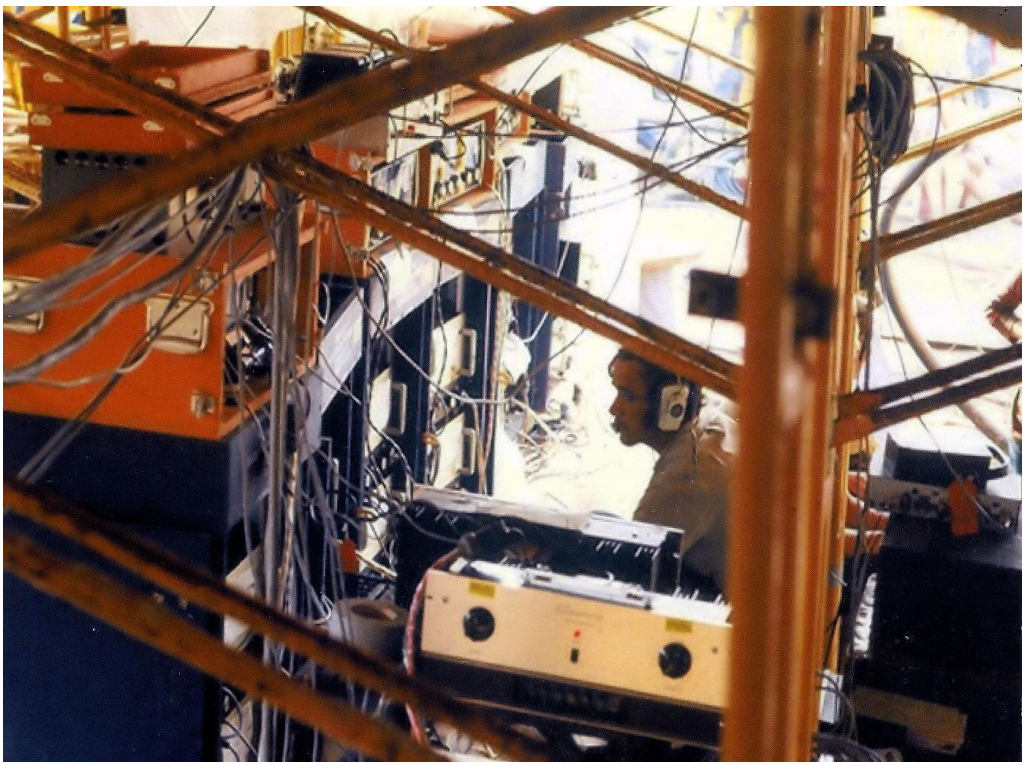
CR: Sim. No total, eram vinte dos MC3500s, localizados – acredite ou não – embaixo do palco, e todos sabemos que Woodstock no fim de semana se transformou em um show de lama, então havia muito o que fazer nos bastidores, primeiro para manter os amplificadores frios, devido à falta de fluxo de ar, e segundo, para mantê-los secos.

O interessante é que o sistema foi criado para ser, de certo modo, equivalente a dois sistemas de PA, porque a multidão era enorme. Eles tinham o que você chamaria de sistema para o palco da frente e, em seguida, outro sistema para enviar som para as costas da multidão. Os alto-falantes na frente estavam baixos, enquanto os alto-falantes traseiros estavam altos. E os amplificadores foram divididos de acordo. Mas a única coisa para a época – lembre-se, foi em 1969 – em vez de rodar o som mono, eles estavam misturando o som em estéreo. Portanto, o sistema não foi configurado para conduzir uma grande pilha de alto-falantes em formato monofônico.

DB: Então, além de manter os amplificadores frescos e secos, eles também tinham um sistema de som bastante sofisticado – naquela época – para manter o funcionamento …

CR: A piada recorrente quando você fala com alguém que esteve envolvido com o Hanley Sound é que tudo naquele festival foi um desastre, mas o som continuou funcionando. Eles não tinham banheiros suficientes, o tempo era ruim e tudo estava uma bagunça, mas era fácil manter a multidão calma porque eles conseguiam manter o som fluindo. Além disso, se fazia anúncios públicos pelo sistema de som.

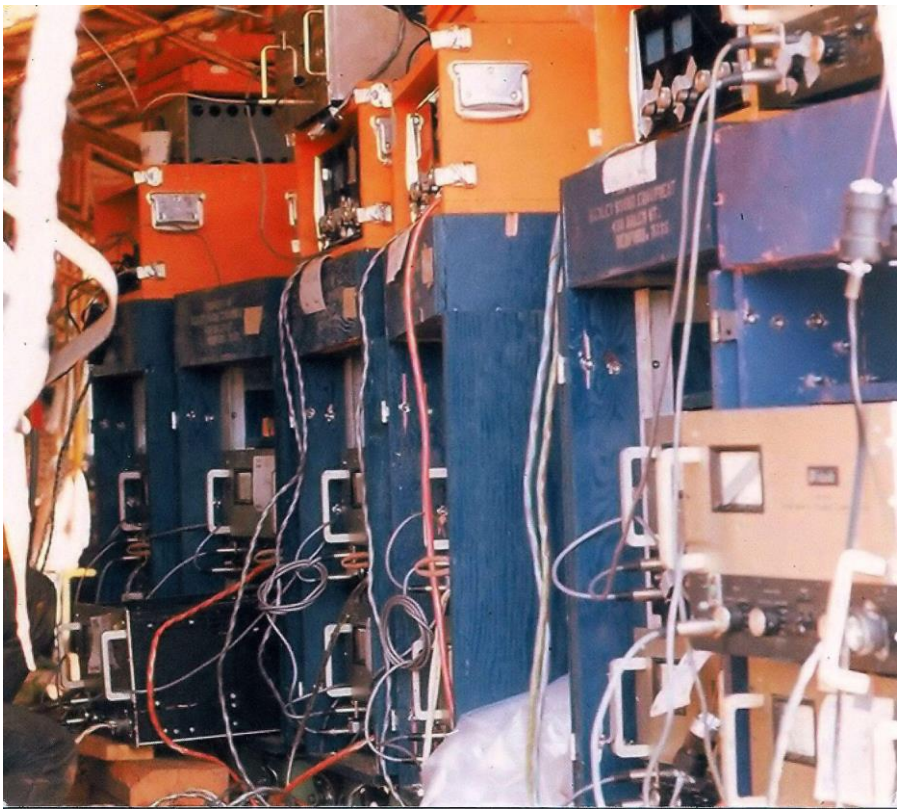
No que diz respeito a manter os amplificadores frios, havia ventiladores sob o palco, e os próprios amplificadores eram refrigerados por ventiladores. Mas o que tornou viável para os técnicos – e havia alguns caras da Hanley Sound naquele palco o tempo todo – era que a frente do MC3500 tinha medidores de saída (VUs), para que eles pudessem realmente ver quais eram os amplificadores atuando, certificando-se de que eles não estavam sobrecarregados, de modo que esse recurso lhes permitisse acompanhar o funcionamento do sistema.



DB: Você mencionou anteriormente que a linha de produtos da McIntosh não estava direcionada ao rock. Como e por que isso mudou na preparação para Woodstock?

CR: A princípio, acho que a empresa estava mais orientada para a música de orquestra. E a – como devemos dizer isso? – a maturidade de Frank McIntosh foi certamente um fator. Quando ele se aposentou no final dos anos 70, ele estava nos seus 70 anos, então você pode fazer as contas e adivinhar qual teria sido sua percepção do rock and roll. Quanto à indústria da música, o lado do rock, em 1965, eram os Beatles, o Shea Stadium e a juventude norte-americana lotando aquele espaço, mas para os adultos mais velhos, eles achavam que isso iria arruinar o mundo. Então, foi uma divisão demográfica, com certeza.

Mas, à medida que a música mais moderna se tornou mais popular, era inevitável que uma empresa como McIntosh tivesse que endossá-la, apenas do ponto de vista de quem eram os clientes que estavam realmente comprando seus produtos.



Set de amplificadores McIntosh MC3500

DB: Então, como essa mudança demográfica – e talvez mais importante, o uso de produtos McIntosh em eventos como Woodstock e o Grateful Dead's Wall of Sound – mudou a empresa, em termos de percepção ou desenvolvimento de produtos?

CR: Em termos de design de produto, se você olhar para o típico sistema de áudio doméstico na época…quero dizer, 75 W por canal em um sistema estéreo é muita potência. Durante esse período, todo mundo estava fazendo praticamente tudo valvulado.

Então, para lançar um amplificador de 350 W durante esses dias era óbvio que a aplicação seria para grandes eventos, e tenho certeza de que o que aconteceu com os Beatles no Shea Stadium em 1965 foi o que despertou o interesse do 3500. Na empresa, o amplificador mais poderoso que tínhamos na época seria o MC275, que tinha 75 W por canal.

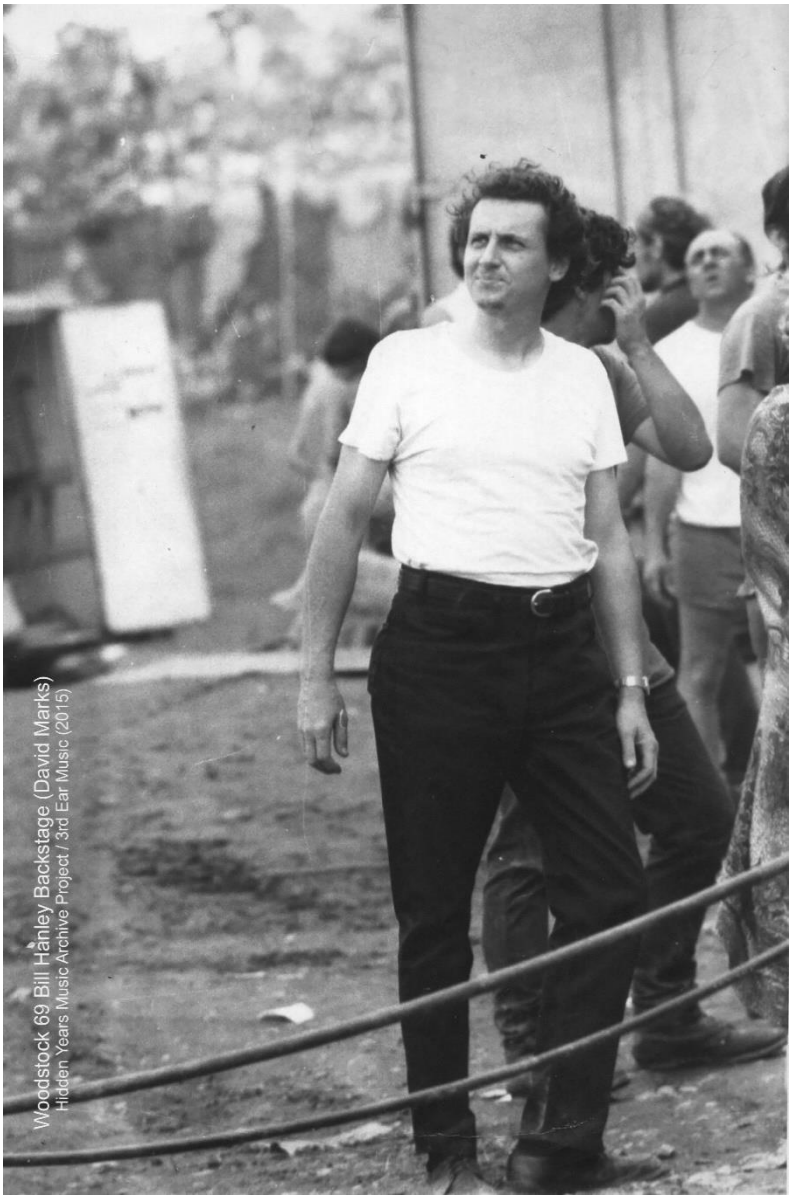
Portanto, a empresa pretendia e sabia que, voltando ao que eu disse anteriormente, haveria a necessidade de um amplificador melhor, não apenas para o lar, mas também para clubes de oficiais e o que acabou se transformando nesses grandes locais de concerto. E, claro, apenas cresceu a partir daí. Então, depois do 3500 … bem, o 3500 se transformou no 2300, que se transformou no 2500, que se transformou no 2600. O 2600 era de 600 W em modo estéreo.

DB: Então, foi uma espécie de corrida armamentista em termos de poder …

CR: Sim, e mesmo acima e além do som da sala de concertos, esses produtos chegaram a aplicações militares, como por exemplo, direcionando transdutores de sonar para fazer os submarinos parecerem um cardume de peixes.

E eles também foram usados para acionar os sistemas de música em espera em cidades como Chicago. Com o Bell Labs, você tinha a opção de pagar por onde a operadora de telefonia, em vez de ficar em espera, ligaria você à tomada de música, e os amplificadores McIntosh estavam alimentando música por toda a cidade. Esse é um aspecto realmente interessante da história da empresa, no que diz respeito ao motivo pelo qual os amplificadores ficaram tão grandes naquele momento. Mas estava acima e além da reprodução sonora.

Como eu disse, eles fizeram seu caminho por meio dos laboratórios de testes, seja a Bell & Howell ou mesmo muitas empresas aeroespaciais que usaram por diferentes razões, para radar e sonar, por exemplo.



Bill Hanley

DB: E coisas assim podem levar a uma espécie de loop de feedback – a necessidade de mais energia foi impulsionada por grandes aplicativos comerciais e depois penetrou em casa – mas vamos falar um pouco sobre como esse aumento na produção de energia levou a outros mudanças no mercado de áudio doméstico.

CR: Ainda hoje, se você observar os tipos de alto-falantes que utilizamos – um exemplo perfeito é o dos grande home theaters, onde aplicamos line array. E, é claro, o line array foi desenvolvido para esse tipo de aplicação de som em grandes locais. O Wall of Sound do Grateful Dead era apenas uma grande variedade de linhas.

E nós, americanos, não gostamos de pequenos espaços. Nossas casas têm o dobro do tamanho de qualquer outro lugar do mundo. E um alto-falante do tipo single point source* não é grande o suficiente para dirigir uma sala de home theater de 100 m^2.

Portanto, obviamente, a solicitação de mais potência e mais drivers para preencher esse espaço nos levou por vários caminhos, desde os dias de um sonofletor Bozak com um tweeter e um woofer.

**Alto-falante single point source: um único ou vários alto-falantes colocados distantes, transmitindo uma gama completa de som de um único ponto.*

DB: Qual é o legado de Woodstock, na sua opinião, e mais especificamente: qual é o legado do envolvimento de McIntosh nesse show histórico?

CR: Para o público em geral, é um momento icônico da história americana, especialmente se você estiver envolvido em música ou cultura de alguma forma. Você pode ver Woodstock como mais do que apenas um concerto. Foi uma experiência cultural.

E se você pensar no tempo em que foi feito, e na capacidade dos sistemas de som da época, de entreter uma multidão tão grande, é bastante notável.

Para todos os norte-americanos, todos sabem o que é Woodstock, mesmo que não tenham experimentado. E, claro, há o local em **Bethel Woods** (bethelwoodscenter.org) construído sobre a propriedade original onde Woodstock aconteceu, e é uma experiência cultural ainda apreciar a música por lá e, se você quiser, pode até visitar o museu.

E do ponto de vista da McIntosh como marca e para fazer parte desse legado deixado por Woodstock, todos os entusiastas de equipamentos de áudio sabem que Frank McIntosh foi o responsável pela sonorização do show.

Claro, isso também é verdade no Grateful Dead Wall of Sound. E se você olhar as fotos dos shows, os amplificadores estão na frente e no centro. O lamentável é que, em Woodstock, os amplificadores estavam embaixo do palco, mas com razão, porque era um evento ao ar livre e essa era a única maneira de mantê-los secos.

MC3500 - Especificações

- **Resposta de Frequência: 20 Hz - 20,000 Hz (+0 -0,1 dB at rated output); 7 Hz - 70,000 Hz (+0 -3,0 dB at 1 watt)**
- **Potência de saída: 350 WRMS**
- **TIM: 0,15% em 350 W, de 20 Hz a 20 kHz.**
- **Relação S/R: 95 dB**
- **Impedâncias e Tensões de saída: 1 Ω/ 17,3 V; 4 Ω/35,8 V; 8 Ω/53 V; 16 Ω/75 V; 50 Ω/132V; 64 Ω/150 V**
- **Impedância de Entrada: 200.000 Ω**
- **Sensitividade: 1,1 volts.**
- **Alimentação: 117 volts AC 50/60 Hz.**
- **Válvulas: 2 x 12AX7; 2 x 6DJ8; 1 x 6CG7; 1 x 6BL7; 8 x 6LQ6/6JE6B**
- **Componentes de estado sólido: 3 transistores de silício; 2 diodos Zener; 3 diodos de germânio; 9 diodos retificadores.**
- **Dimensões: padrão 19"**
- **Peso: 61 Kg**



Visão do interior do MC3500

Fonte: https://stereonomono.blogspot.com/

Artigo publicado originalmente na Home Theater Review em 15/08/2019 e traduzido de forma livre por Alfredo Manhães, com a concessão do autor Dennis Burger. O texto original está disponível em https://hometheaterreview.com/how-mcintosh-powered-woodstock/

Análise do Ampliceptor Greynolds LR3000



Marcelo Yared*

Esta análise/restauração já foi publicada anteriormente na revista eletrônica SomShow, de nosso articulista Alfredo Manhães, em 2018, de forma mais compacta.

Entretanto, observo que nas redes sociais os equipamentos da lambda Eletrônica, os Greynolds, são muito comentados e elogiados. Particularmente o LR4000, concorrente direto do Model 1450 da Gradiente, recebe muitos elogios e é objeto de desejo de colecionadores de “vintage”.

Assim, resolvi republicar o artigo em Antenna, com a adição de algumas informações que não estão no artigo original. Na SomShow há várias outras restaurações de equipamentos das décadas de 1970 e 1980. Vale a pena uma visita ao sítio.

O ampliceptor Greynolds LR3000, terceiro de uma família de quatro aparelhos produzidos pela Lambda Eletrônica, empresa localizada em São Paulo, que, segundo informações da época, foi adquirida pela Bravox e logo após encerrou suas atividades – o LR1000, o LR1400, o LR3000 e o LR4000, este último com mostrador digital para sintonia em FM e com memória de estações.

O LR3000 é idêntico ao LR4000, a menos do mostrador digital e das funções de memória do último. É uma peça muito bonita, como aliás, todos os equipamentos fabricados pela empresa.

Preferi restaurar o LR3000 exatamente pela sintonia de ponteiro, que acho mais representativa daquela época. O equipamento é bem completo e muito bonito, tem saída para três pares de caixas, controle de médios, filtros de graves e agudos, atenuador de volume e entrada para dois gravadores e dois toca-discos, além da entrada auxiliar.

***Engenheiro Eletricista**

Eu adquiri este equipamento relativamente barato no ML, pois ele estava sem a roldana do eixo de sintonia, mas a corda e o ponteiro estavam intactos. Comprei no próprio ML a roldana do PR1800 da Polyvox, que tem a mesmo tamanho de mostrador e ficou bom.

Durante o processo de manutenção, a bucha plástica do eixo do knob de sintonia trincou, ressecada, e, assim, improvisei uma de aço, que revesti com plástico internamente. Não trinca mais, apenas a sintonia ficou um pouco mais pesada, mas nada demais. Acho melhor, inclusive, mais firme.

Ligado pela primeira vez o equipamento funcionou corretamente, lubrificados os potenciômetros e chaves, tudo certo. O equipamento estava bem cuidado, mas com sinais de falta de uso e alguma oxidação. Deoxit nos conectores e chaves, ALPS, e tudo ficou OK.

Parti então para substituição de todos os capacitores eletrolíticos, sendo que os principais da fonte, apesar de ainda funcionais, já apresentavam vazamento de eletrólito. Aproveitei para trocar todos os “zebrinhas” de poliéster também, visto que vários apresentavam as famigeradas rachaduras em seus terminais… pela foto abaixo dá para perceber a trabalheira… e ainda não eram todos…

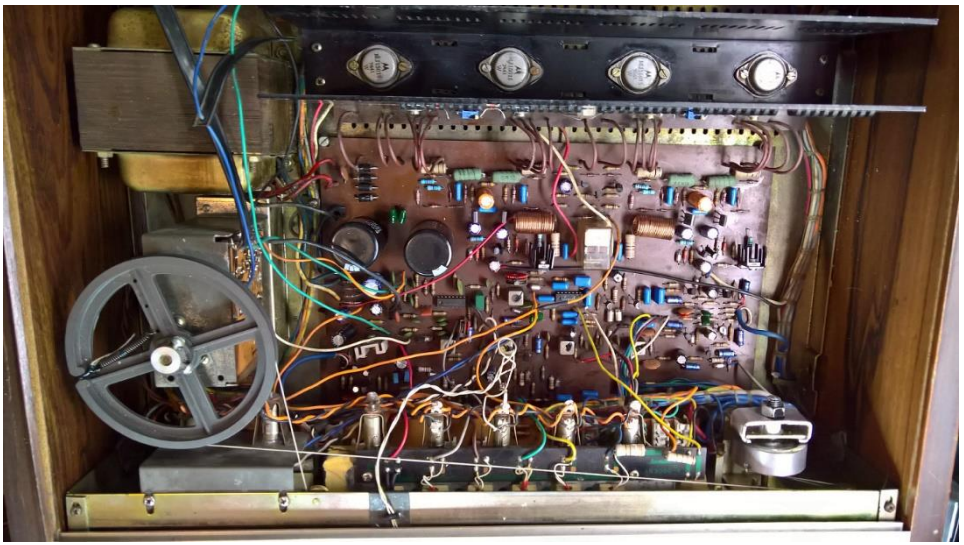


Os capacitores de filtro principais, de 5000uF/50v, foram trocados por unidades de 10000uF/50v, EPCOS, mas o valor original é bem satisfatório. Troquei os retificadores de 2A por unidades de 3A, pois iria fazer testes bem pesados com ele e queria um pouco de folga nesses componentes.

Duas das lâmpadas do mostrador estavam fracas, foram trocadas e todas foram limpas, pois estavam bem encardidas. Esse aparelho devia estar em algum móvel, em região de praia e com pouco uso, ao que tudo indica.

Os transistores de saída são os robustos MJ15015 da Motorola, em dissipador de calor mais que adequado para o uso residencial, o que demonstra cuidado com essa etapa do projeto, evitando-se o uso do tradicional 2N3055, próximo (ou às vezes um pouco acima) de seu limite máximo garantido de VCEo.

O circuito de amplificação era o tradicional do manual da RCA, da época, em simetria quase complementar, sem alguns refinamentos que constam no esquema do manual, mas funciona a contento, com boa qualidade.



Passada a etapa de revitalização, chegou a hora de ligar e testar o aparelho. A primeira coisa que faço é verificar a tensão de entrada adequada para os aparelhos que analiso e, neste caso, como em vários outros que cuidei, a tensão de alimentação correta para o equipamento não é a especificada na chave do painel.

O sudeste do país, normalmente, era o maior mercado para muitas dessas marcas e era mais barato fabricar transformadores com dois enrolamentos de mesmo fio para colocar em série ou em paralelo, conforme a seleção da chave de tensão.

Porém, isso criava um problema, pois, para estados com 220V, como o primário seria de 254V, se colocado em série, a tensão que alimenta o amplificador de potência cairia a aproximadamente 87% de seu valor nominal nessas redes, que são o padrão mais moderno, como a de Brasília, por exemplo, onde resido.

Se os enrolamentos fossem de 110V, ao contrário, haveria sobretensão teórica de aproximadamente 15% quando alimentado por redes de 127V, o que poderia ser complicado para a vida útil dos equipamentos. Assim, como o mercado de 127V era maior, a escolha era a de mais segurança, e menor custo, emho. Todos os testes abaixo descritos foram feitos em 127VCA/60Hz.

Eu pretendia apenas fechar e testar o aparelho, o que achava que seria rápido, e, realmente, ele se comportou bem, até o teste de máxima potência em 4Ω de carga. Neste caso, a senoide à saída achatava o pico superior, o que, em audição normal, poderia passar desapercebido, mas inviabilizava os testes estáticos.

Parti para resolver isso e confesso que me deu muito trabalho. Aproveitei que estava mexendo nele e troquei diversos resistores por unidades de filme metálico, menos ruidosas, casei os transistores da entrada diferencial, diminuindo a tensão DC na saída e, também, coloquei um trimpot multivoltas para ajustar com precisão a corrente de repouso do amplificador.

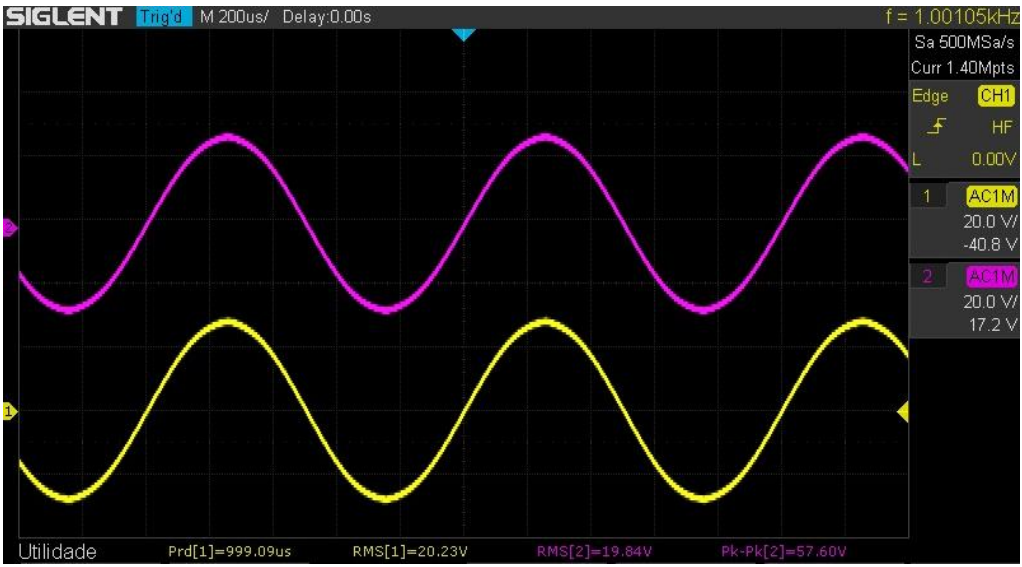
Para resumir a ópera, o problema veio de fábrica e era decorrente de assimetria de estágios de saída e intermediários, além de valores acima de tolerância desejada e de resistores, um pouco restritivos, no estágio de proteção contra sobrecargas na saída. Foram algumas noites “malhando” no bicho, mas no final deu tudo certo.

Vejam abaixo o problema em um canal não ajustado e comparem com o outro (roxo) já trabalhado:

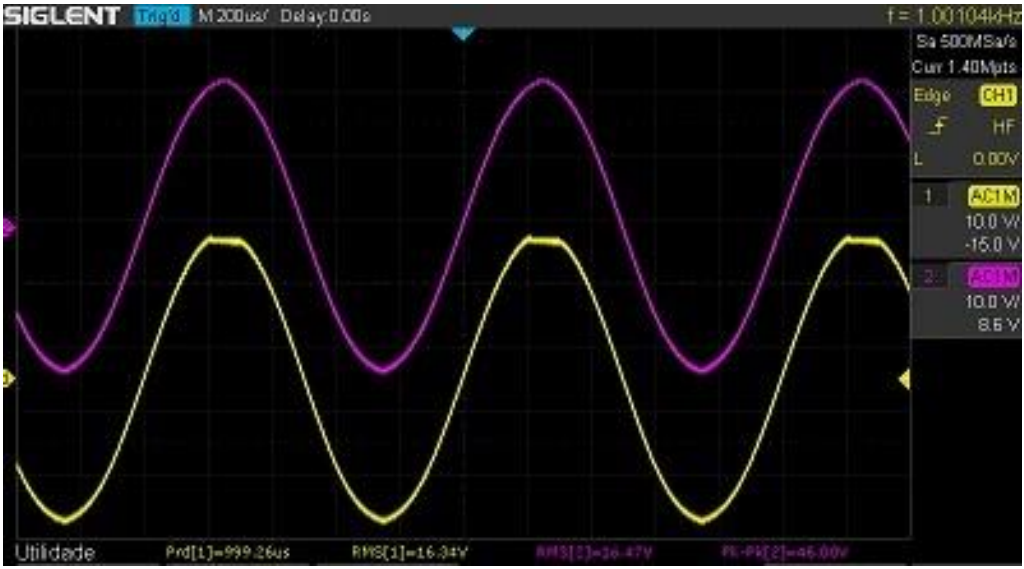


Com isso, partimos, finalmente, para as medições e utilizamos como referência os valores descrito no site Audiorama (http://www.audiorama.com.br/greynolds/#LR-3000).

Potência de saída antes do ceifamento em 8Ω - 51W

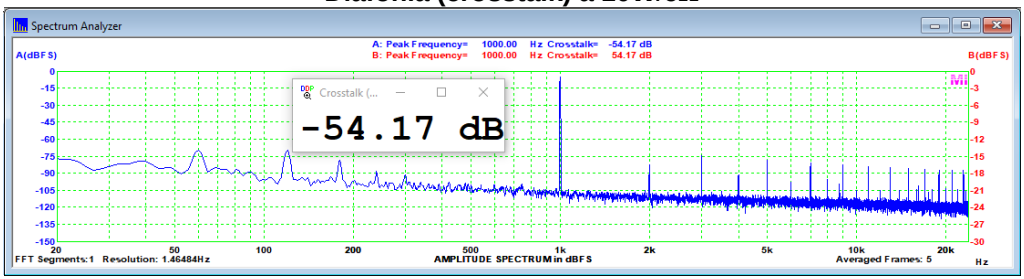


Potência de saída antes do ceifamento em 4Ω - 66W

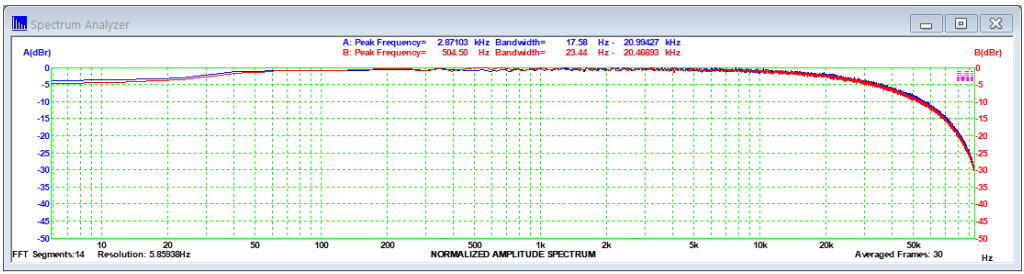


A medida de potência em 4Ω foi tomada antes do ajuste no canal em amarelo. O ceifamento observado é decorrente do acionamento prematuro da proteção eletrônica.

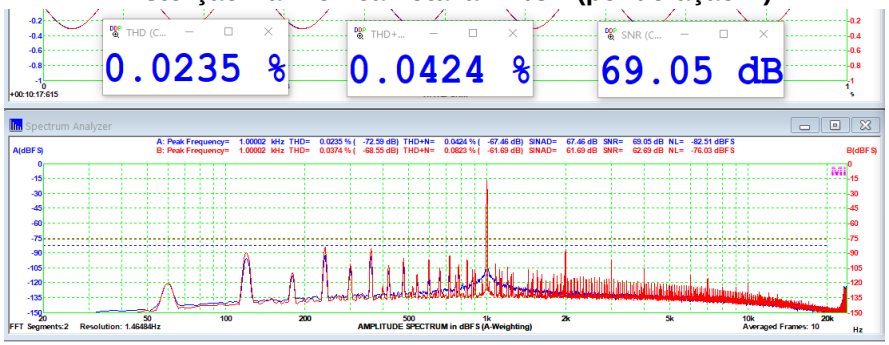
Diafonia (crosstalk) a 10W/8Ω



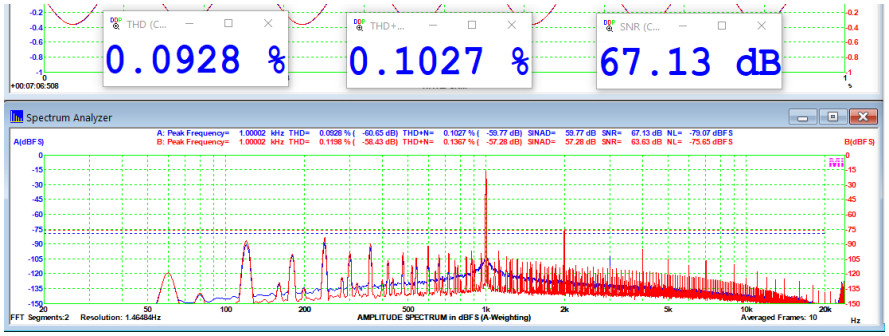
Resposta em frequência a 10W/8Ω, ruído branco



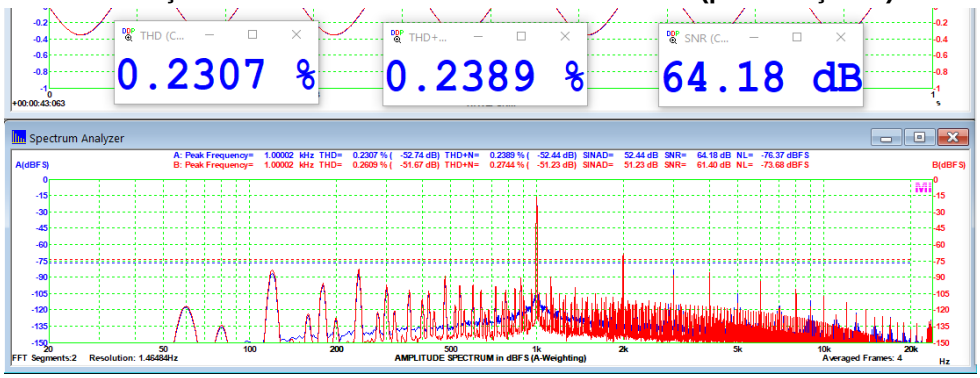
Distorção Harmônica Total a 1W/8Ω (ponderação A)



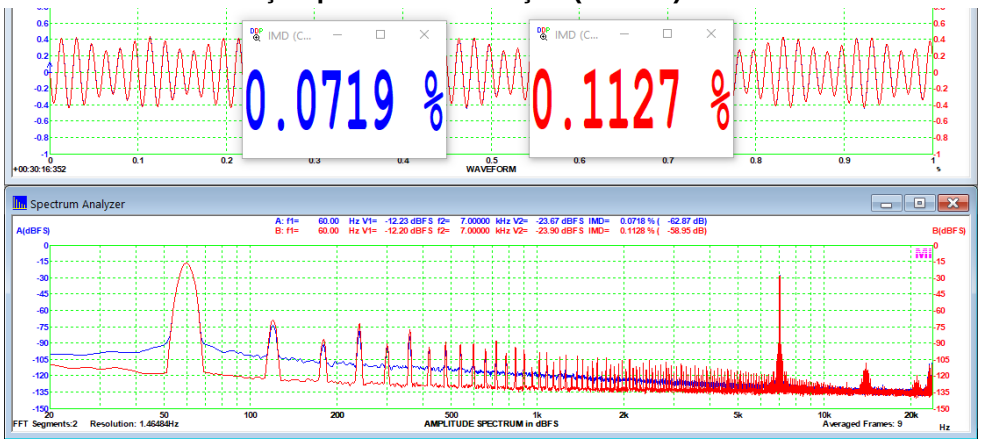
Distorção Harmônica Total a 10W/8Ω (ponderação A)



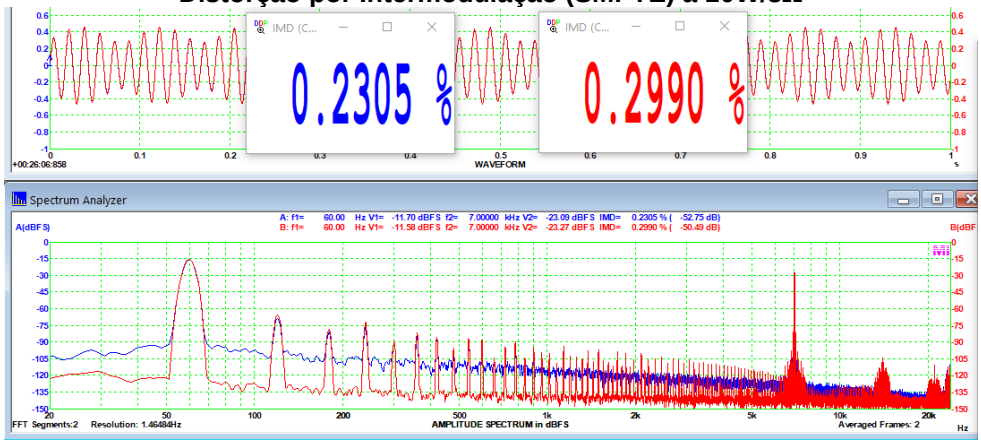
Distorção Harmônica Total Máxima Potência/8Ω (ponderação A)



Distorção por Intermodulação (SMPTE) a 1W/8Ω



Distorção por Intermodulação (SMPTE) a 10W/8Ω



As medições, para efeito de comparação, estão compiladas na tabela abaixo.

	ESPECIFICADO	MEDIDO	OBSERVAÇÃO
Potência de saída por canal	50W	51W	1kHz 8Ω
	72W	66W (81W 1 canal)	1kHz 4Ω
Resposta em frequência	10Hz – 30kHz (-1dB)	20Hz – 30kHz	-3dB a 1W/8Ω
Distorção harmônica total	NA	0,290%	Máx Pot 4Ω 1kHz
	0,20%	0,230%	Máx Pot 8Ω 1kHz
	NA	0,093%	10W 8Ω 1kHz
	NA	0,023%	1W 8Ω 1kHz
Distorção por intermodulação (SMPTE)	NA	0,130%	Máx Pot 8Ω 1kHz
	NA	0,230%	10W 8Ω 1kHz
	NA	0,072%	1W 8Ω 1kHz
Fator de amortecimento	50	40	1W 8Ω 1kHz
Relação Sinal/Ruído	70dB (line)	>64dB (aux)	Máx pot 1kHz 8Ω
Crosstalk	NA	<65dB (ampl)	1W 8Ω 1kHz

Observem que os valores estão muito bons, para a época, com baixa distorção nas faixas normais de audição, e boa resposta.

Com um canal em carga consegui mais que 80 watts em 4 ohms, ou seja, em regime musical esse equipamento dá conta facilmente de quatro boas caixas, sem maiores dificuldades. Se a fonte fosse estabilizada, com os parrudos MJ na saída, creio que esse amplificador poderia entregar em torno de 100 watts por canal.

Também verifiquei os valores de atenuação e reforço do loudness e dos controles de tonalidade, que batem com o informado, bem como o loudness.

Conclusões

Podemos dizer que, na época, esse ampliceptor e seu irmão, o LR4000, eram dos mais completos do mercado, bonitos e com boas características técnicas, mais recursos do que os existentes na maior parte da concorrência e muito boa capacidade de entregar potência para as caixas que estivessem conectadas.

Apenas para citar alguns diferenciais, temos o controle de médios, cópia direta entre gravadores, saída para três pares de sonofletores, proteção eletrônica e retardo por relé, filtro para FM e entrada para microfone. São funcionalidades que dificilmente se encontravam em um único equipamento nacional, à época.

Enquanto escrevo este texto, sintonizo a Antenna1 no LR3000, e a audição está bem agradável, sem distorções, ruídos ou sensação de fadiga. A sintonia em FM é muito boa. Dois pedaços de fio simples e consigo captar bem as estações.



João Alexandre Silveira*

1- Relembrando a parte I

Seja bem vindo à segunda parte de nossa jornada pelos caminhos da linguagem Python! Antes, precisamos relembrar alguns conceitos muito importantes da linguagem, que vimos na primeira parte, publicada na revista *Antenna* de dezembro de 2021. Lá, dissemos que Python é muito fácil de aprender e que sua instalação no PC (com *Windows*) não custava nada; e que nos sistemas *Linux* e *MacOS* o núcleo do Python já vem instalado com as ferramentas básicas para se iniciar imediatamente.

Vimos que também podemos criar nossos *scripts* em Python diretamente em plataformas *online*, sem instalar nenhum programa; basta termos um PC conectado a *internet.* Tentamos convencer o leitor de que com Python ficou mais fácil controlar 'coisas' com módulos eletrônicos externos através de uma porta digital USB de qualquer PC; e dissemos que *scripts* em qualquer linguagem interpretada como o Python são roteiros com instruções escritas por humanos para o processador *(CPU)* de uma máquina 'interpretar' e executar linha por linha tais instruções, segundo sua própria linguagem, o *código de máquina* - a linguagem que falam os computadores digitais. Até comparamos o Python com a velha linguagem BASIC, quanto a terem sido criadas para uso geral e com fins didáticos por professores universitários.

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

Também falamos das *variáveis* em Python como *containers* que guardam valores. Criamos alguns desses *containers* inventando nomes que os identifiquem e neles guardamos alguns valores. O *tipo da variável* vai ser do mesmo tipo do valor que nela guardamos. Testamos esse conceito com esses *scripts* bem simples no *Shell*, o console interativo que inicializa o interpretador Python e que vem com a instalação da linguagem:

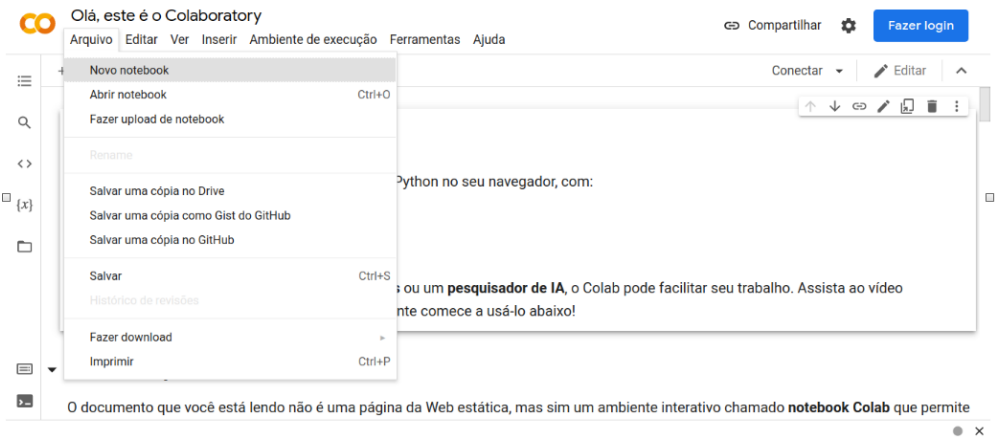
```
r1_valor = 1000     # número inteiro (integer)
c1_valor = 4.7   # ponto flutuante (float)
q1_valor = 'NPN'    # tipo string (texto)
V1_5volts = True    # booleano (True/False)
```

2- Conhecendo o editor de *scripts* Google Colab

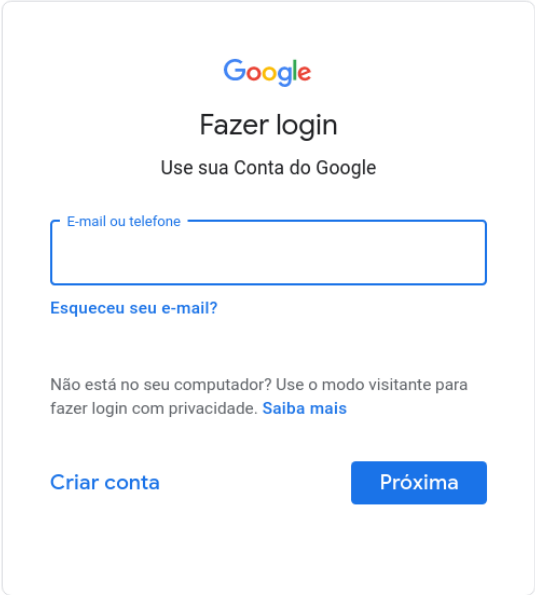
Nesta segunda parte de nosso trabalho vamos utilizar a plataforma *online* ***Colaboratory*** da *Google* como editor de *scripts* em vez do *Shell* interativo do interpretador Python. Os códigos fontes escritos no *Shell* não podem ser salvos no PC. Aqueles escritos no ***Colab***, forma como é conhecida essa plataforma, podem ser guardados numa nuvem, uma área de memória de alguns *gigabytes* em algum servidor da *Google* reservada para você quando da abertura de sua conta.

Para começar, acesse a página oficial da plataforma: https://colab.research.google.com/?utm_source=scs-index

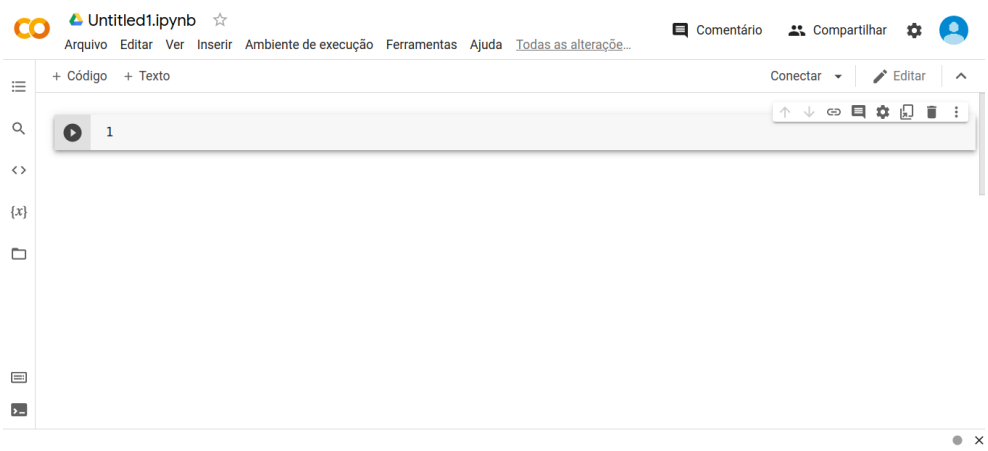
Nessa primeira página você pode fechar a apresentação do *Colab* que se sobrepõe a tela principal clicando no 'X' da janela. Depois clique em '*Arquivo'* e em '*Novo Notebook'*. Os *notebooks* do *Colab* são notebooks do *Jupyter* hospedados no *Colab*. O projeto Jupyter e o Colab são interfaces gráficas que permitem a edição de *scripts* de linguagens de computadores em qualquer navegador web.



Agora, deverá aparecer uma tela informando que para continuar é necessário fazer *login* no *Google*, ou seja, você tem que ter ou abrir uma conta no *Google Drive*. Clique no botão azul '*Fazer login'* no alto da página e entre com seu *e-mail* e *senha* se já tiver uma conta, ou crie uma clicando em *'Criar conta'*.

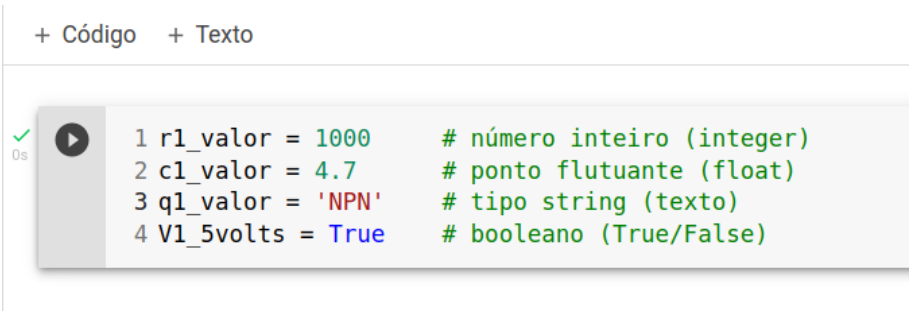


Após seu login, agora sim, a tela principal do *Colab* deverá abrir como uma nova página web, como na imagem abaixo, com um cursor piscando na primeira linha do editor de *scripts*. Se quiser, você pode fechar a primeira página aberta com a apresentação do *Colab*.



Nessa plataforma toda linha do *script* é numerada, como era na linguagem BASIC, para facilitar a depuração de erros de sintaxe e outros da linguagem, como veremos mais adiante. Experimente teclar *'Enter'* e veja como novas linhas são adicionadas às já existentes. As opções nos menus acima e os ícones à esquerda da plataforma serão mostradas conforme formos evoluindo na criação de *scripts*. Por ora, somente precisamos saber que toda vez que clicamos em *'+ Código'* um novo grupo de linhas será incluído na tela para entrada de códigos Python. À direita da tela temos alguns ícones para inserir um *link para uma página web*, abrir as *configurações do editor*, *apagar um bloco de linhas* e outras opções.

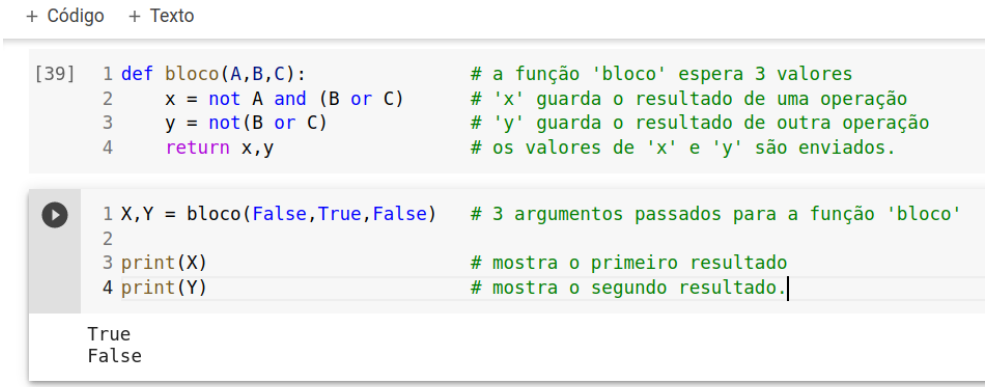
Tudo pronto? Vamos começar testando no ambiente *Colab* alguns *scripts* vistos na primeira parte dessa série:



Em cada linha, entre com um nome para uma variável e lhe atribua um valor; na mesma linha, à direita, comente essa ação em um texto curto, logo depois do símbolo *cerquilha (hash: '#')*. No Python, qualquer caractere que venha depois desse símbolo é ignorado pelo interpretador. Para executar esse bloco de comandos com quatro linhas, clique no botão de execução, à esquerda, no círculo preto com um triângulo no meio. Um sinal de *checked* na cor verde deve aparecer à esquerda do círculo preto indicando que não ocorreram erros na execução. Clique em *'+ Código'* e uma nova linha numerada surgirá, pronta para receber outros comandos em Python.

Podemos experimentar também a função que criamos para o circuito montado com portas lógicas AND, OR e NOT na primeira parte dessa série, testando-o como uma função Python, como mostrado na tela abaixo.

Logo depois, no Colab, chamamos essa função e passamos três argumentos (*False, True, False*) como parâmetros (*A,B* e *C*) para a função, que vão ser usados nas duas operações lógicas e cujos resultados serão atribuídos a duas variáveis internas: 'x' e 'y', nas duas linhas seguintes. As duas variáveis globais 'X' e 'Y' vão receber os valores das duas variáveis locais 'x' e 'y' que a função retorna.



3- Operadores no Python

Operadores, em qualquer linguagem de programação, são os símbolos que usamos para realizar (óbvio!) *operaçõe*s, sejam estas matemáticas ou lógicas. Os *operandos* são os valores envolvidos na operação que vai gerar um resultado. Por exemplo, na *operação* matemática 2+3=5, os *operandos* são os valores 2 e 3, o *operador* é o sinal de mais ('+'). O *resultado* dessa operação é 5. Damos o nome de *expressão* quando temos uma combinação de operações matemáticas (ou lógicas) envolvendo variáveis numa mesma linha de código.

Os *operadores matemáticos* em Python são os seguintes:

+ # adição (ou concatenação)
- # subtração
***** # multiplicação
/ # divisão
// # parte inteira de uma divisão: 10//3=3
% # resto de uma divisão: 10%3=1

Existe também os *operadores de comparação*. São eles:

== # igual (o símbolo '**=**' é um operador de atribuição de valores a variáveis)
!= # diferente
> # maior que
< # menor que
>= # maior ou igual
<= # menor ou igual

Por fim, temos os *operadores lógicos*:

not # negação ou inversor
and # verdadeiro se todas as condições forem também verdadeiras
or # verdadeiro se qualquer condição for verdadeira

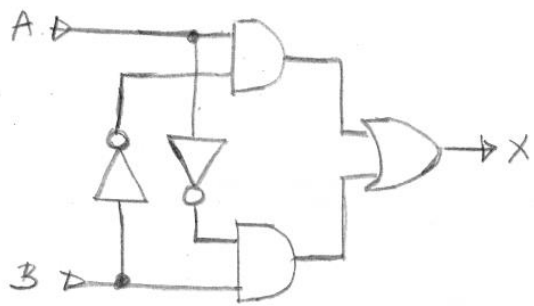
Os operadores lógicos ou de comparação dão resultados *booleanos*: *True* ou *False*. Assim, *2*==*3* é falso, pois 2 não é igual a 3. Da mesma forma, a operação *True* ***or*** *False* é verdadeira.

E o operador lógico '*xor*', ou *ou-exclusivo*? Sabemos que a porta lógica *xor* retorna '1' somente se ao menos uma das entradas for '1', não as duas. Para termos esse operador em Python podemos implementá-lo numa *função* usando operadores lógicos *and*, *or* e *not*, como na tela a seguir; ou importar uma biblioteca externa (*operator*) para dentro do Python. Mais adiante vamos aprender o que são bibliotecas em Python e como utilizá-las em nossos *scripts*.

```
1 def xor(x, y):
2     return bool((x and not y) or (not x and y))
3
4 print(xor(0,0))
5 print(xor(0,1))
6 print(xor(1,0))
7 print(xor(1,1))
```

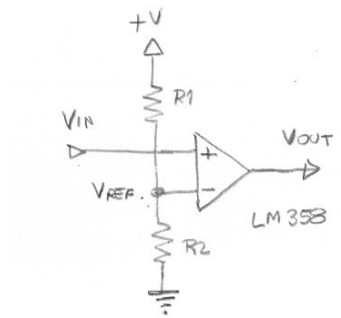
```
False
True
True
False
```

O circuito eletrônico equivalente dessa função *xor* com portas lógicas é o seguinte:



4- O Comparador de Tensão *While*

Comparadores normalmente são utilizados para diferenciar as duas condições *booleanas: Verdadeiro* ou *Falso*. Um circuito comparador de tensão montado com um LM-358, como o da figura a seguir, confronta as tensões em suas duas entradas e mostra em sua saída ou uma tensão alta (*High*) ou uma baixa (*Low*), conforme uma entrada seja maior que a outra. Um comparador desse tipo é essencialmente uma célula conversora A/D, já que, dependendo do nível de tensão analógica em uma entrada em relação à outra, tomada como referência, a saída do comparador vai ser '0' ou '1'.

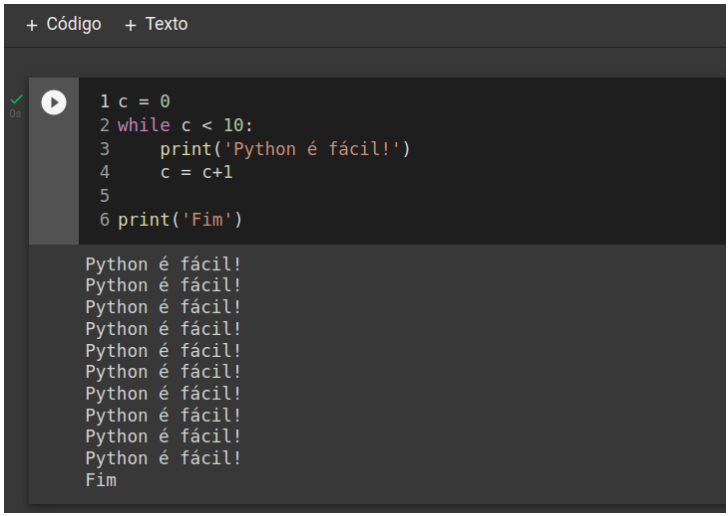


No Python temos uma estrutura de decisão, o laço *while*, que tem um comportamento parecido com um circuito comparador de tensão. Sua saída vai ser *True* ou *False* dependendo do resultado de uma operação matemática ou lógica na entrada. Existem no Python três estruturas de repetição, são elas: o laço '*FOR'*, o laço *'WHILE'* e a de decisão *'IF'*. Vejamos primeiro a sintaxe do laço *while*, que é a seguinte:

```
while expressao_teste:
    bloco_codigos
```

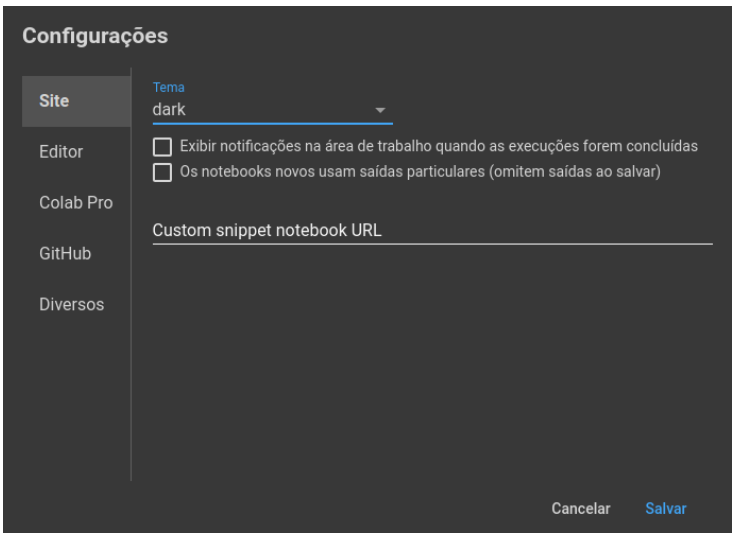
O laço *While* acima avalia a *expressao_teste* na primeira linha e verifica se o resultado da expressão é verdadeiro ou falso. Verdadeiro é qualquer resultado que não seja zero, portanto '1'; e falso um resultado zero ('0'). Somente se o resultado da expressão for verdadeiro as linhas do *bloco_codigos* serão executadas uma a uma; se falso a execução de todo o bloco é saltada, e o fluxo do programa segue normalmente com a execução das linhas depois do bloco.

Vamos entender isso melhor fazendo alguns experimentos com esse laço de decisão. Abra o *Google Colab* com seu *login* e *senha,* ou seu interpretador Python preferido, para testarmos o pequeno *script* listado a seguir.

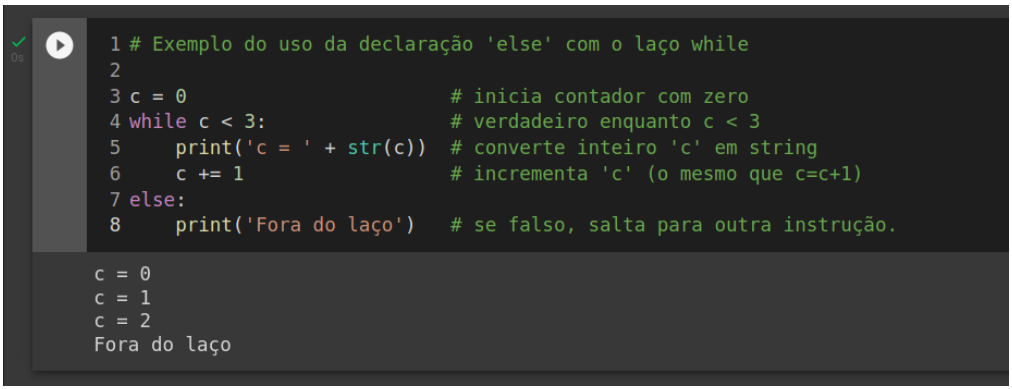


Na linha 1 criamos uma variável *'c'* (contador) e a iniciamos com '0'. Na linha 2 temos o laço *while* e a expressão *'c < 10'*, finalizada com dois pontos (':'). Repare que as linhas que formam o bloco de instruções são recuadas da margem esquerda 4 espaços (1 'Tab'). Nessas linhas, 3 e 4, colocamos as instruções que queremos repetir enquanto *(while)* a expressão *'c < 10'* for verdadeira, ou seja o texto *'Python é fácil!'* vai ser mostrado na tela do editor e o contador incrementado. Quando c==10, a expressão *'c < 10'* vai ser falsa e o laço quebrado. A próxima linha do *script,* fora do laço, mostra na tela a palavra 'Fim'.

Mudamos o tema do fundo da nossa plataforma *Colab* para *'dark'* na janela de *Configurações* no menu *Ferramentas*.



O laço *while* também tem uma declaração opcional *else*, como no laço de repetição *for*, que veremos depois. No *script* mostrado abaixo, enquanto c < 3, o resultado da expressão é verdadeiro e assim as instruções do bloco dentro do laço (linhas 5 e 6) vão sendo executadas. Se o resultado for falso, quando *c==3,* o resultado vai ser falso e o comando da execução passa para a linha indentada com *else*. Depois, todas as linhas abaixo, se houverem, serão executadas uma de cada vez.

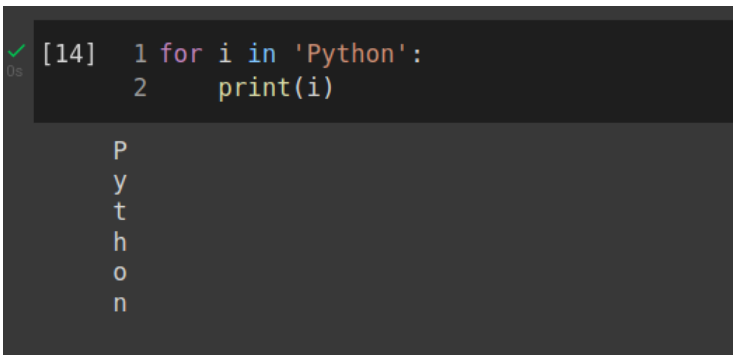


```
1 # Exemplo do uso da declaração 'else' com o laço while
2
3 c = 0                        # inicia contador com zero
4 while c < 3:                 # verdadeiro enquanto c < 3
5     print('c = ' + str(c))   # converte inteiro 'c' em string
6     c += 1                   # incrementa 'c' (o mesmo que c=c+1)
7 else:
8     print('Fora do laço')    # se falso, salta para outra instrução.
```

```
c = 0
c = 1
c = 2
Fora do laço
```

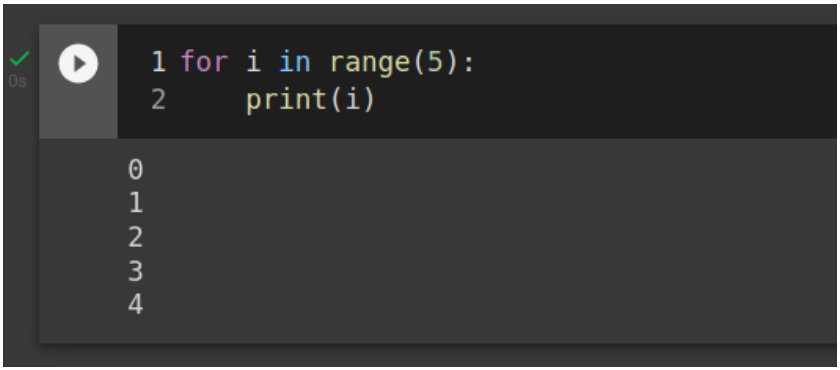
5- O laço de repetição *for* no Python

O laço de repetição *for* no Python executa as expressões do bloco indentado para cada item encontrado em um *objeto iterável*. Ok, vamos entender isso. Primeiro, tudo na linguagem Python é objeto. Variáveis são objetos; funções são objetos; operadores são objetos. E *iterável*, que vem de *iterable*, é um objeto composto por outros objetos menores e em que se pode iterar, ou tomar um a um cada objeto que compõe o objeto maior. Vamos para a prática: nos 3 exemplos mostrados abaixo, são *objetos iteráveis* a *string* (texto) 'Python', a função *range(5)* e a lista de componentes eletrônicos *['R1','R2','Q1','C1']*. A variável 'i' vai assumir o valor de cada item que compõe o objeto iterável. Tranquilo?



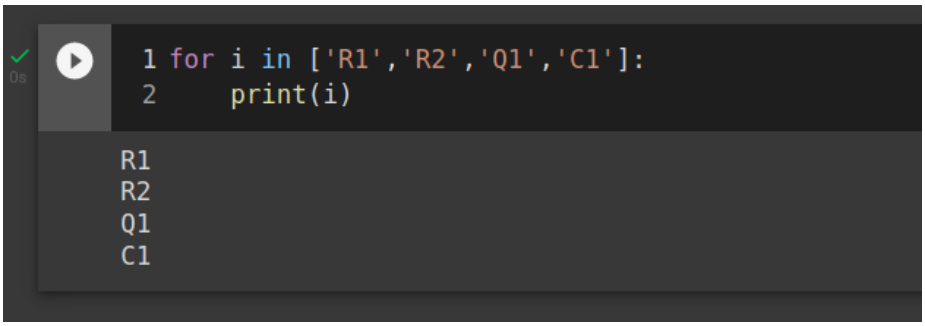
```
[14]  1 for i in 'Python':
      2     print(i)
```

```
P
y
t
h
o
n
```



```
1 for i in range(5):
2     print(i)
```

```
0
1
2
3
4
```



```
1 for i in ['R1','R2','Q1','C1']:
2     print(i)
```

```
R1
R2
Q1
C1
```

No primeiro exemplo a *string* (caracteres delimitados por aspas simples ou duplas) *'Python'* é decomposta em suas letras, que são mostradas uma em cada linha. No segundo temos a função *range()* que é uma *built-in function* muito usada no Python. Ela retorna uma sequência de números inteiros de 0 até o último número passado como parâmetro, mas subtraído de 1; no exemplo, de 0 a 4. No terceiro exemplo, o objeto iterável é uma *lista* de itens. Listas são estruturas de dados da linguagem Python que veremos somente no próximo capítulo dessa série.

6- Montando um Conversor A/D Virtual

Vamos agora juntar todos os comandos até agora vistos para montar um circuito*, em Python,* de uma célula conversora analógica-digital. Veja a listagem do programa abaixo.

Logo que o *script* é executado, ele pede ao usuário que entre com o valor de uma tensão de referência, que será atribuído à variável *Vref*, para o comparador de tensão, aqui o laço *while*. Por *default*, a função *input()* retorna uma *string*, assim, na mesma linha, convertemo-la para um número fracionário. Também atribuímos o valor '0' à variável *Vin*, a tensão analógica que queremos converter para digital.

```
Vin = 0                          # inicia variável Vin=0
Vref = float(input('Tensão de Referência: '))   # entrada do usuário
for i in range(10):
    while Vin < Vref:
        print('|', end =" ")     # troca mudança de linha por espaço
        Vin += 0.5               # incrementa Vin
    else:
        print('_', end =" ")
print()
print('Fim')
```

```
Tensão de Referência: 6
| | | | | | | | | | _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
Fim
```

Dentro do laço *while*, enquanto a tensão de entrada for menor que a tensão de referência, um traço vertical é mostrado na tela do editor e a tensão de entrada é aumentada em 0.5 volts. Quando *Vin* ultrapassar *Vref*, na tela teremos uma série de traços horizontais. O laço *for* somente expande os traços horizontais em 10 posições.

Concluindo

Vamos fechar essa parte II de nossa série sobre a linguagem Python para Técnicos em Eletrônica com um pequeno programa em Python, um *Prediction Game*, para testar se você possui dons de *clarividência*. A máquina vai rolar um dado comum virtual e o usuário terá que *'adivinhar'* qual a face ficou para cima. São 10 dados rolados, um de cada vez, em cada sessão de teste; mas esse número pode ser mudado. Segundo *experts* em assuntos parapsicológicos, para ser validado esse teste teria que ser em 25 ou 50 rolagens.

```
import random                    # carrega biblioteca random
score = 0                        # contador de pontos ganhos

print('Vou jogar um dado e você terá que me dizer')
print('qual é a face do dado que ficou pra cima.')
print('São 10 tentativas. Pronto?')
for i in range(10):
    pc=(random.randint(1,6))     # o PC gera um Nº aleatório entre 1 e 6
    print(str(i+1) + 'ª tentativa:')
    hum = int(input('Qual é a face do dado?'))  # humano escolhe um Nº
    if pc == hum:
        score+=1                 # toda vez que o humano acertar soma 1
    elif hum > 6:
        print('Atenção: dados só tem até 6 faces!')     # erro!

if score >= 8:
    print('Caramba!... Você acertou '+str(score)+' vezes')
elif score >= 7:
    print('Parabéns: Você acertou '+str(score)+' vezes')
elif score >= 5:
    print ('Nada mal. Você acertou '+str(score)+' vezes')
else:
    print ('Você só acertou '+str(score)+' vezes.')
```

No código completo, mostrado acima, na primeira linha importamos uma biblioteca do Python, a biblioteca *random*.

Sobre bibliotecas: o núcleo do Python é o interpretador e também um conjunto de funções *batteries included*, prontas para uso; são as *built-in functions*, que formam a biblioteca básica da linguagem*;* algumas já conhecemos, como *input()*, *print()* e outras.

Mas existe outros conjuntos de funções, aqui chamados de *módulos*, criados por colaboradores do Python, sempre em expansão, que dão novas funcionalidades à linguagem.

A biblioteca *random* é um desses conjuntos de módulos que podemos importar, ou incorporar, aos nossos *scripts* em Python quando queremos gerar números aleatórios.

Na linha 2, o PC gera um número inteiro aleatório entre 1 e 6; as faces de um dado comum.

Depois de rolar o dado, ou seja, gerar um número qualquer entre 1 e 6, a máquina pede ao usuário que adivinhe qual o número que corresponde à face do dado que caiu para cima. Depois de 10 rolagens, o PC vai mostrar qual foi o resultado do teste.

Convido o leitor a tentar modificar esse programa para o modo *premonição*, quando o usuário tenta antever o número antes de ser gerado pela máquina.

Mãos à massa e até breve!

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

Paulo Brites*

Na parte III, eu mostrei como fazer as ligações com conversor DC-DC, bem como dos respectivos instrumentos digitais para medir as tensões, correntes e potências nas cargas na fonte de 12V constante e na variável de 12V a 60V na saída do conversor.

Nesta parte, a penúltima, iremos ligar os instrumentos nas fontes de 3,3V e 5V.

Optei por usar três instrumentos como DSN-VC288 como vemos na fig.1

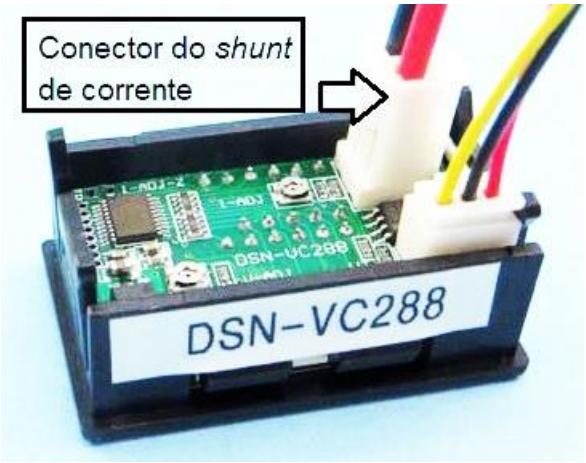


Fig.1 – Voltímetro/amperímetro digital DSN-VC288

Um para a fonte de 3,3V, outro para a fonte de 5V e, finalmente, o terceiro para fonte variável construída com o LM317, que veremos na parte V da série.

Trabalhando nas fontes de 3,3V e 5V

A ligação dos instrumentos nestas duas fontes e respectivos bornes tipo banana será bem mais fácil do que a mostrada na parte III.

Para simplificar a execução, mas também pensando na possibilidade de ser necessária alguma reparação no futuro, resolvi usar barra de sindal como fiz anteriormente.

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

Antes de prosseguir, vale uma observação quanto à alimentação dos displays. Para simplificar, eu resolvi usar uma fonte externa de 5V (recarregador de celular) para todos eles.

Na fig.2 você acompanha como fazer estas interligações para as fontes de 3,3V e 5V.

As ligações para a fonte ajustável ficarão para parte V, final (assim espero).

Entretanto, o leitor fica convidado a ir pensando nelas. Um bom “dever de casa”.

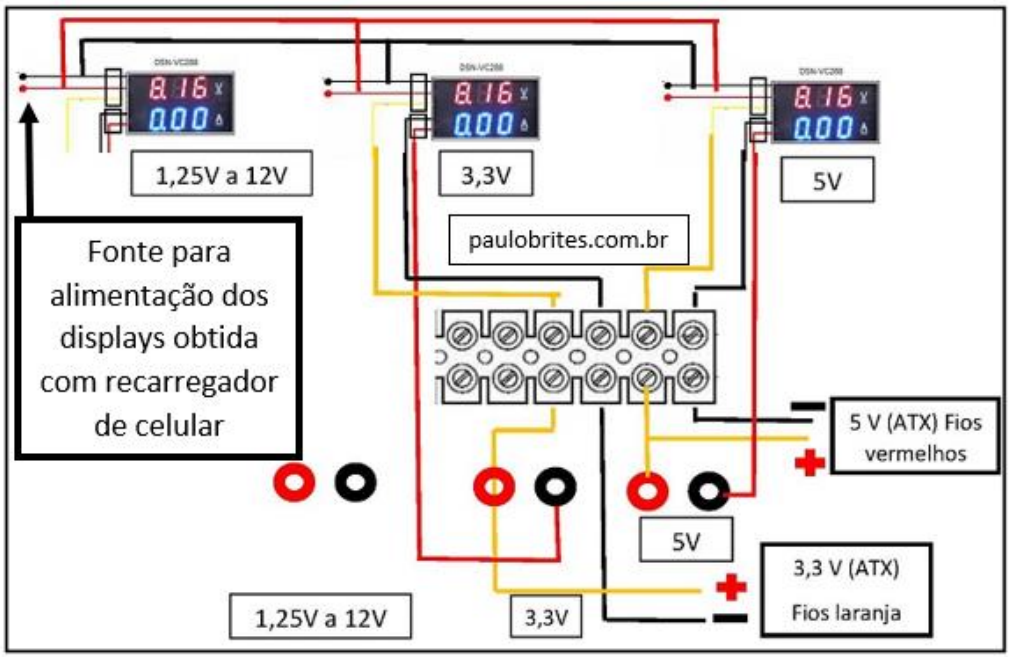


Fig. 2 - Digrama para ligação dos displays e dos bornes tipo banana

Uma dúvida que poderá surgir

Alguns leitores poderão achar “estranho” que o fio vermelho do conector de corrente dos displays esteja ligado ao borne preto da saída da fonte.

Afinal a convenção não é usar fio vermelho para positivo?

Então, por que, neste caso, ele está ligado ao borne preto, que é a saída negativa da fonte?

Se você ainda tem esta dúvida é porque não sabe como funciona a medida de corrente em instrumentos digitais e já passou da hora de saber.

Por isso, convido-o a ler meu artigo **“Voltímetros e amperímetros digitais de painel – aprenda a usá-los”.**

Finalmente (por enquanto), na fig.3 você pode ver como está ficando o painel da Fonte de Bancada feita como uma fonte ATX que eu NÃO JOGUEI NO LIXO.

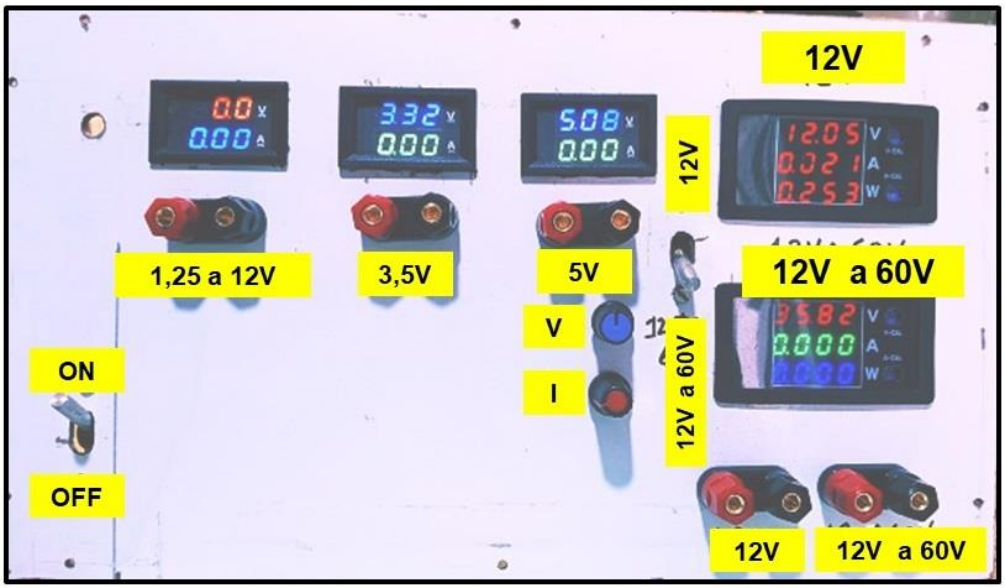


Fig. 3 – Painel da Fonte de Bancada

Vou preparar um vídeo para publicar **no meu canal** e mostrar mais detalhes sobre a montagem e testes.

E não custa lembrar (sempre) que comentários e sugestão são sempre bem-vindos e eu respondo todos.

A propósito, “sou tarado por sucatas” e ... por vacinas também!