

Áudio

Eng. Guido Stolfi

Professor Doutor

Laboratório de Comunicações e Sinais

Escola Politécnica da USP

Membro da AES

Projeto de Circuitos e Equipamentos de Áudio
desde 1970

gstolfi@lcs.poli.usp.br

www.lcs.poli.usp.br/~gstolfi

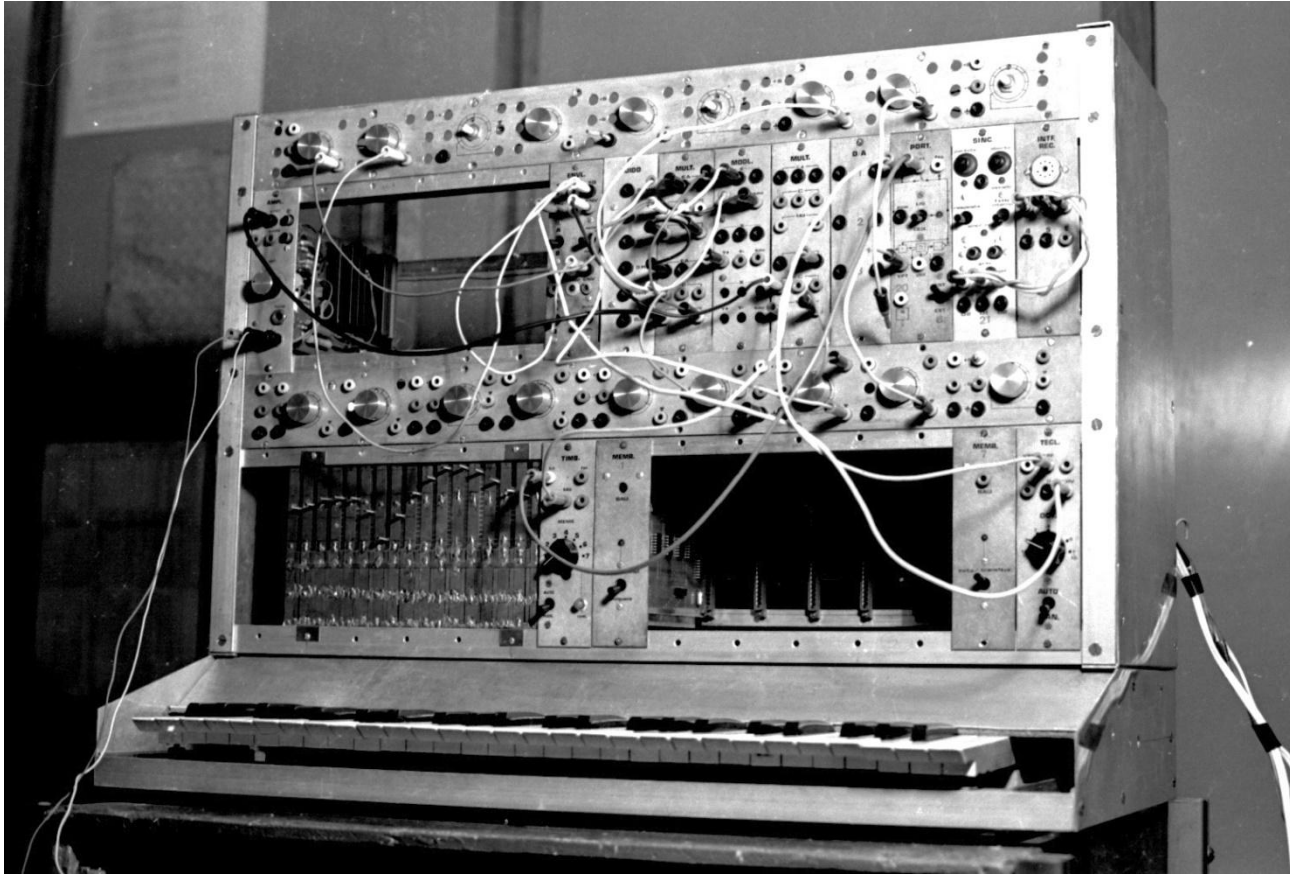
Antecedentes



- Amplificador 30+30Wrms
OCL, fonte simétrica
- Projeto e montagem:
cerca de 1969



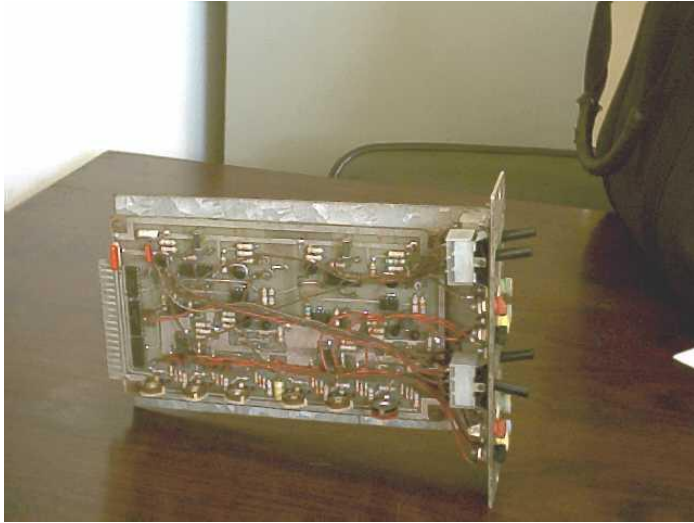
Sintetizador Programável (1975)



Sintetizador Programável (1975)

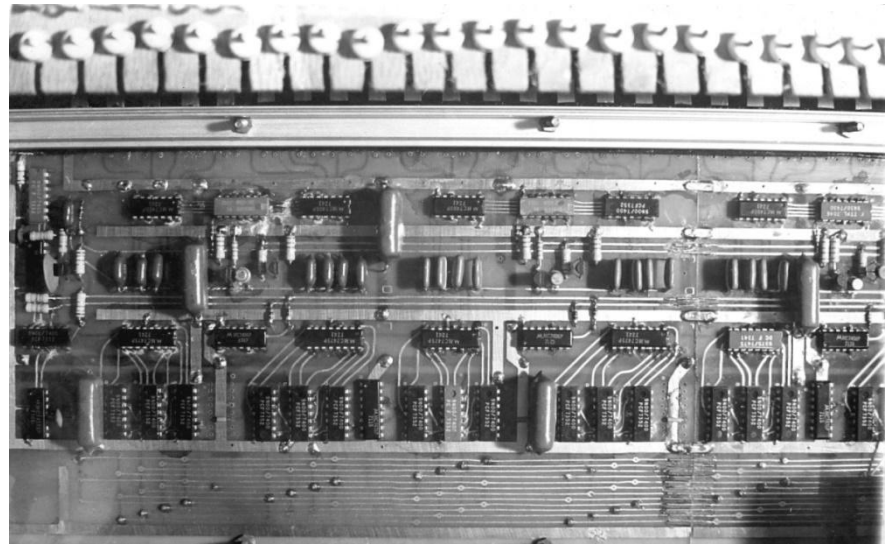
- Desenvolvimento Exploratório na EPUSP - PEE
- Modular, controle analógico de filtros e envoltórias
- Controle digital da forma de onda
- Controle manual e remoto da execução (notas, parâmetros, envoltórias)
- Interfaces para computador: “Patinho Feio” (1975) e HP-21MX (1977)
- Interface de Sincronismo para gravações polifônicas
- Software: Compilador de partituras (E. G. Cunha, J. J. Neto) e Compilador Rápido (G. Stolfi)
- Concepção: Celso de Oliveira, Guido Stolfi

Sintetizador Programável (1975)



Gerador de Envoltória Duplo

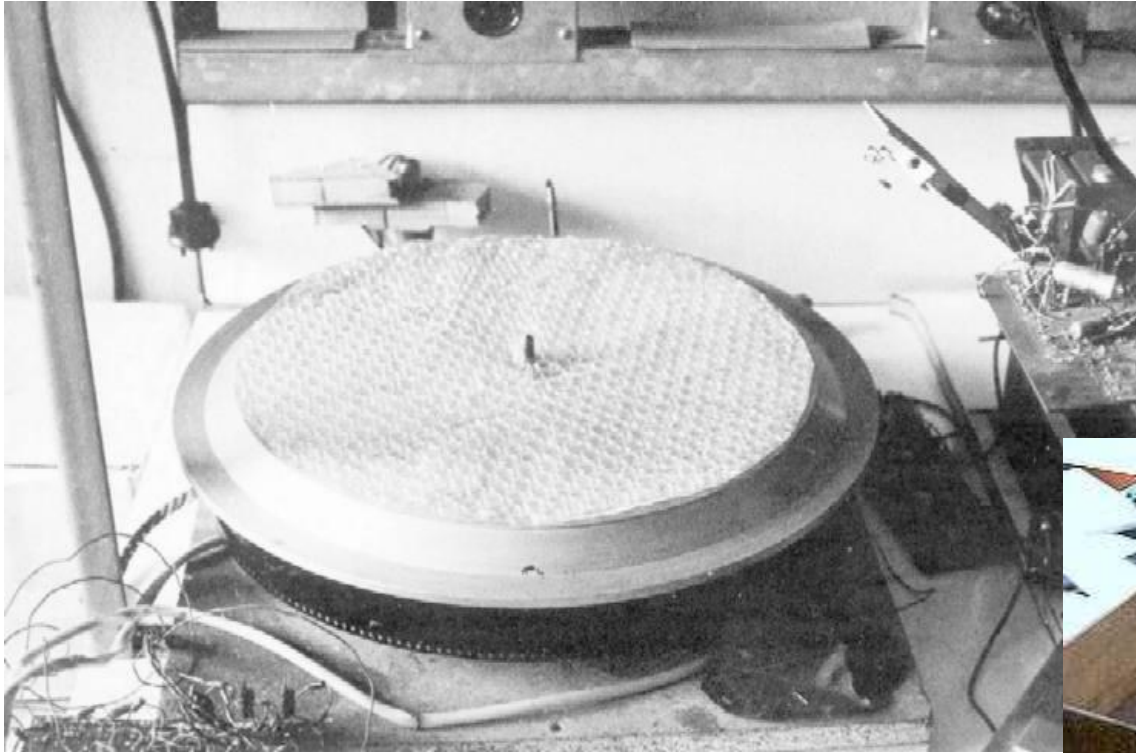
Divisores de Oitava do Teclado



Músicas em
fita perfurada



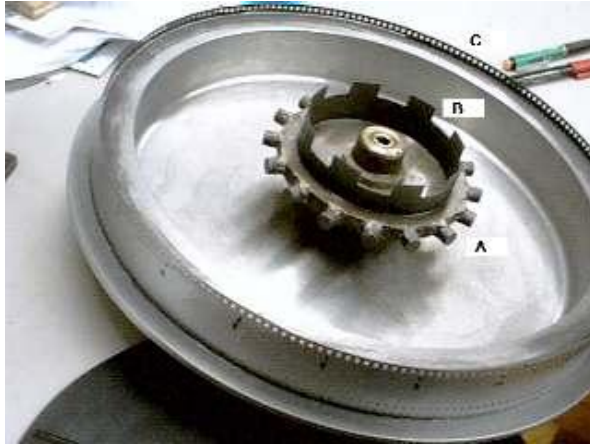
Toca-discos de Tração Direta (1977)



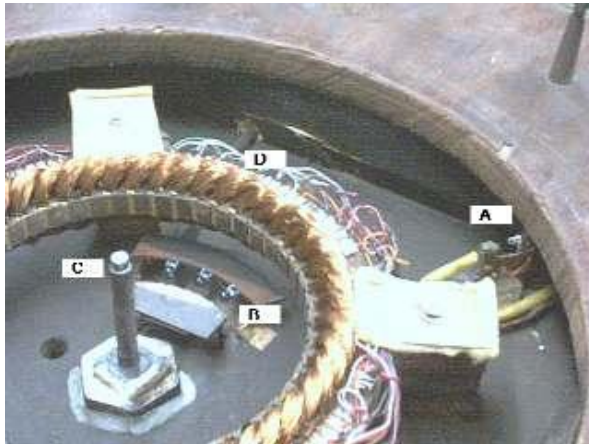
Toca-discos de Tração Direta (1977)

- Projeto e construção de um Toca-Discos com motor de tração direta
- Molde, fundição e usinagem do prato
- Bobinamento do estator do motor
- Controle eletrônico “brushless” do motor
- Tacômetro óptico
- Pré-amplificador embutido para cápsula magnética
- Reforma em 2003, controle microprocessado do motor
- Participação e agradecimentos:
 - José Carlos Stefani
 - Claude E. Breyton (TELEM – Fundição)
 - Frederico Hrdlika (Usinagem)
 - Aurio Falcone (Equacional – chapas p/ motor)
 - Pelmag (Ímãs)

Toca-discos de Tração Direta (1977)



Rotor ↑ e Estator ↓



Controle do Motor ↑

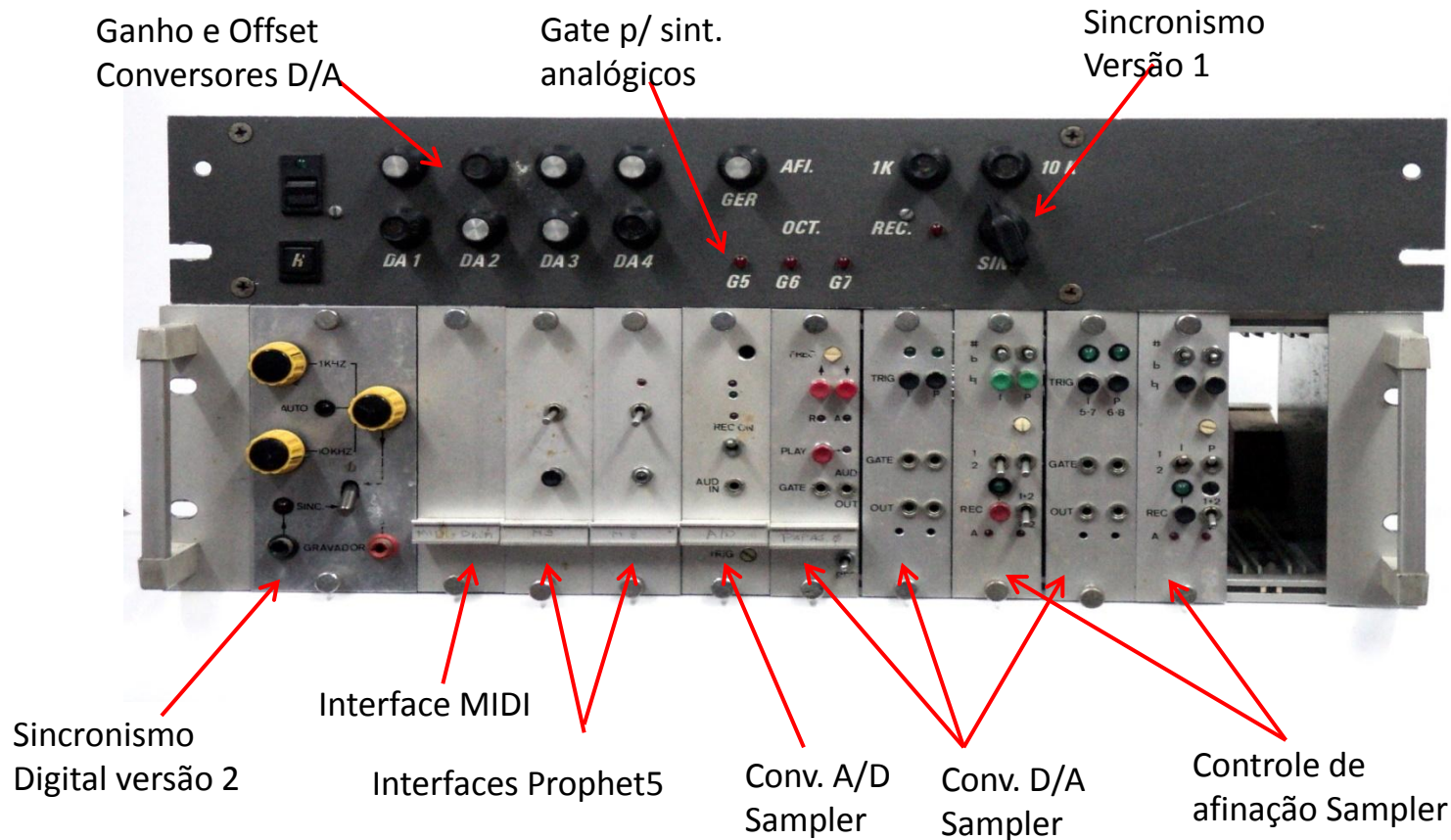


Suspensão do Braço →

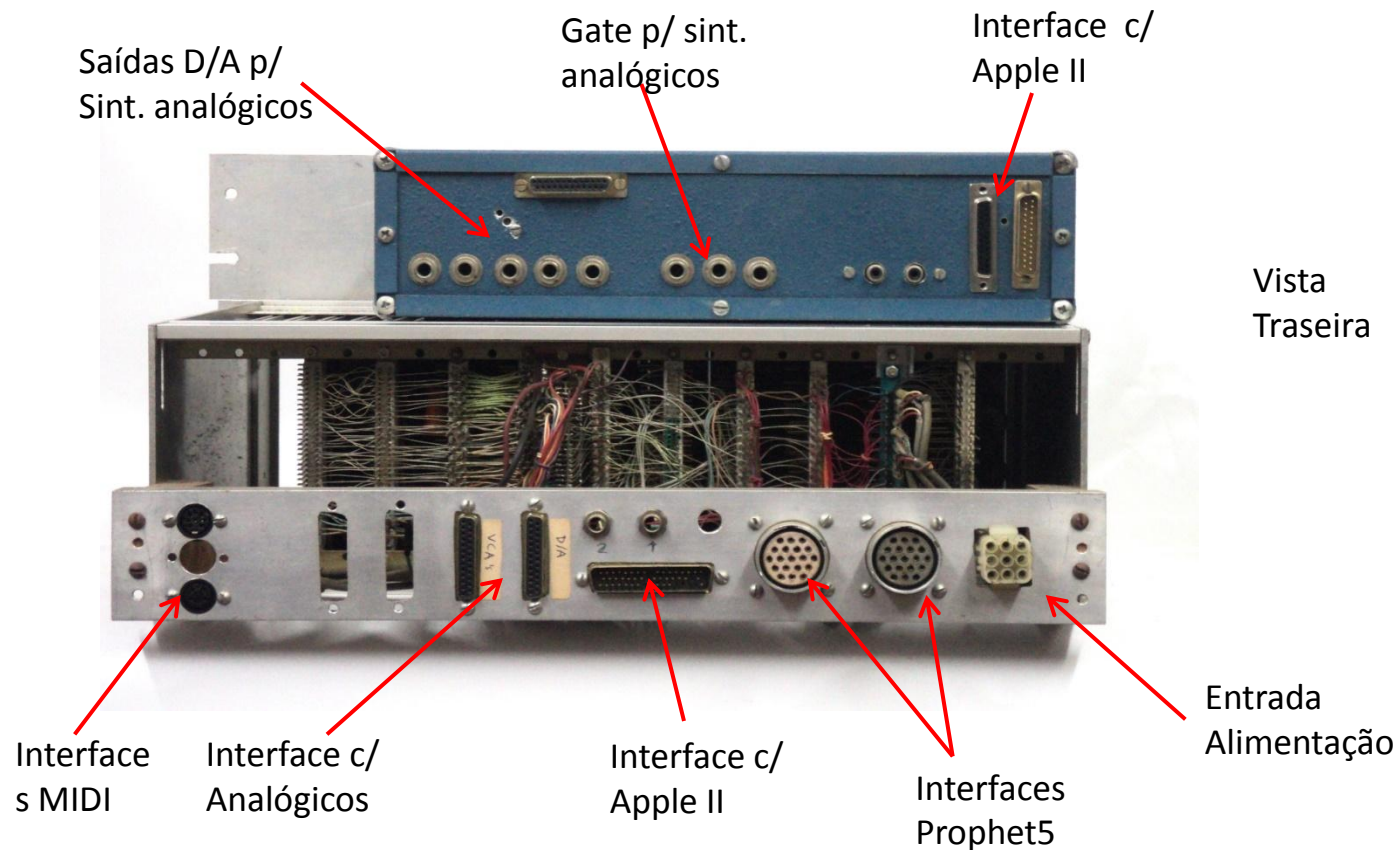
Estúdio Norte Magnético (1980-1988)

- Automação de estúdio de gravação (Maestro Luiz Roberto de Oliveira)
- Interface com conversor D/A e software de codificação de notas musicais, para acoplamento de microcomputador Apple II com sintetizador analógico ARP2600
- Interface com teclado matricial de um sintetizador Prophet 5 para permitir execução sob comando do Apple II
- Gerador de base de tempo por DDR (BRM, Binary Rate Multiplier) para sincronismo de tempo musical com gravações de vídeo, para ajuste da duração da trilha sonora
- Dispositivo de captura e reprodução de sons de curta duração (“Papagaio”, mais tarde conhecido como “Sampler”)
- Software de edição de amostras, com interface gráfica e aplicação de envoltórias
- Vários softwares para controle dos sintetizadores e Samplers, com captura de partituras, ajuste dinâmico de tempo, arquivamento de amostras sonoras, etc.
- Colaborações: Klaus Rondon Koster, Carlos Freitas Luiz (Software)

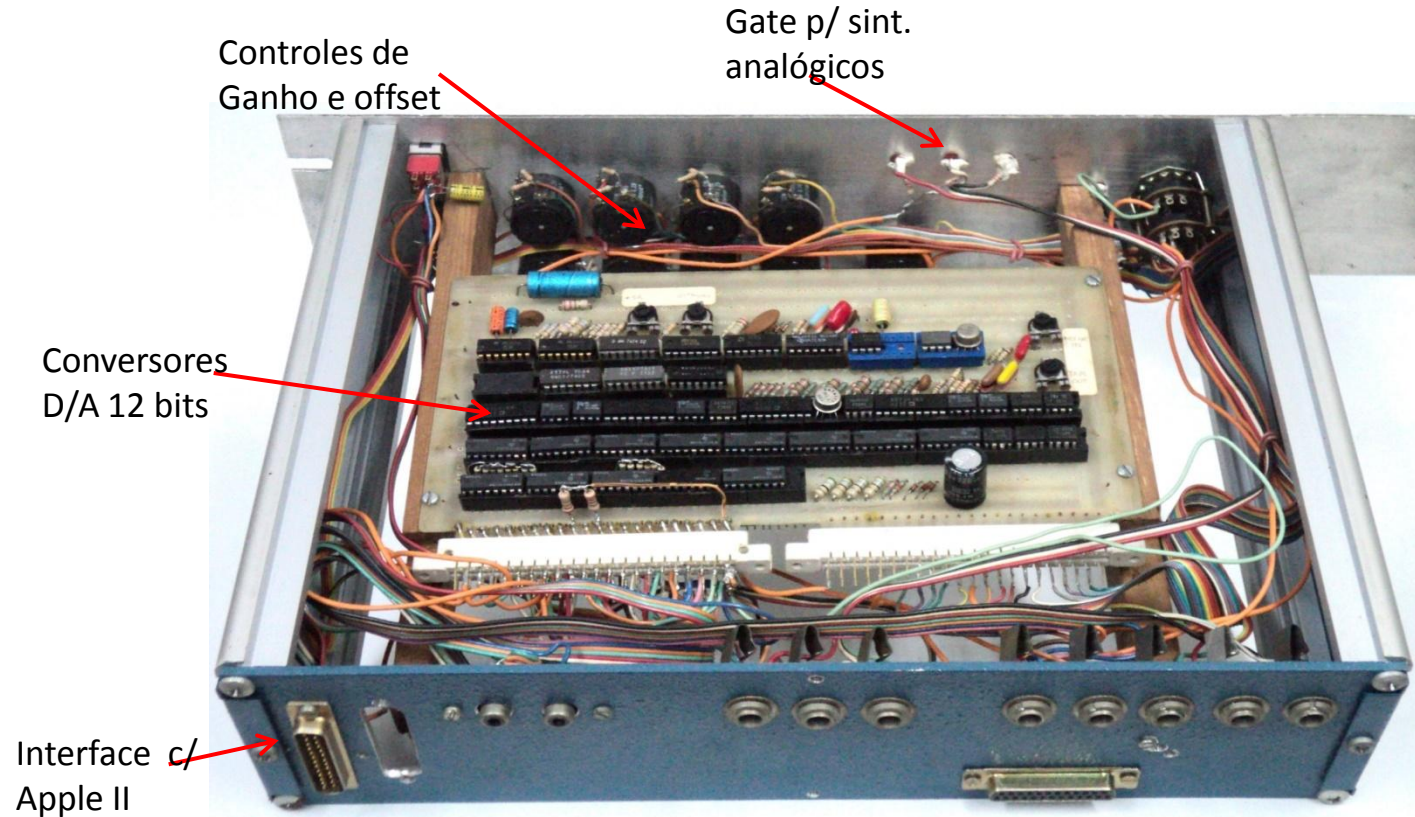
Estúdio Norte Magnético (1980-1988)



Estúdio Norte Magnético (1980-1988)



Módulo Analógico (1980-82)



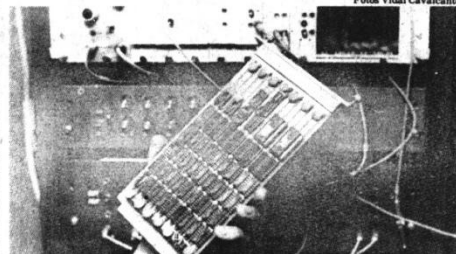
FOLHA DE S. PAULO

Quarta-feira, 18 de dezembro de 1985 — INFORMÁTICA — 41

Vida Eletrônica

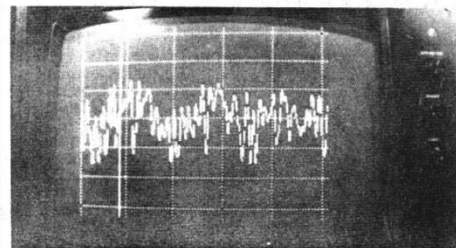


Stolfi criou a máquina de amostragem e o software do estúdio Norte Magnético



Fotos Vidal Cavalcante

Uma das placas que digitaliza as notas



O software possibilita análise do som

Engenheiro criou 1º sintetizador controlado por bits

Em 1975, quando a eletrônica ainda não tinha invadido a música pop e o rock era movido por guitarras pesadas e músicos malabaristas, Guido Stolfi criou o primeiro sintetizador brasileiro controlado por computador. "Eu estava no terceiro ano da Poli e desenvolvi a máquina como um trabalho livre na escola", lembra Stolfi.

Trabalhando em parceria com o professor e trompetista Celso de

Oliveira, que atualmente não leciona mais na escola, Guido construiu um sintetizador inédito no país, no qual os timbres eram gerados digitalmente e o controle era feito por computador —um velho mini da HP, modelo 21 MX, que funcionava com fitas de papel ao invés de disco magnético.

Guido, que "toca violão de ouvido e, ainda assim, muito mal", chegou a esboçar algumas músicas no compu-

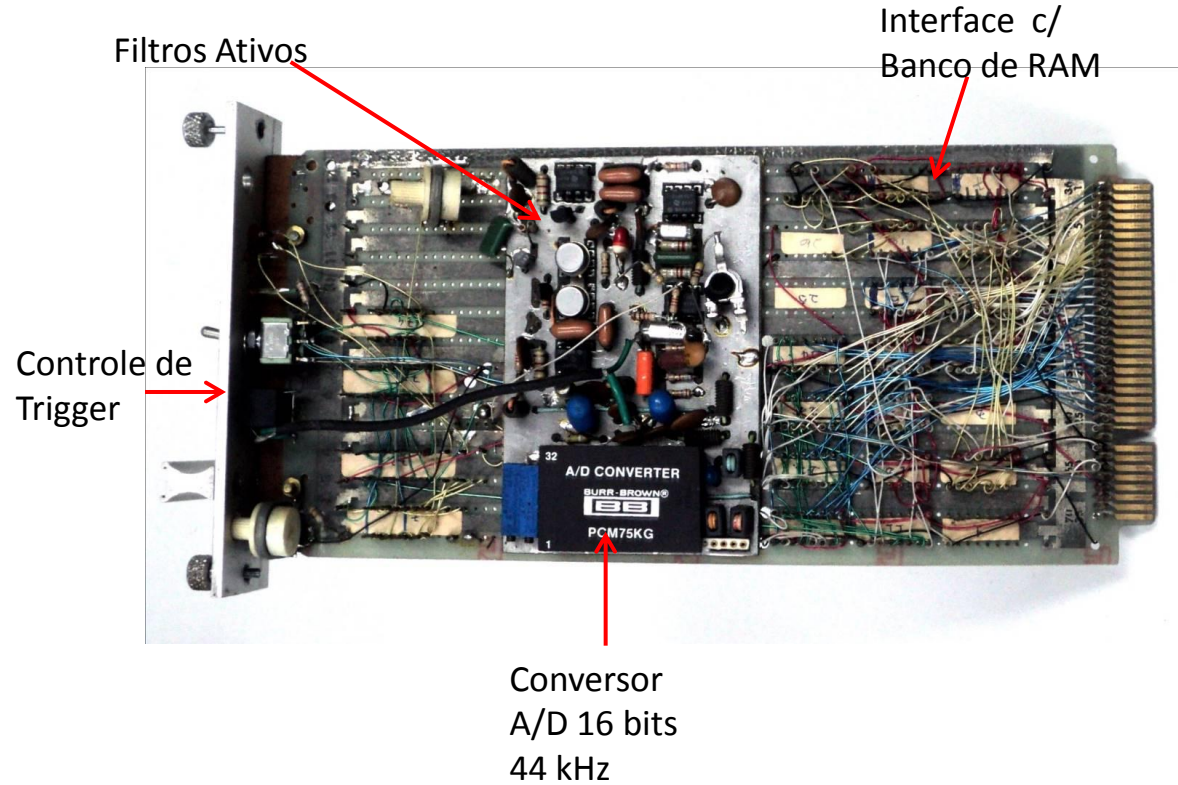
tador (como transcrições de Bach e Paulinho Nogueira para sintetizador) e criou até mesmo um programa que gerava música aleatoriamente. "Com o sintetizador eu compunha transcrevendo o fenômeno físico da onda para o computador", explica. "É um grande facilidade para quem entende de física e não tem formação musical".

A máquina projetada por Guido e

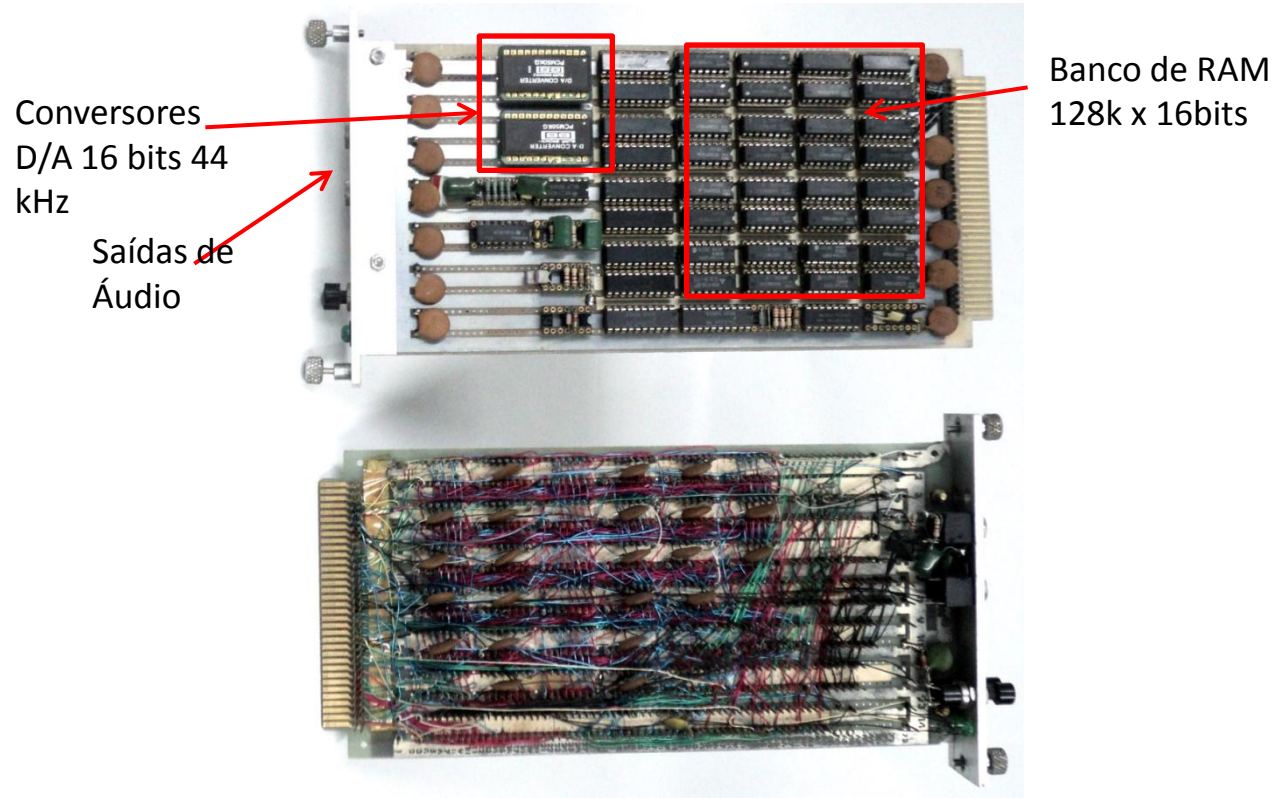
Oliveira tem méritos de sobra para figurar no Museu de Informática que a Secretaria Estadual de Cultura pretende inaugurar no próximo ano.

Além do ineditismo da dupla, o primeiro programa para controle do sintetizador foi elaborado no Patinho Feio —o primeiro computador brasileiro, também projetado na Poli, e que já tem presença garantida no futuro museu.

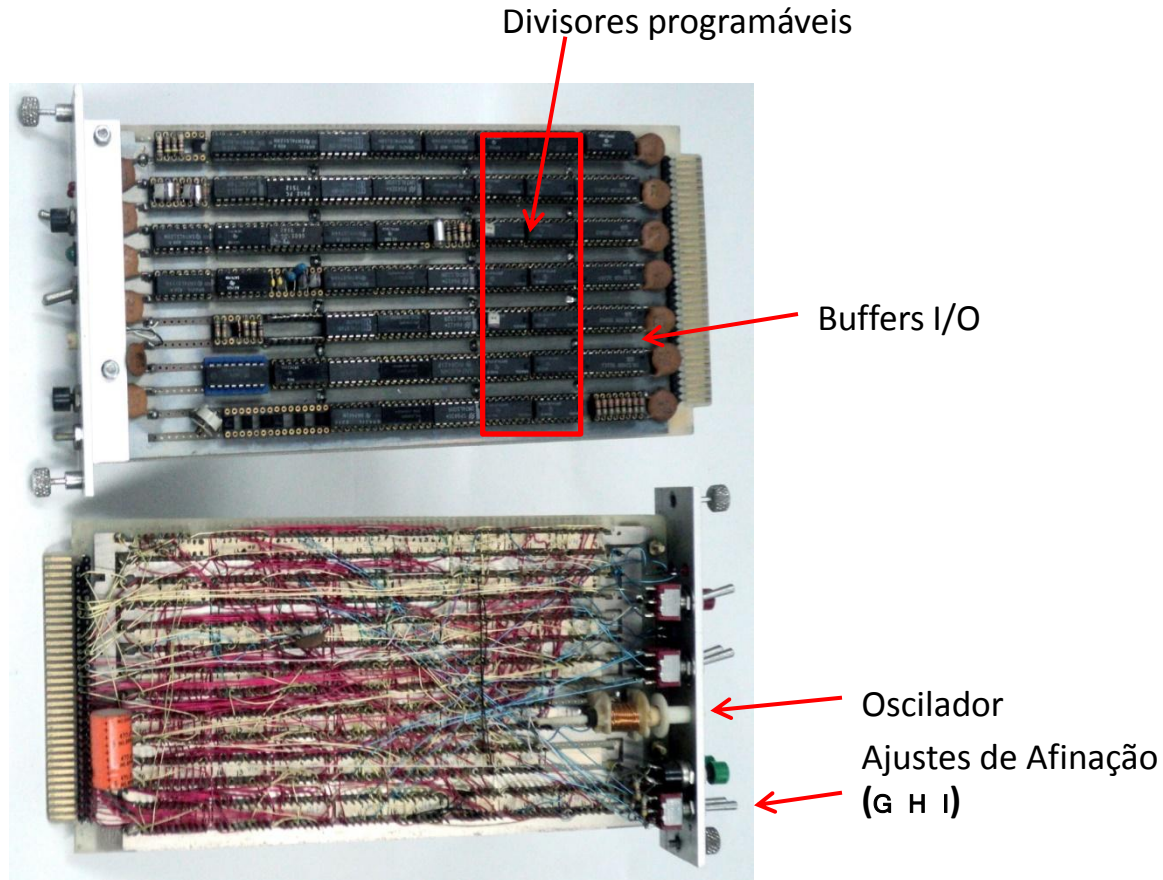
Conversor A/D para Sampler (1984)



Conversor D/A para Sampler (1984-85)

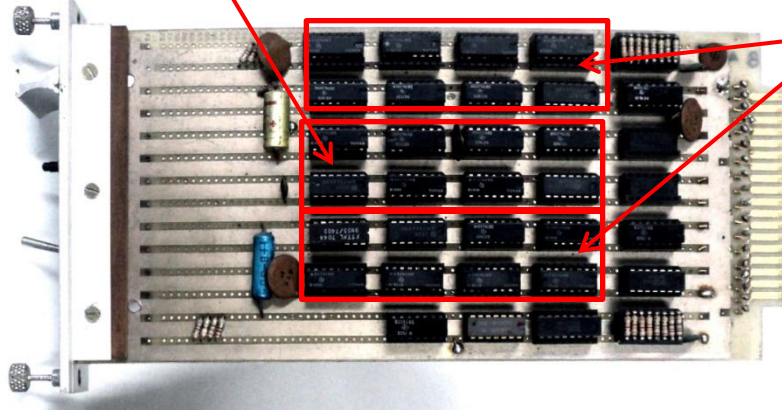


Controle de Frequência para Sampler (1984-85)

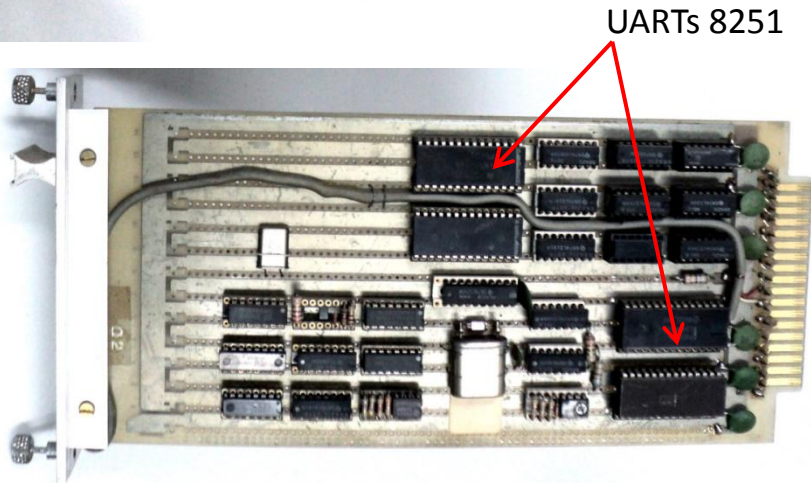


Interface Prophet5 (1981) e MIDI (1985)

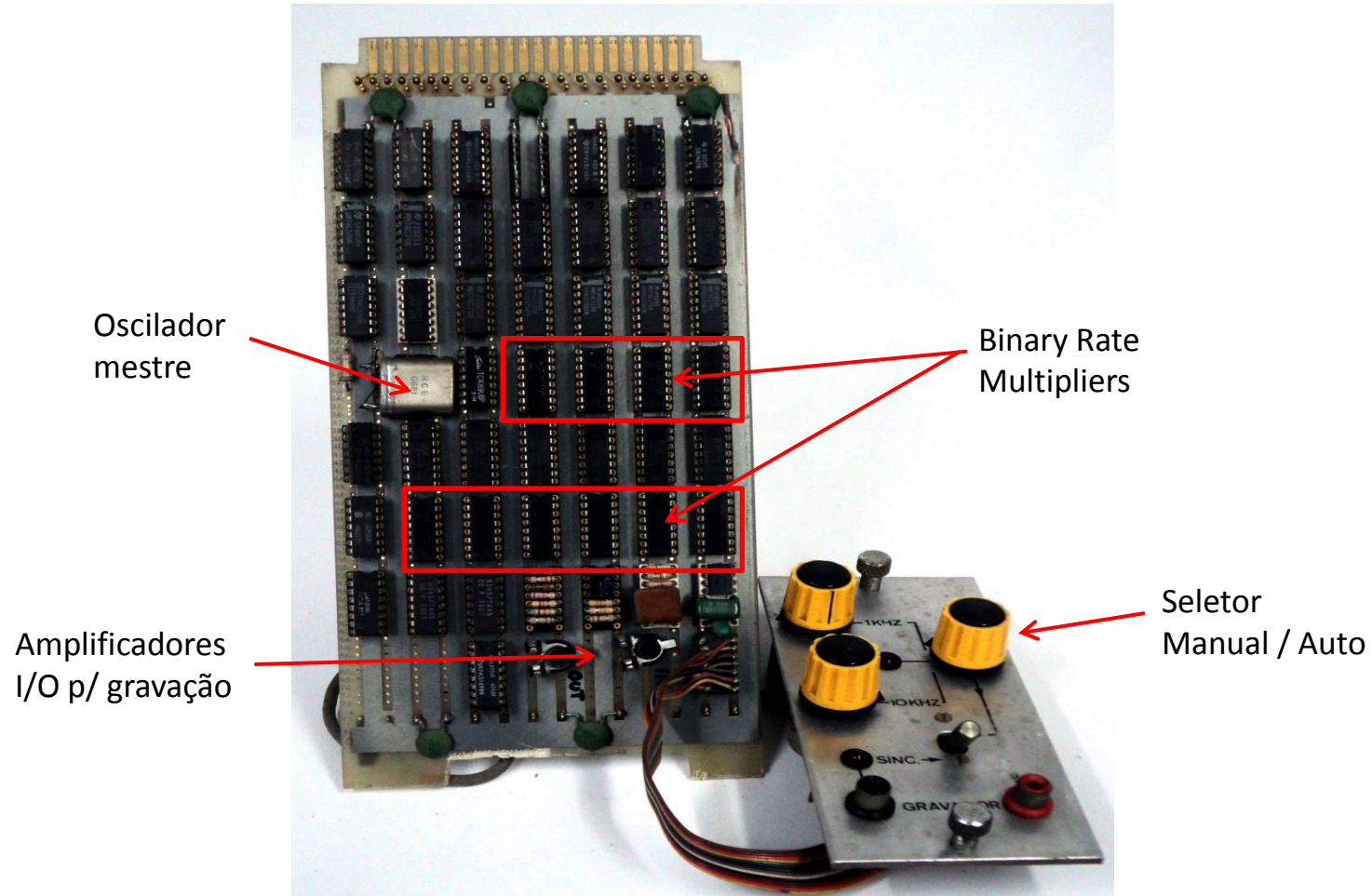
“Latches”
endereçáveis



NAND
Col. aberto



Base de Tempo para Sincronismo A/V (1985)



Roland Brasil (1986 – 2006)

- Manutenção em sintetizadores analógicos para a Foresight (1987)
- Suporte técnico para a Roland Brasil entre 1988 e 2006
- Cerca de 10.000 equipamentos atendidos

Transient Synthesis (1987)

- Trabalho apresentado à Roland Corporation (Hamamatsu, 1987)
- Processo de síntese por componentes independentes, para sons de curta duração
- Alocação dinâmica de recursos computacionais

Transient Synthesis (1987)

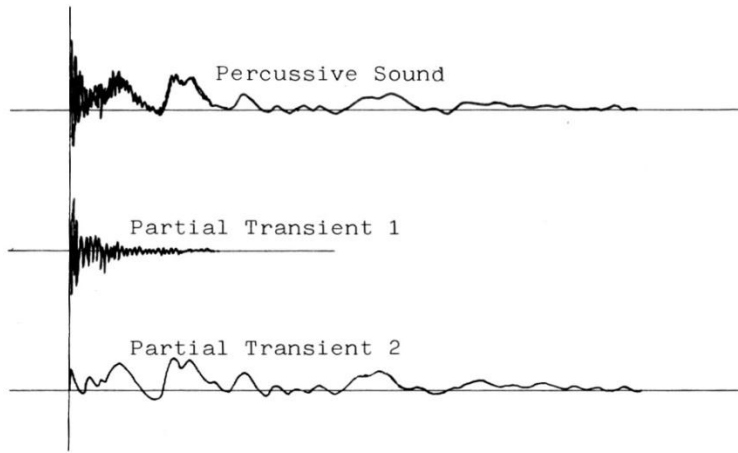


Fig.1 - Superposition of Partial Transients

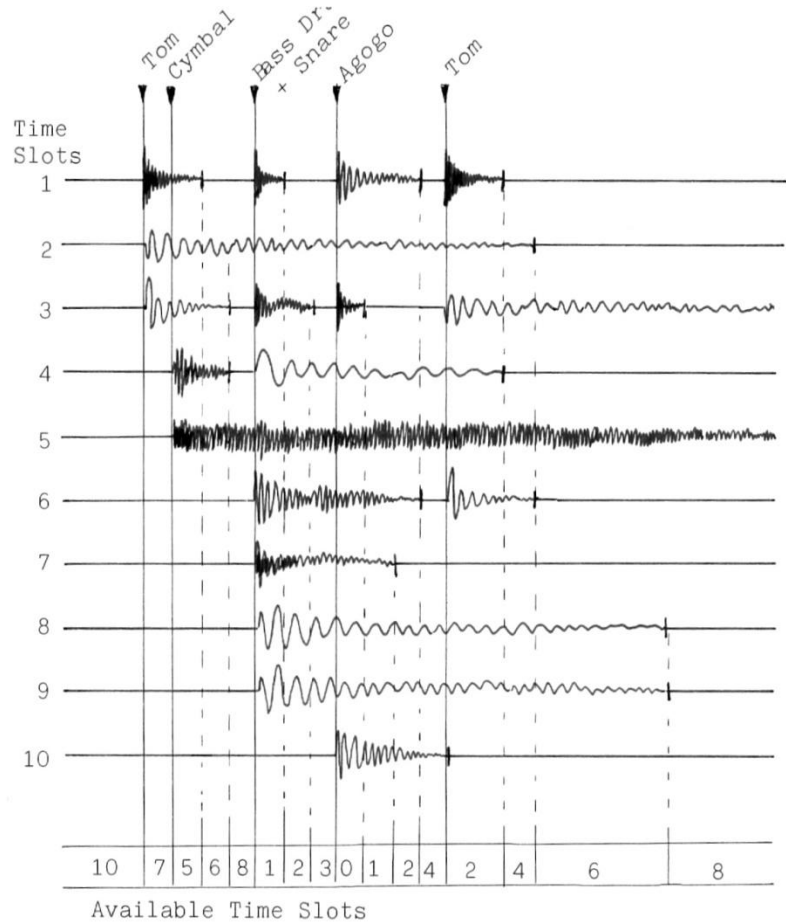


Fig.10 - Dynamic Allocation of Time Slots in T.S.

Transient Synthesis (1987)

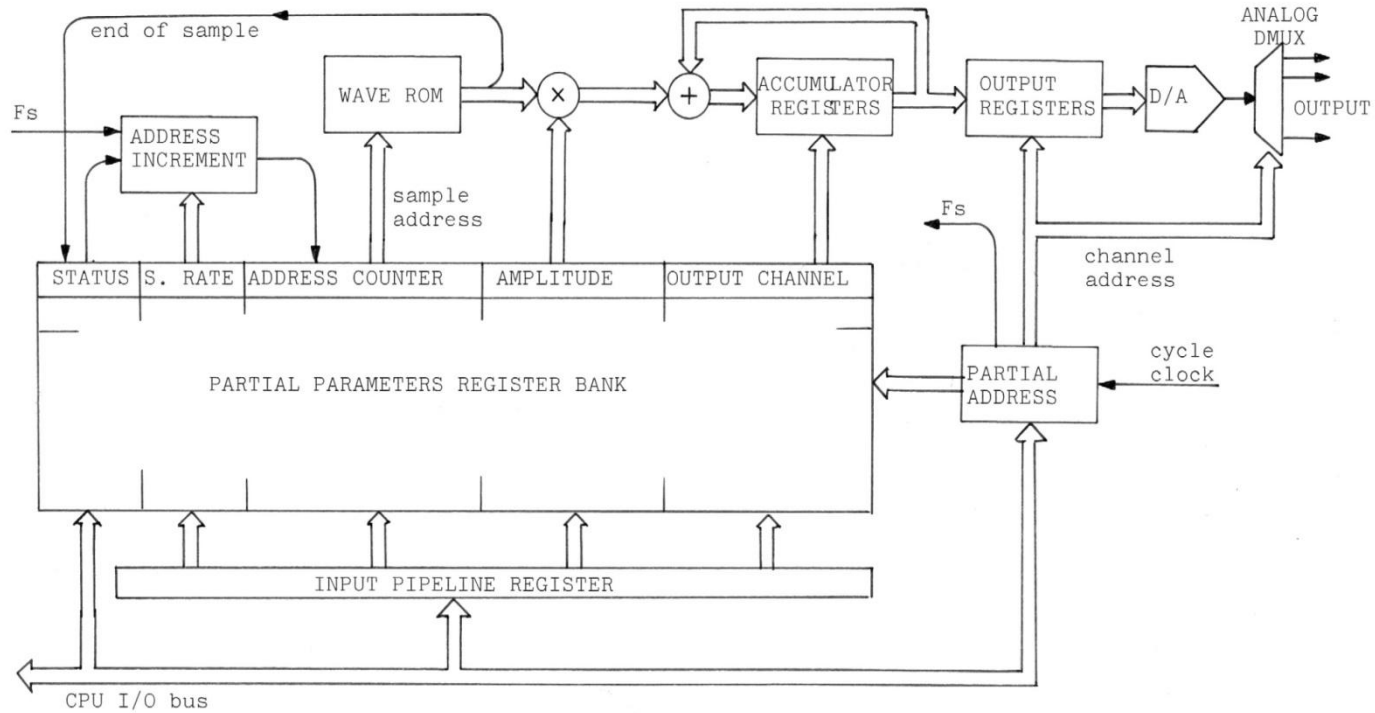
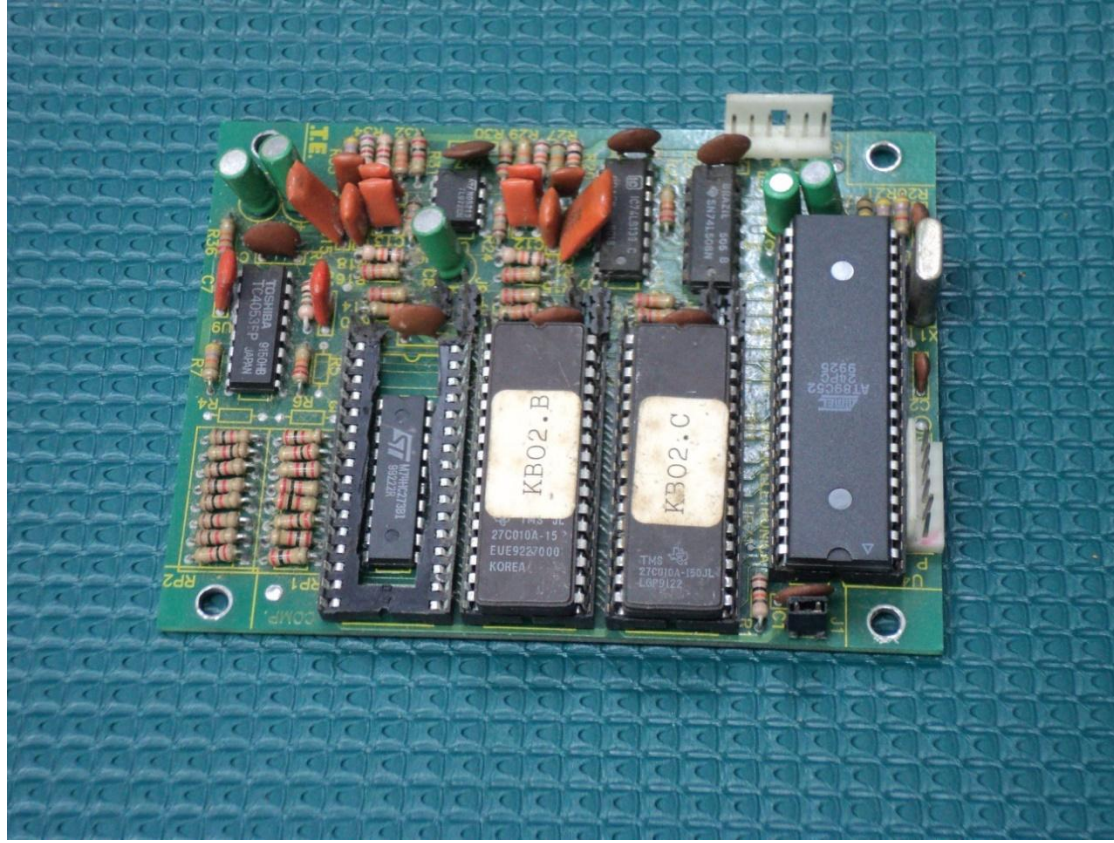


Fig.2 - Basic Hardware Configuration for T.S.

Reprodutor Sonoro Móvel Digital (1991)

- Projeto de Hardware e Firmware para sistema veicular de anúncio sonoro e musical com mensagens digitalizadas
 - Emissão programada e/ou aleatória de mensagens
 - Processo de compressão de áudio com compansor por blocos, 4 bits por amostra
 - Processador: 8051
-
- Cliente: Otávio Antonio Machado (High Solution) / Ultragaz
 - Colaboração: Klaus Koster (Software para compressão)

Reprodutor Sonoro Móvel Digital (1991)

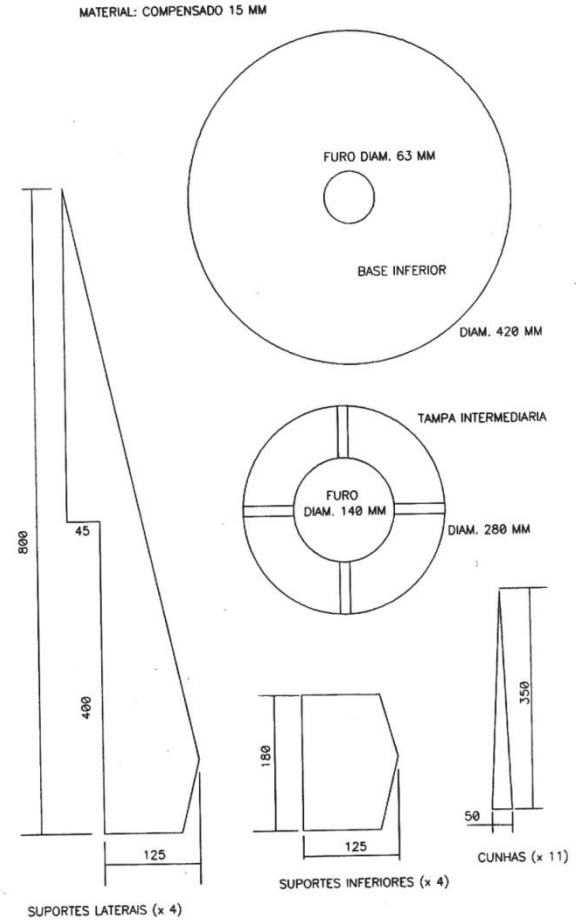
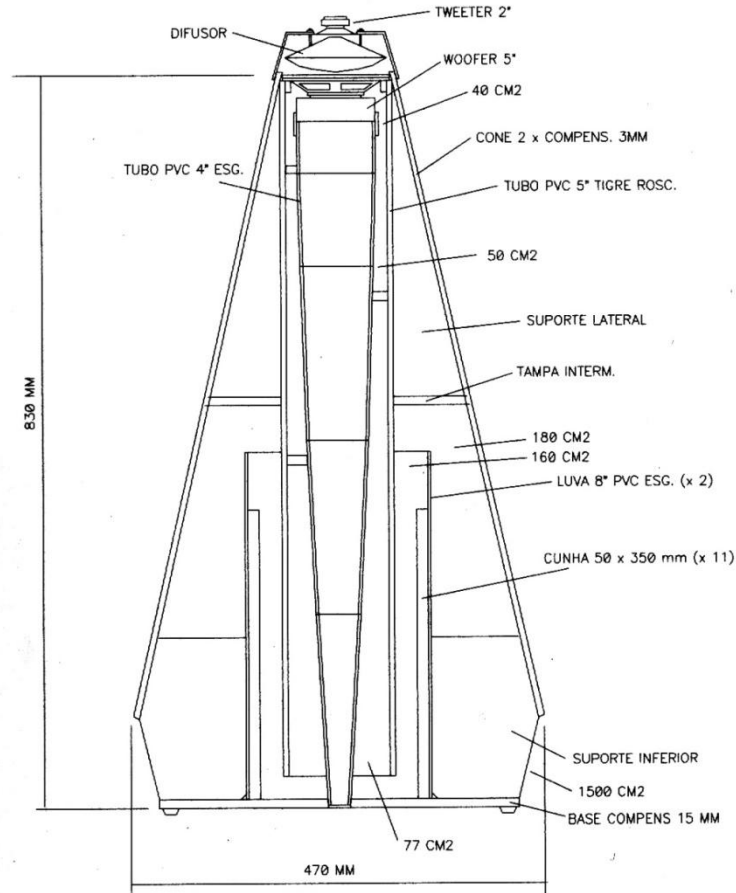


Sonofletores Omnidirecionais (2000)



- Corneta dobrada vertical, alto-falante de 5" e tweeter de 2", contrapostos
- Simetria radial perfeita
- A resposta em frequência homogênea em todas as direções melhora a percepção do ambiente devida às reverberações e reflexões

Sonofletores Omnidirecionais (2000)

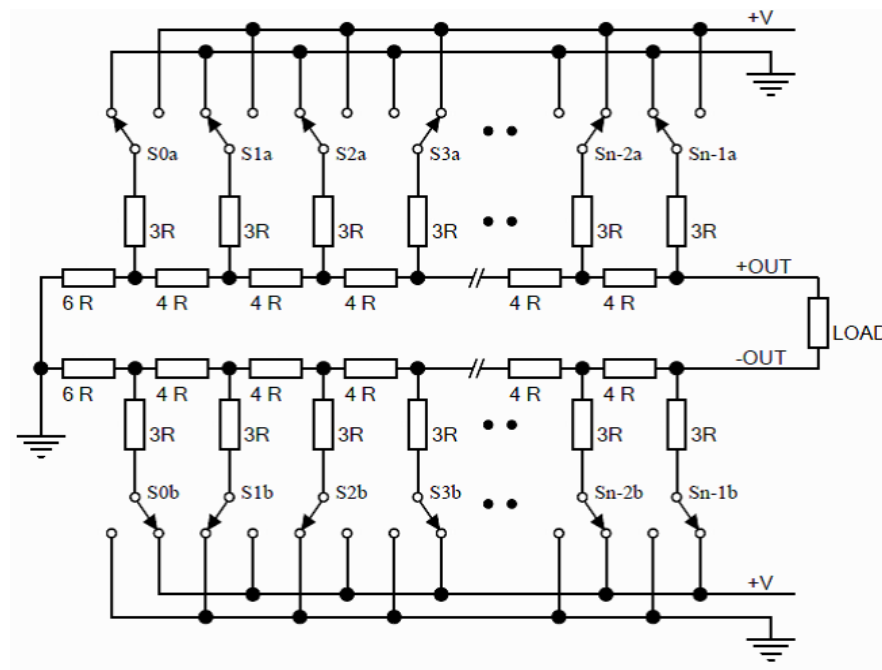


TDA (2005)

- Desenvolvimento de um Terminal Telefônico com Compensação para Deficientes Auditivos
- Sistema de processamento de áudio por transformada tempo-frequência para compensação não-linear de deficiências moderadas
- Projeto FAPESP 04/02490-6
- Colaboradores: Dr. Phillip Burt (EPUSP), Dra. Mara Gândara (H. U. / Fono)
- Cliente: Koller e Sindicic Ltda.

TriDAC (2013)

- Conversor Digital / Analógico de alta potência, com resolução de 32 bits e faixa dinâmica de 170 dB
- Baseado em lógica ternária
- Aplicação: Audiometria
- > 50W em 16 Ohms
- “Amplificador Digital”



TriDAC (2013)

- Protótipo

Fig. 10. DAC Power Efficiency (%)

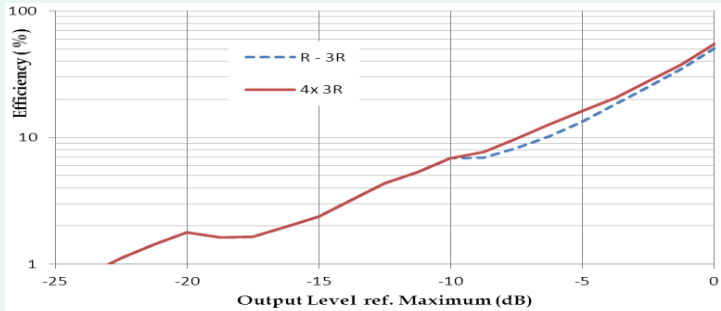
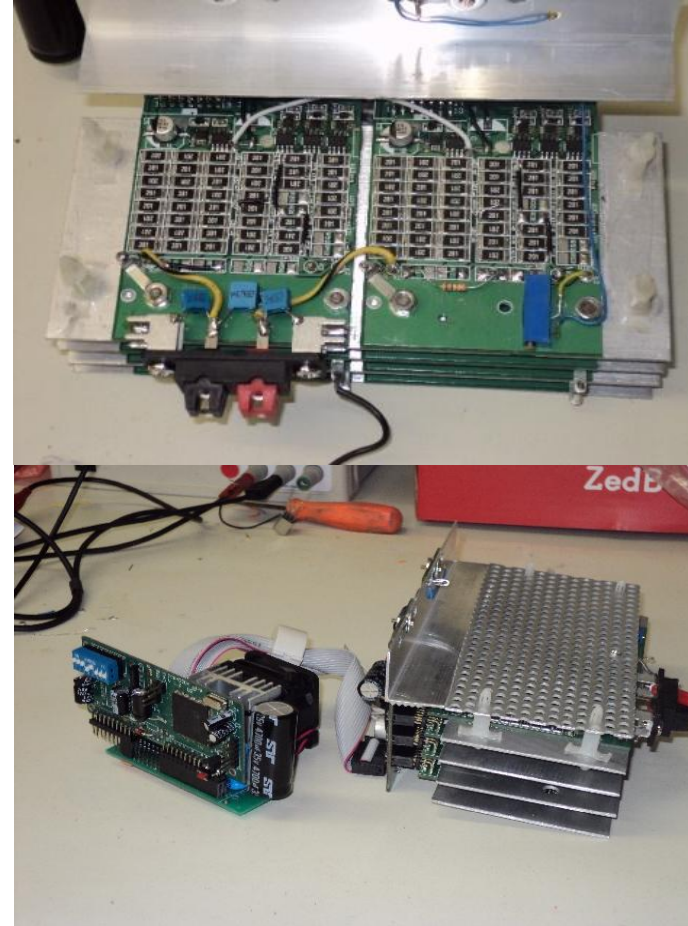
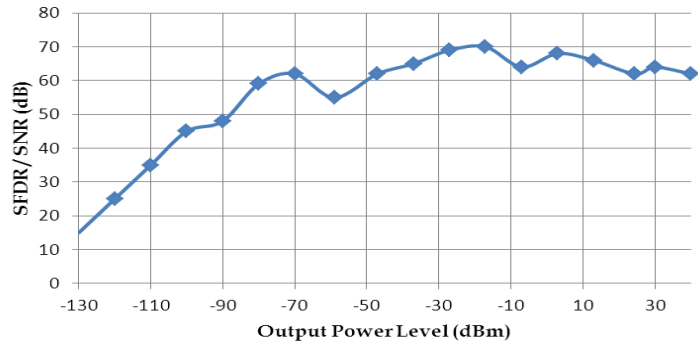
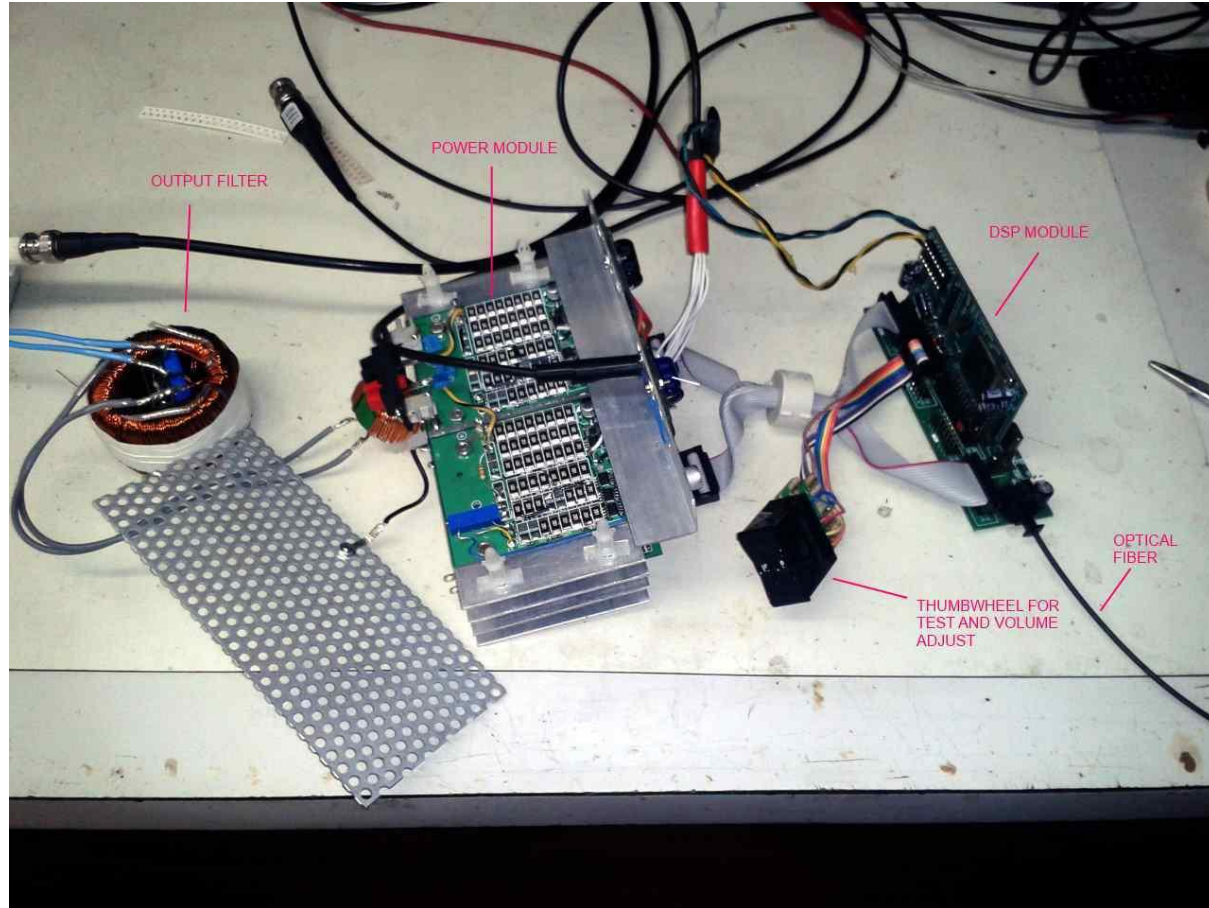


Fig. 11. DAC Spurious-Free Dynamic Range



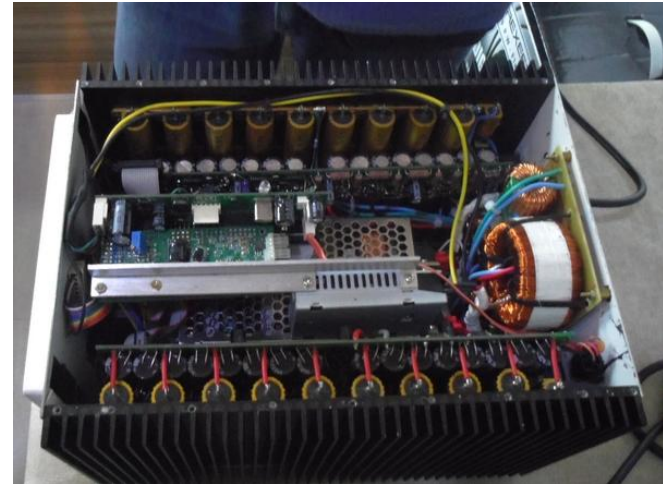
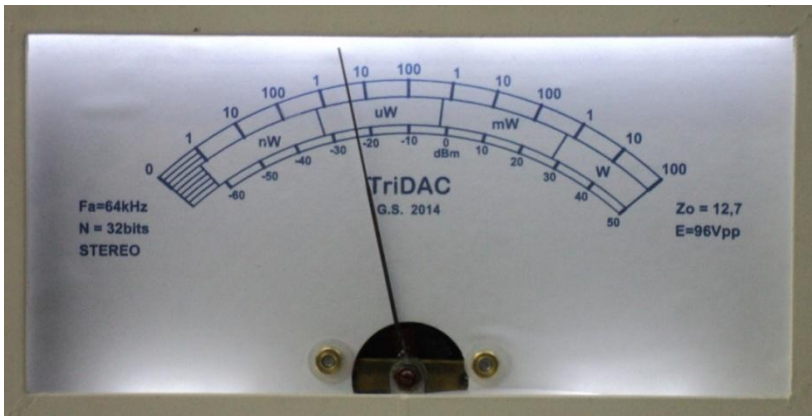
TriDAC (2013)



TriDAC Estéreo (2014)



- $F_a = 64 \text{ kHz}$
- $Z_o = 12,7 \Omega$
- $V_o = 96 \text{ Vpp}$



Cursos e Palestras sobre Áudio

- **“Detalhes de Implementação de um Sintetizador de Sons”**: apresentação na 28ª Reunião Anual da SBPC (Brasília, 1976)
- **“Descrição de um Sistema de Síntese de Sons”**: apresentação na 28ª Reunião Anual da SBPC (Brasília, 1976)
- **“Descrição de um Sistema Modular de Síntese de Sons com Controle Automático por Computador”**: apresentação nas 5as. Jornadas Latino-americanas de Acústica (Curitiba, 1979)
- **“A Evolução dos Discos Digitais”**: aulas para a disciplina “Práticas de Eletrônica”. Co-apresentador: Luiz A. B. Coelho (PSI2222, EPUSP, 2000-2003)

Cursos e Palestras sobre Áudio

- **“Engenharia e Percepção Auditiva”**: I Simpósio Multidisciplinar Sobre Percepção Auditiva e Processamento de Sinais (PTC-EPUSP, 2002)
- **“Digitalização de Áudio e Vídeo”**: curso de pós-graduação (Instituto Mackenzie, 2007-2008)
- **“A 32-bit Ternary Digital to Analog Converter with High Power Output and 170-dB Dynamic Range”**: Seminário de Tecnologia de Áudio, Mídia e Processamento de Sinais – “Danish Audio” (EPUSP, 2013)

Trabalhos Orientados em Áudio

- **"Equalizador Automático de Áudio"**. Equalizador de áudio com controle digital e equalização automática de resposta em frequência. Vinícius Ataíde Cota, André José Brants Gonçalves, Heliton da Silva. PTC2528, 1990
- **"Análise Espectral de Sinais Musicais"**. Análise espectral com DSP para identificação de notas musicais em uma gravação. Baccaro Fábio Ohara Morita, Fernando Maciel Gazoni, Irene Rzezak, Ivan Andrea. PTC2528, 1990
- **"Caixa Acústica sem Fio"**. Sonofletores com sistema de transmissão por RF e modulação multiplexada. Carlos Augusto Bongiovanni da Cunha, Elisabete Murata, Guilherme Ferraz de Camargo Lopasso, Marcos Loreto Sampaio. PTC2528, 1994
- **"Simulação Digital de Reverberação Ambiente"**. Unidade paramétrica de reverberação implementada em DSP, com interface com operador em PC. Otto Adissy Silveira, Ricardo Pellicciari de Andrade. PTC2528, 1995

Trabalhos Orientados em Áudio

- **"Unidade de Reverberação Acústica com DSP"**. Simulação de reverberação com controle de parâmetros. Paulo Márcio Resende Viana. PTC2528, 2000
- **"Codificador / Decodificador MP3"**, implementação de codificador e decodificador de áudio, padrão MPEG-2 Nível 3, em microcomputador. Cláudio Macoto Hayashi, Danilo Naman Campos, Tiago José Goulart. PTC2528, 2000
- **"Sintetizador de Percussão com Alocação Dinâmica de Recursos"**, implementação de um sistema de síntese sonora por superposição de transientes parciais, usando FPGA. Lúcio Flávio Vismari, Maurílio Naime Salvador. PTC2528, 2001
- **"Processador de Multi-efeitos para Guitarra"**, com reverb, delay, distorção, chorus, pitch shifter, etc... Cristiano Vendramini Cairolí, Ricardo Lanicheck, Rodrigo Maygton Vicentini. PTC2528, 2002

Trabalhos Orientados em Áudio

- **"Mesa de Som Digital"**, 4 canais, A/D de 16 bits, mixagem em EPLD. Fernando Lemos de Melo, Luis Roberto Cerqueira Campos, Mariana Dias Conrado Ribeiro. Co-orientador: Max Gerken. PTC2528, 2002
- **"Uso de Compressão de IP/UDP/RTP Headers para transmissão de voz sobre IP"**. Daniel Wionn Brasil, Evandro M. Ferreira, Luiz Gustavo P. Stein Dias. Co-orientador: José Roberto Amazonas. PTC2528, 2004
- **"Encoder MPEG-1"**. Implementação em "C" portátil para DSP. Fernanda Vergani dos Santos, Olavo da Rosa Belloc, Rafael Canato Luiz. Co-orientador: Phillip Seymour Burt. PTC2528, 2005
- **"Instrumentos Musicais Eletrônicos: Theremin"**. Carlos Elias Mendes, Erich Heng Na Tsai, Matheus Schwalb Moraes, Willian Felipe Razente. PSI2222, 2010

Trabalhos Orientados em Áudio

- **“Construção e Análise de um Circuito de Distorção para Sinais de Áudio”**. Guilherme Torres Zeitounlian, Lucas Portela de Mauro, Raphael Anauate Ferraz de Sampaio, Rodrigo de Sant’Anna Barbosa. PSI2222, 2010
- **“Sintetizador Paramétrico Afinado”**. Bruno Cebukin, Felipe Durán, João Nader, Lucas Giacomini. PSI2222, 2010
- **“Amplificador Valvulado”**. Bruno M. Pasini, Fernando M. Ramacciotti, João Guilherme B. Calice, Victor Wolf. PSI2222, 2010
- **“Theremin Controlador”**. Alexandre Simões Gomes Jr., Gabriela Estevão Lourenço, Marcelo Abdala Daher, Tiago Milagres Miranda. PSI2222, 2012
- **“Sistema de Aquisição de Dados para Imagem Acústica”**. Aluno: Alexandre Luiz Chiuffa. PTC2528, 2011

Trabalhos Orientados em Áudio

- **“Conversor analógico MIDI Monofônico”**. Fabricio Ribeiro Toloczko, Felipe Demarqui Ramos, Joao Eduardo dos Santos, Jose Augusto Padovese Peixoto. PSI2222, 2013.
- **“Sintetizador Modular”**, Daniel Gazolli Marques Barbosa, Felipe Serachiani Clemente, Lucas Cerdeira Dias Chaves, Raul Landgraf Goulart. PSI2222, 2014.
- **“Equalizador de Áudio Analógico”**, Allan Yudji Nakamassu, Lucas Loschiavo Bacci, Lucas Pedro Bernardo Silva Palharini, Vitor Walace de Moraes Alves. PSI2222, 2014.
- **“Circuitos para Modificação de Parâmetros Sonoros”**, André Vitor Celkevicius, Mário Felipe de Sousa Zambon, Raphael Gil Camargo, Walter Gonçalves Filho: PSI2222, 2014.
- **“AudioGroove: Transcrição Automática de Loops Rítmicos”**, Camila de Andrade Scatolini. Co-orientador: Gaël Richard (Télécom ParisTech). PTC2528, 2014

Reportagens

- *“Estúdio usa máquina com amostra digital”* (Folha de São Paulo, 18/12/1985, p. 41)
- *“Engenheiro criou 1º. Sintetizador controlado por bits”* (Folha de São Paulo, 18/12/1985, p. 41)
- *“Informática invade a música”* (Folha de São Paulo, 07/01/1987 – p. B-1)
- *“Keyboard of the month”* (Revista Keyboard Magazine, 07/2000, p. 18)