

Vídeo Digital

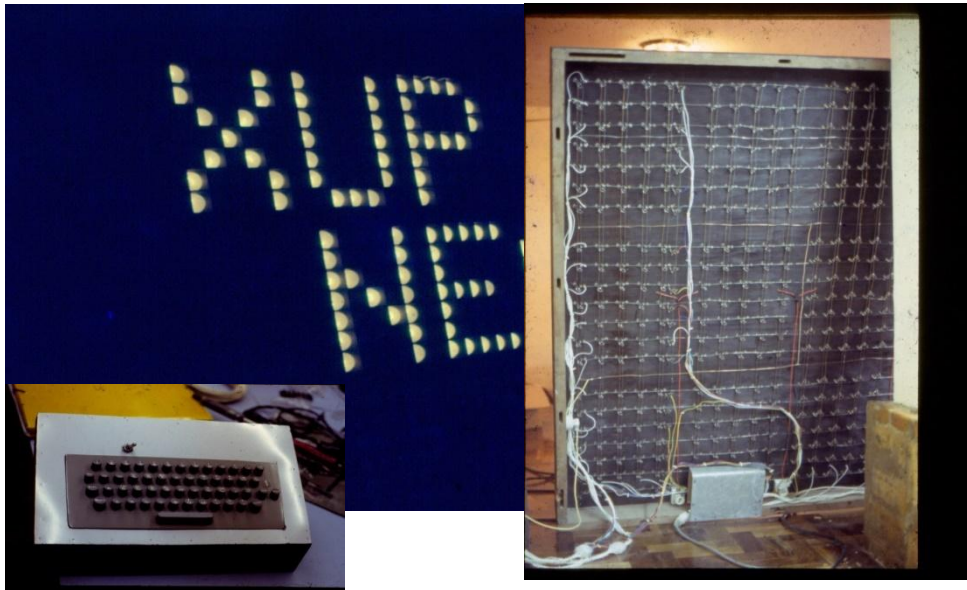
Eng. Guido Stolfi

Professor Doutor
Laboratório de Comunicações e Sinais
Escola Politécnica da USP
Membro IEEE – Broadcasting

Projeto de Circuitos e Equipamentos de Vídeo Digital
desde 1986

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

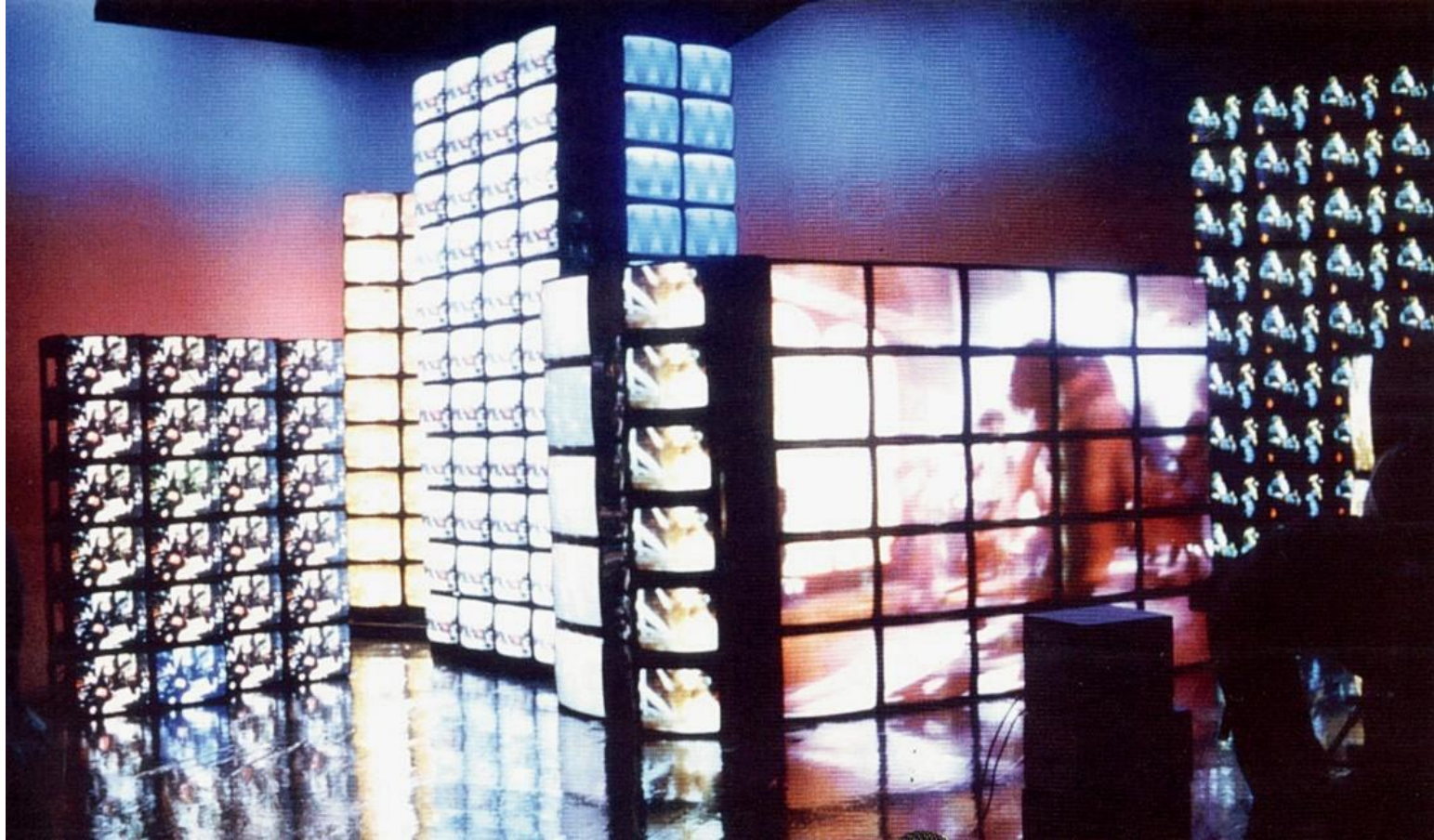
Antecedentes



- Painel de Lâmpadas (1980)
- Cliente: Centro Acadêmico da Faculdade de Medicina (USP)
- 840 lâmpadas com SCR, 3 linhas x 8 caracteres, modo gráfico, microcontrolador 8085

- Filtro recursivo bidirecional e bidimensional para processamento de imagens (1985)
- Cliente: Klaus Koster / Palette Imagem Eletrônica
- Aplicação de IIR gaussiano nas direções $+x$, $-x$, $+y$ e $-y$ resulta em resposta impulsiva com simetria circular
- Processamento recursivo (IIR) em coprocessador 8087 reduz tempo de filtragem típico de 6 horas para 20 minutos
- Aplicações: eliminação de ruídos na captura de imagens, efeitos “Neon”

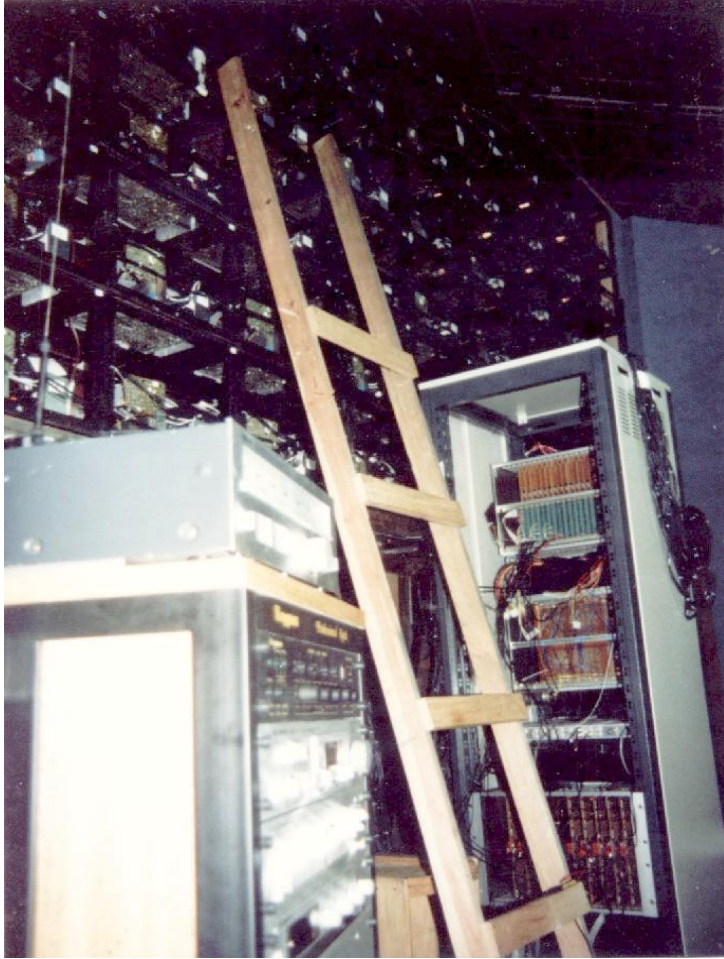
Videowall (1987)



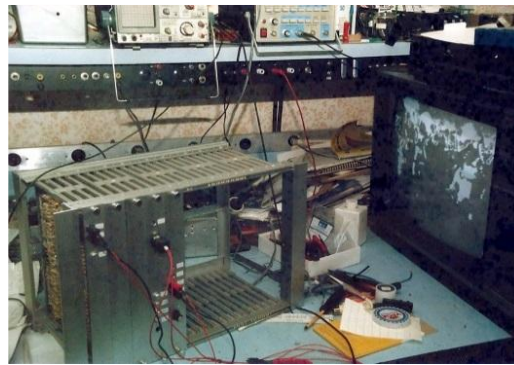
Videowall

- Cliente: Art Sistemas / Playmarket
- Estréia: Abril / 1987, estande da Phillips na Feira UD (Anhembi)
- Tecnologia: Processamento digital RGB; A/D e D/A 8 bits, 10 MHz; bancos de SRAM; controle com PAL's e PROM's
- Expansão: 1×, 3×, 6×, 9×
- Colaboração: Luiz A. B. Coelho, Klaus Koster, Carlos Freitas
Luiz

Videowall



UD - 1987



Videowall

Bastidores de Cenário de Comercial de TV - 1988



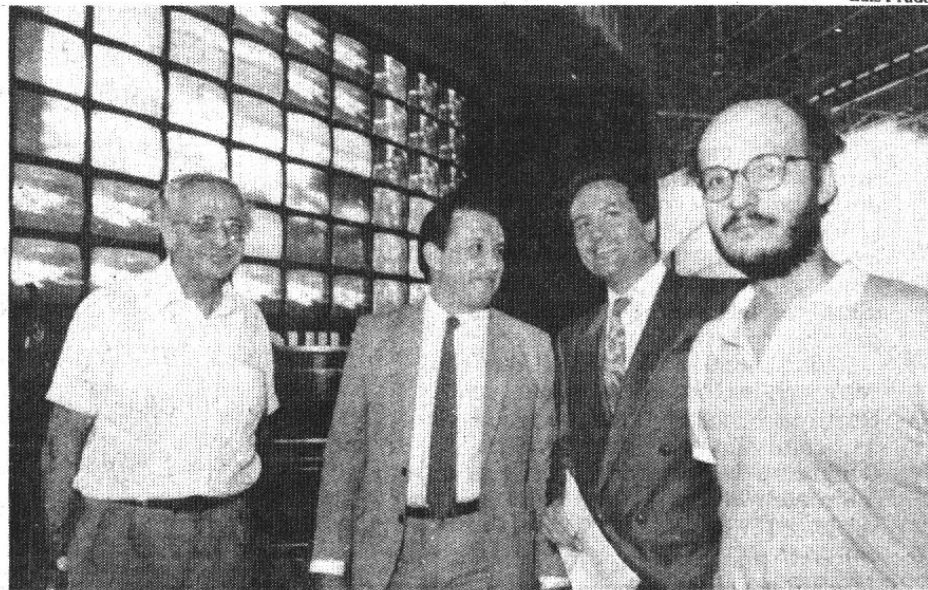
“Programa Livre”

O performático Videowall chega ao Brasil e atrai o público da UD

Da Redação da **Folha**

Desde 84 frequentadores de feiras e exposições realizadas na Holanda, Estados Unidos, Japão e Alemanha começaram a se habituar com performances de imagens em grandes paredes de monitores de tv chamadas de Videowall. Nestas "paredes", que já chegaram a reunir 108 monitores, é possível reproduzir imagens individuais para cada monitor, como também ampliar uma ou mais imagens da "parede". Na semana passada, o Brasil passou a figurar entre os países que desenvolvem esta tecnologia. Resultante de um acordo, Philips, ArtSistemas e Playmarket lançaram na última semana durante a Feira de Utilidades Domésticas (UD), no Anhembi, zona norte de São Paulo, uma versão do Videowall totalmente nacional.

Cercado de muito mistério, a im-



Luis Prado

O grupo de empresários que desenvolveu o Videowall no Brasil

Reportagem Folha de São Paulo - 1987

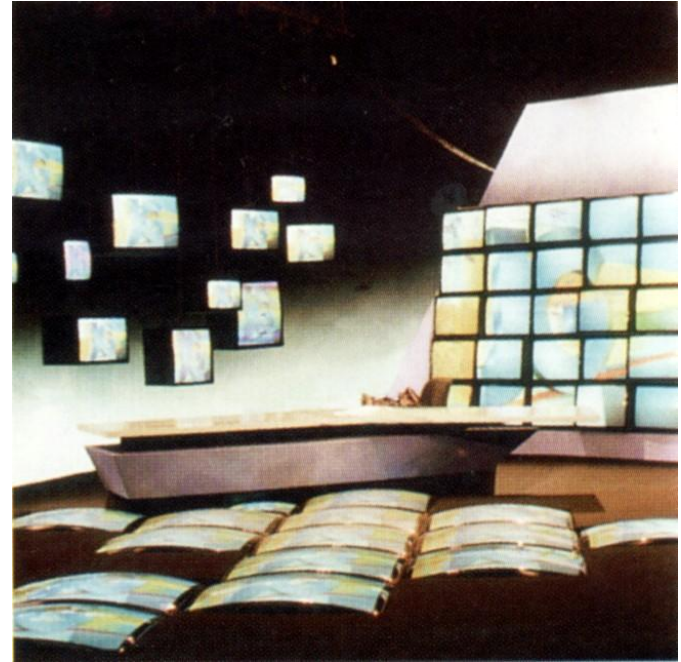
Videowall



Anhembi / P. M. S. P



Parque da Mônica – Shopping Eldorado

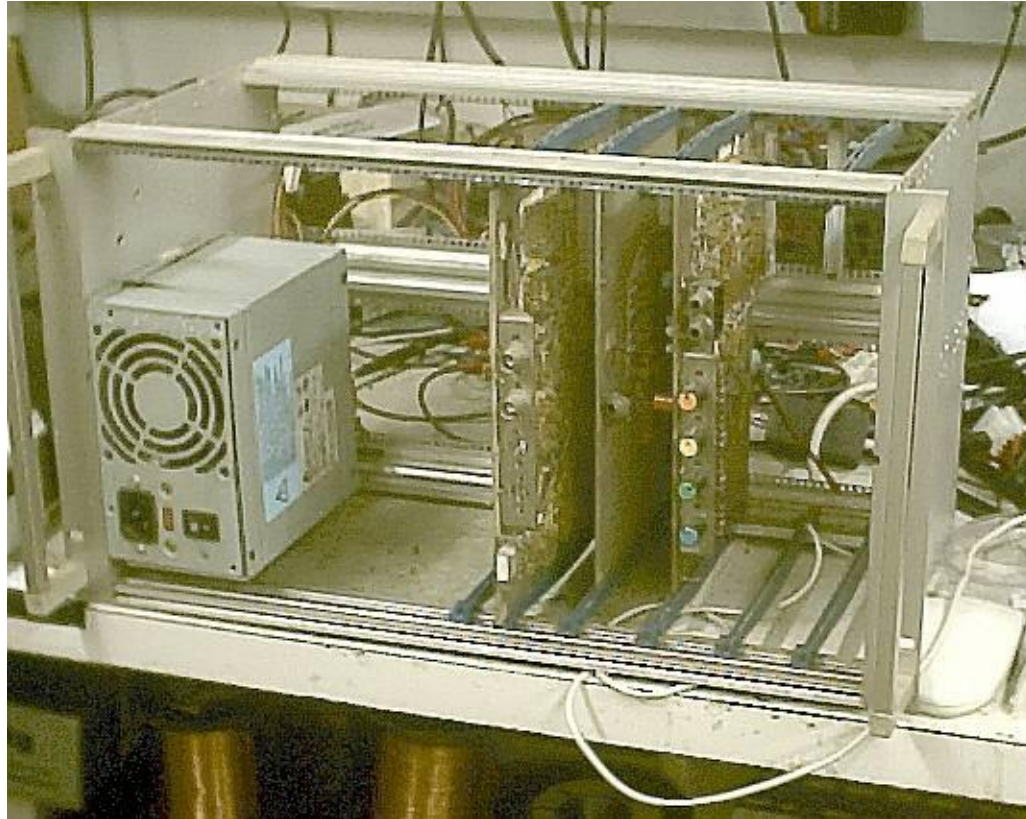


Cenário “Jornal da Globo” - SP

Videowall no Programa do Faustão



Decodificador B-MAC (TV Globo - 1990)

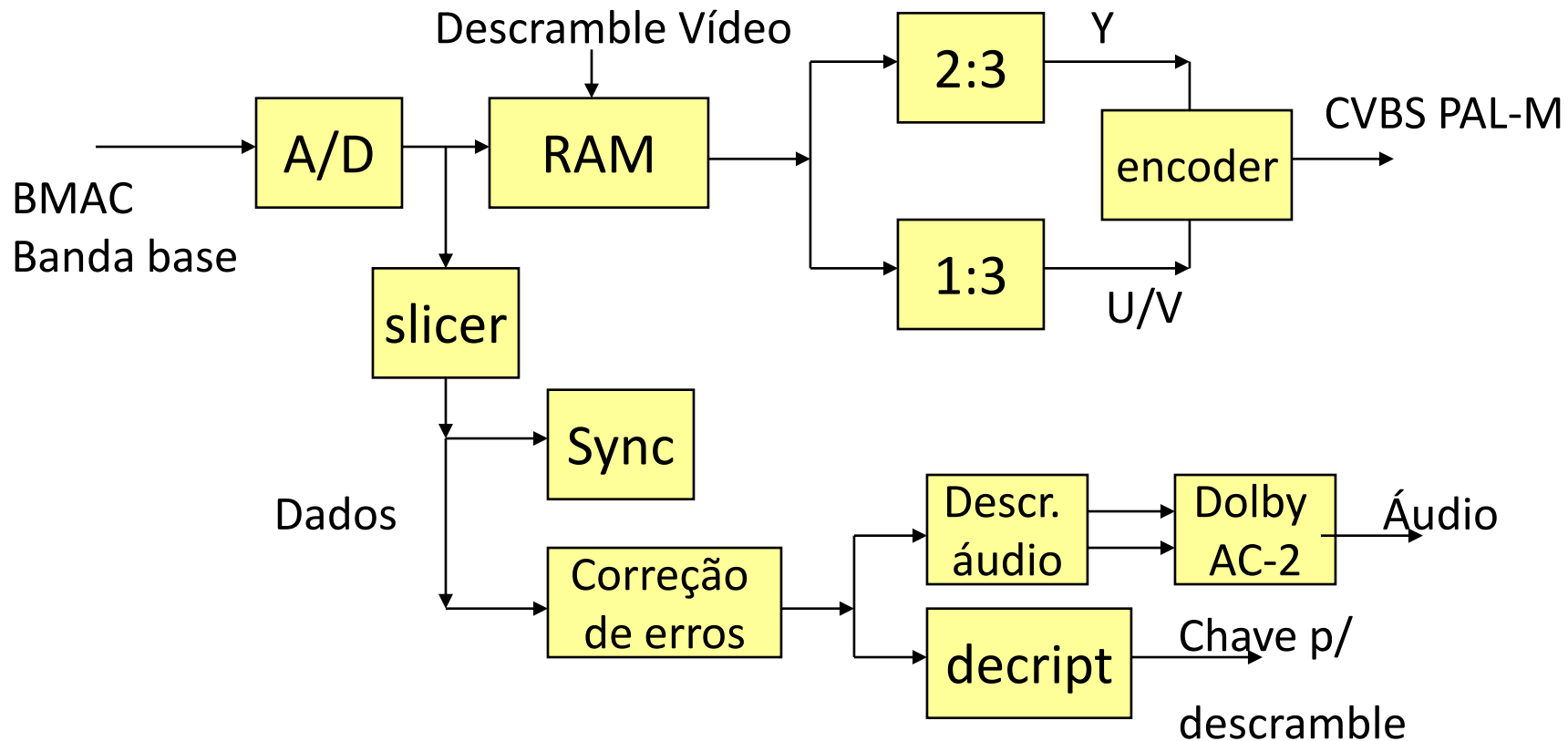


A/D 8 bits, 20 MHz, Wire-wrap, PAL's, PROM's, EPLD's Altera

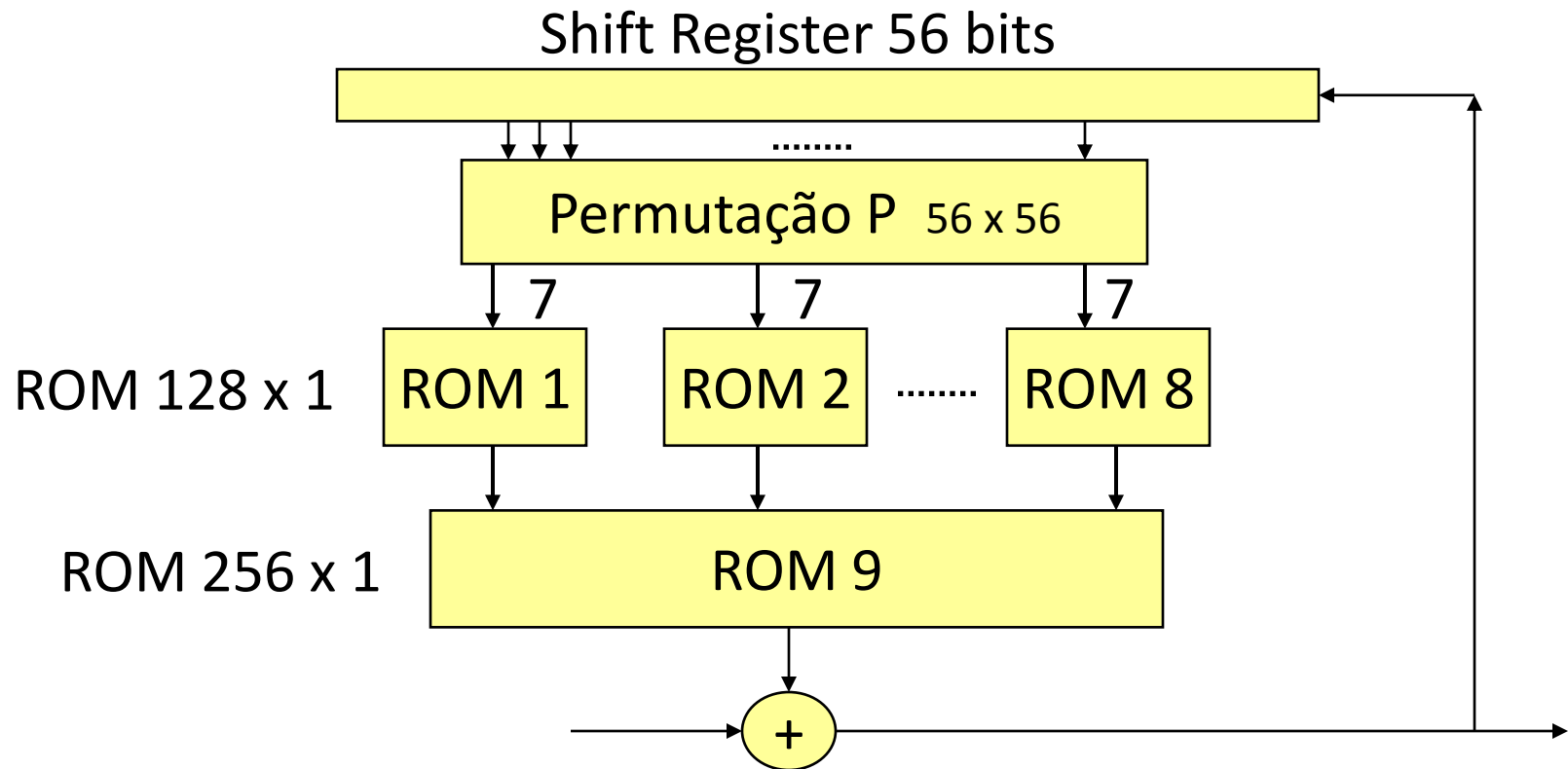
Decodificador B-MAC (1990)

- B-MAC (*Multiplexed Analog Components*) é um sistema de transmissão de Vídeo por satélite, que otimiza a qualidade da imagem em função da modulação FM.
- A TV Globo adquiriu o sistema com o intuito de criptografar o sinal de “uplink”, para evitar usos indevidos e roubo de programações.
- O fabricante (Scientific Atlanta) não cumpriu as promessas comerciais, levando a TV Globo a buscar alternativas para nacionalização dos decoders.
- Colaborações: Virgílio Amaral, Cleveland Albuquerque (Globo SP)

Decodificador B-MAC



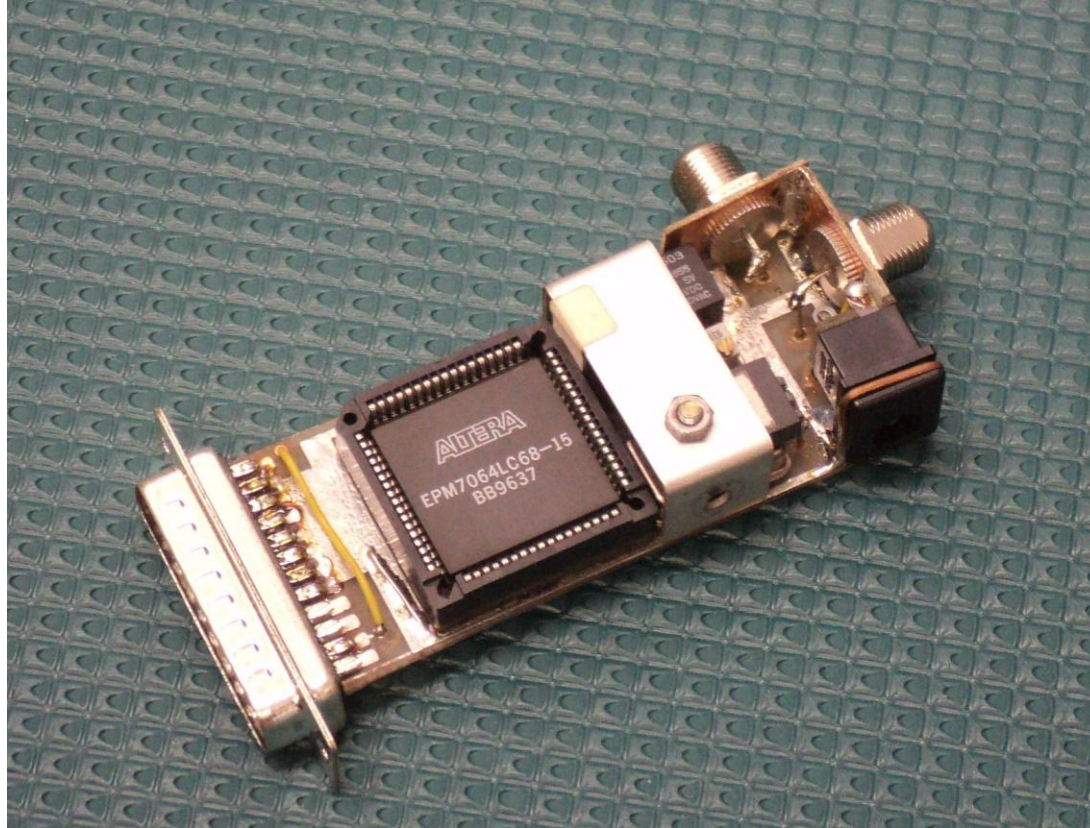
Criptografia Scientific Atlanta B-MAC



Home Banking via TV a Cabo (1992)

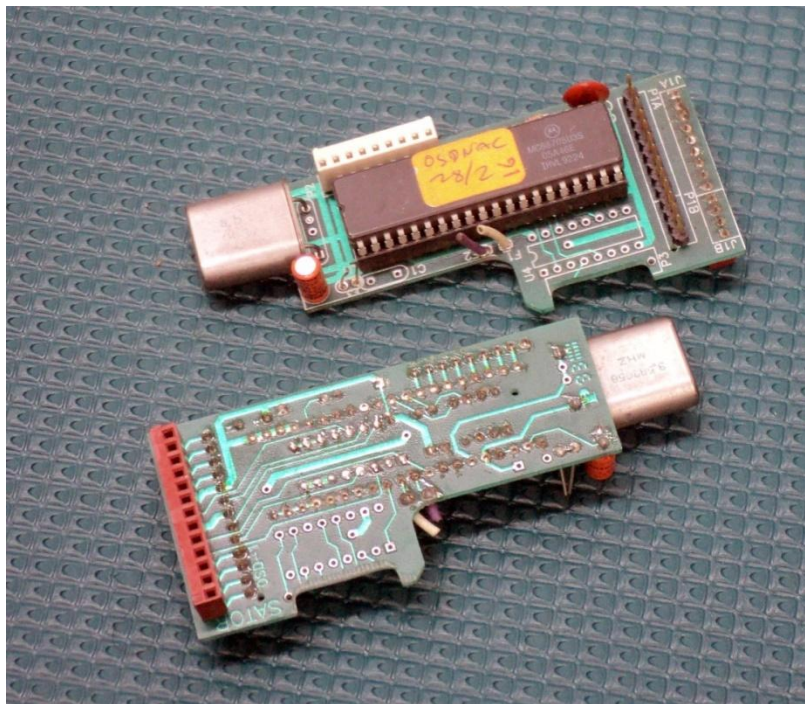
- Aplicativo de Interatividade para acesso de saldo bancário em Set-top-boxes endereçáveis Jerrold CFT-2000 (patente da Multicanal S/A)
- Senha para acesso via menu
- Integrado ao sistema de controle ACC-4000 (plataforma Unix)
- Implementação: engenharia reversa na ROM do processador do Set-top-box
- Cliente: TV Alphaville – Banco Nacional, Bradesco
- Colaborações: Virgílio Amaral (Globo SP), Eduardo Padilha (TV Alphaville)

Home Banking via TV a Cabo (1992)



Modem “Manchester” para análise e inserção de mensagens no canal “downstream”

Home Banking via TV a Cabo (1992)



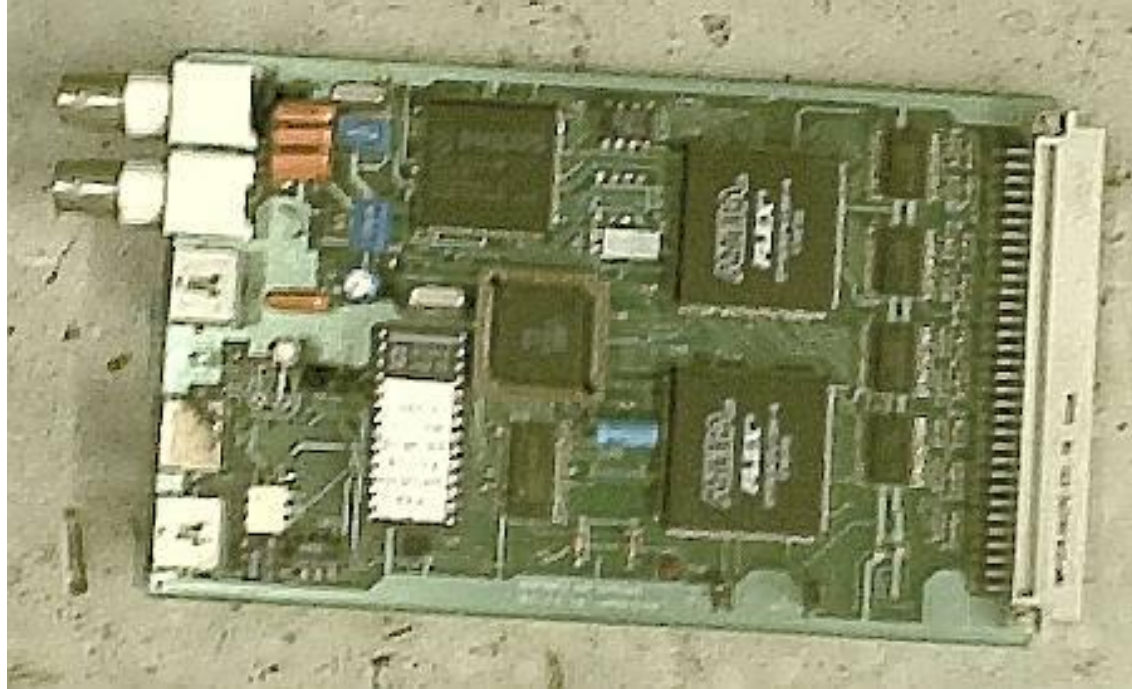
Circuito microprocessado para controle de acesso das mensagens protegidas no “Set-Top-Box”

Modem p/ Canal Reverso em TV a Cabo (TV Alphaville, 1993)



- FSK, 12 MHz
- Protocolo ALOHA
- Uso em rede de alarme e supervisão

Videowall 2a. Geração (1994)



EPLD's Altera, decodificador digital TDA7111;
processamento distribuído (8031), VRAM

Videowall 2a. Geração (1994)

FOLHA DE S. PAULO

informática

Quarta-Feira, 8 de junho de 1994 **6-11**

MUNDIAL AO VIVO

Micro controla telão de jogos da Copa

Máquina com 3.000 chips é responsável por funcionamento de "videowall" equivalente a 81 TVs de 38 polegadas



Ilustração mostra vale do Anhangabaú, onde será instalado telão com 81 monitores de TV

Free-lance para a Folha

Um micro 386 e um equipamento com cerca de 3.000 chips serão os responsáveis pela transmissão dos jogos da Copa no vale do Anhangabaú. Os lances de cada jogada poderão ser conferidos por quem for ao centro de São Paulo.

A Playcorp vai instalar este mês no Anhangabaú o "Videowall", um telão com 81 projetores de 38 polegadas. Os monitores importados vão ocupar uma área de 42 metros quadrados para transmitir todos os 52 jogos da Copa.

Cada monitor tem 52 centímetros de altura por 77 centímetros de largura. A distância entre as imagens é de um centímetro. Quem assistir às imagens terá a



impressão de estar vendo uma tela de projeção.

Uma das emissoras de televisão será responsável pela transmissão do sinal que vai entrar no digitalizador, equipamento com cerca de 3.000 chips. Essa máquina amplia e distribui as imagens.

O digitalizador é controlado por um PC, onde está instalado o programa "Vidvirus". Desenvolvido pelo consultor, Guido Stolfi, 41, o programa aciona o funcionamento do telão. O equipamento é da Art Sistemas.

Permite mudar o tamanho das imagens, congelar o movimento ou ainda transmitir duas imagens simultaneamente, entre outros efeitos especiais.

Comunicação remota

A Image Resources está lançando simultaneamente no Brasil e nos EUA um sistema de comunicação remota. O Visual Link permite trocar informações em forma de imagens entre empresas. É voltado para a indústria têxtil.

O Visual Link pode ser conectado ao sistema telefônico PABX da empresa, permitindo transmitir direto do micro imagens de 11 polegadas. O tempo de transmissão de uma imagem de 40 Mbytes é de cerca de dez minutos, caso seja usado um PABX com oito linhas telefônicas.

O sistema permite operação a partir de qualquer microcomputador. Exige apenas que os micro estejam ligados em rede Ethernet.

A Image Resources estará fazendo demonstrações do sistema Visual Link até a próxima sexta-feira da Fenit em São Paulo. O estande fica na rua K, número 20. A feira acontece no parque Anhembi (zona norte de São Paulo).

PARA SABER MAIS
PLAYCORP: tel. (011) 864-5411, **IMAGE RESOURCES:** tel. (011) 829-8292

Videowall 2ª Geração estreia com jogos da Copa no Vale do Anhangabaú, usando retroprojetores (Folha de São Paulo, 1994)

Videowall



Videowall no Largo do Anhangabaú (1994)

Curso de Graduação em TV Digital (1997)

- “Princípios de Televisão Digital” – PTC2547
- Introduzido em 1997 como curso optativo para a ênfase de Telecomunicações
- Motivação:
 - Capacitar engenheiros para atuação na área de TV
 - Estado da arte na aplicação de teorias de telecomunicações
 - Digitalização demanda novo paradigma de conhecimento

Curso de Graduação em TV Digital (1997)

- Temas:
 - Conceitos de Engenharia em sistemas de Vídeo e Televisão
 - Fundamentos de percepção visual e auditiva
 - Legado dos Sistemas de televisão analógica
 - Codificação, compressão e transmissão digital de TV
 - Sistemas de TV a Cabo
- Transformado em curso regular em 2001
- Mais de 350 alunos formados até 2014

Apostilas do Curso

	Título	Pgs.	Figs.
1	<i>Elementos de Fotometria</i>	18	23
2	<i>Percepção Visual Humana</i>	14	24
3	<i>Amostragem Espacial e Temporal: Varredura</i>	22	34
4	<i>Colorimetria e TV a Cores</i>	24	32
5	<i>Formatos de Vídeo Digital</i>	24	35
6	<i>Compressão de Imagens: Padrão JPEG</i>	18	14
7	<i>Compressão de Imagens em Movimento: Padrões MPEG, H.264, Dirac</i>	34	31
8	<i>Percepção Auditiva e Compressão de Áudio</i>	26	38
9	<i>Sistemas de Transmissão para TV Digital</i>	42	64
10	<i>Distribuição de TV a Cabo</i>	24	33
	<i>Total:</i>	246	328

Apresentações Powerpoint

	Título	Slides
1	<i>Introdução, Histórico da Tecnologia</i>	112
2	<i>Elementos de Fotometria</i>	70
3	<i>Percepção Visual Humana</i>	105
4	<i>Amostragem Espacial e Temporal: Varredura</i>	121
5	<i>Colorimetria e TV a Cores</i>	63
6	<i>Formatos de Vídeo Digital</i>	139
7	<i>Compressão de Imagens: Padrão JPEG</i>	66
8	<i>Compressão de Imagens em Movimento: MPEG-1</i>	58
9	<i>Padrão MPEG-2</i>	45
10	<i>Padrão H.264</i>	70
11	<i>Padrão Dirac</i>	18
12	<i>Percepção Auditiva</i>	67

Apresentações Powerpoint

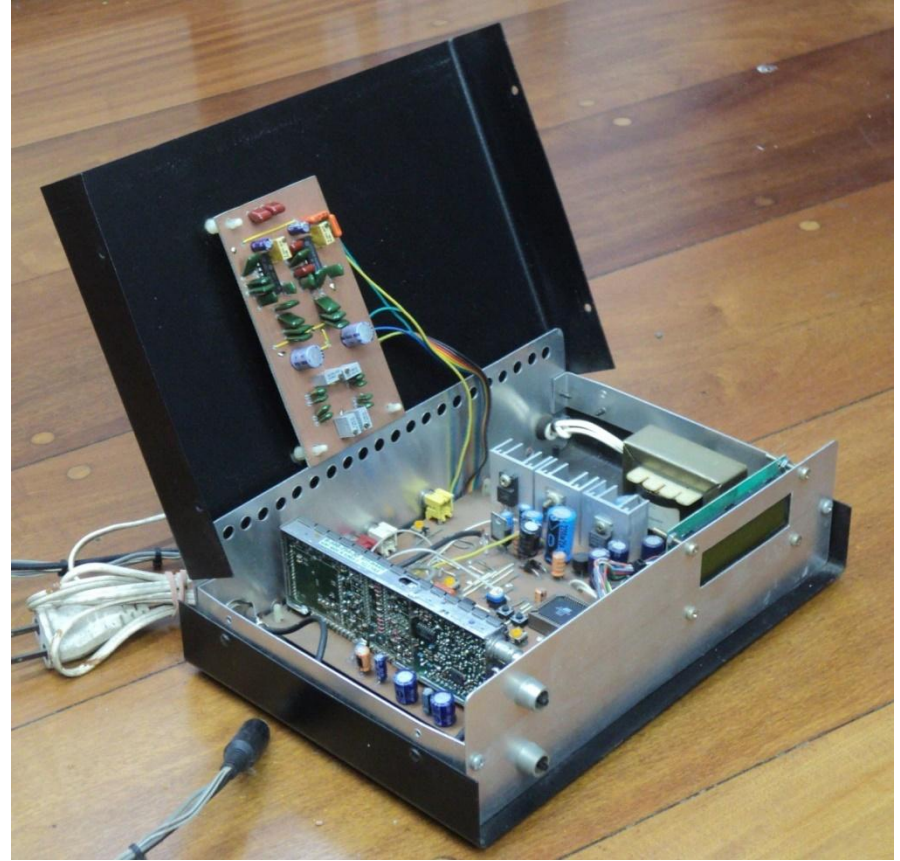
	Título	Slides
13	<i>Demonstrações Auditivas</i>	38
13	<i>Compressão de Áudio – MPEG-1</i>	52
14	<i>Compressão de áudio AAC</i>	46
15	<i>Rádiodifusão de TV</i>	61
16	<i>Sistemas de Transmissão de TV Digital</i>	144
17	<i>Transmissão de TV a Cabo</i>	97
	<i>Total:</i>	1372
E-1	<i>Demonstração MPEG-1</i>	22
E-2	<i>Displays para TV</i>	80
E-3	<i>Avaliação MP3 - AAC</i>	17
E-4	<i>Compressão de Áudio tempo-Frequência</i>	21
	<i>Total Extras:</i>	140

Demonstrações Práticas

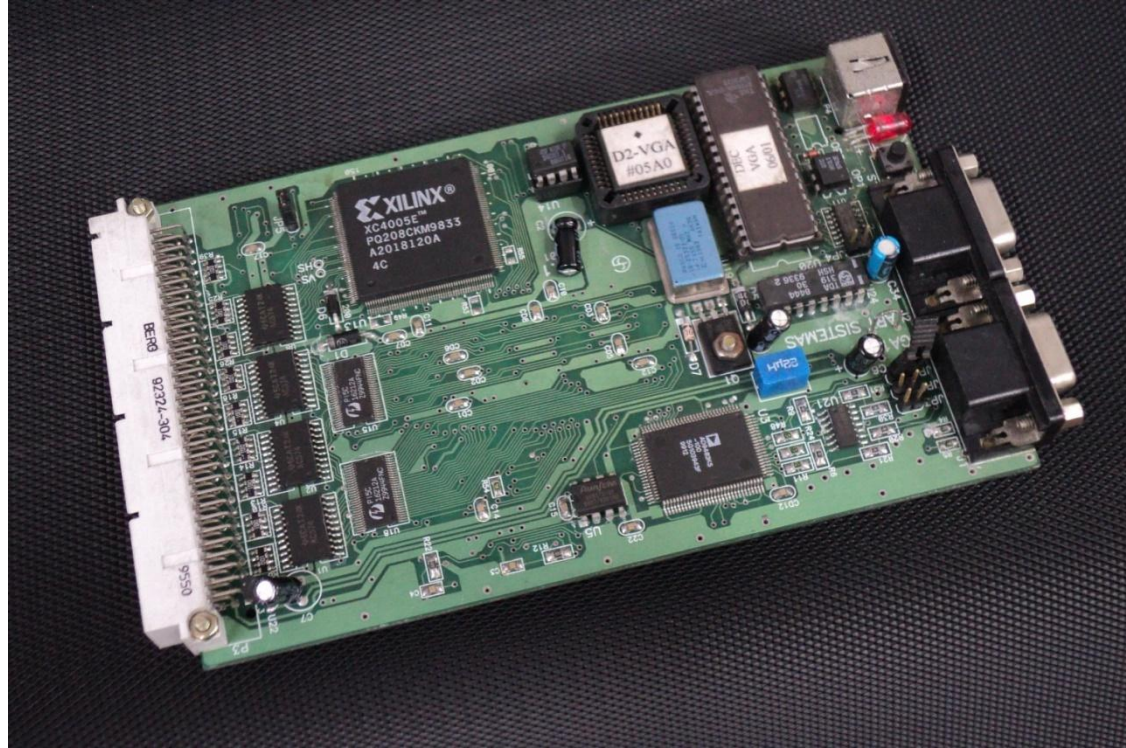
- **Percepção Visual:** Ponto Cego, Acuidade Visual, Cintilação
- **TV Analógica:** Formas de Onda, Sinais de teste, Ruído, Distorções, Interferências
- **Compressão de Vídeo:** Efeitos de erros de transmissão
- **Percepção Auditiva:** Demonstrações Auditivas
- **Compressão de Áudio:** Comparações Auditivas entre MP3 e AAC
- **Transmissão Digital:** Recepção de TV digital, Constelações, Resposta de Canal

Dispositivo p/ Inserção de Programação Local em IRD (1999)

- Protótipo de receptor VHF / UHF para inserção de programas ou publicidades locais no sinal recebido via satélite
- Circuito de chaveamento com sincronização e “fade-out / fade-in”
- Comando remoto por sinal FSK superposto ao áudio do IRD
- Cliente: SBT / DirecTV



Videowall VGA (2000)



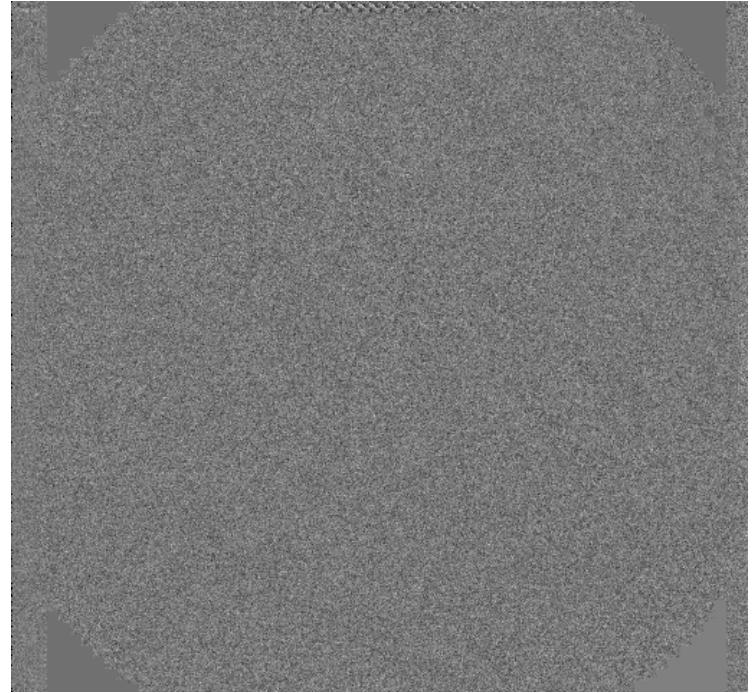
FPGA's Xilinx (série 4000), SGRAM, A/D 40 MHz RGB

- “Processos de Compressão de Dados Aplicados a Imagens Médicas” (EPUSP)
 - Orientador: Dr. Geraldo Lino de Campos
 - Implementação de CODEC similar a MPEG-1, em software, com recursos específicos para cineangiografia e aplicações similares
 - Algoritmo de busca hierárquica
 - Compensação de movimento insensível a variações temporais de luminância

Dissertação de Mestrado (2000)



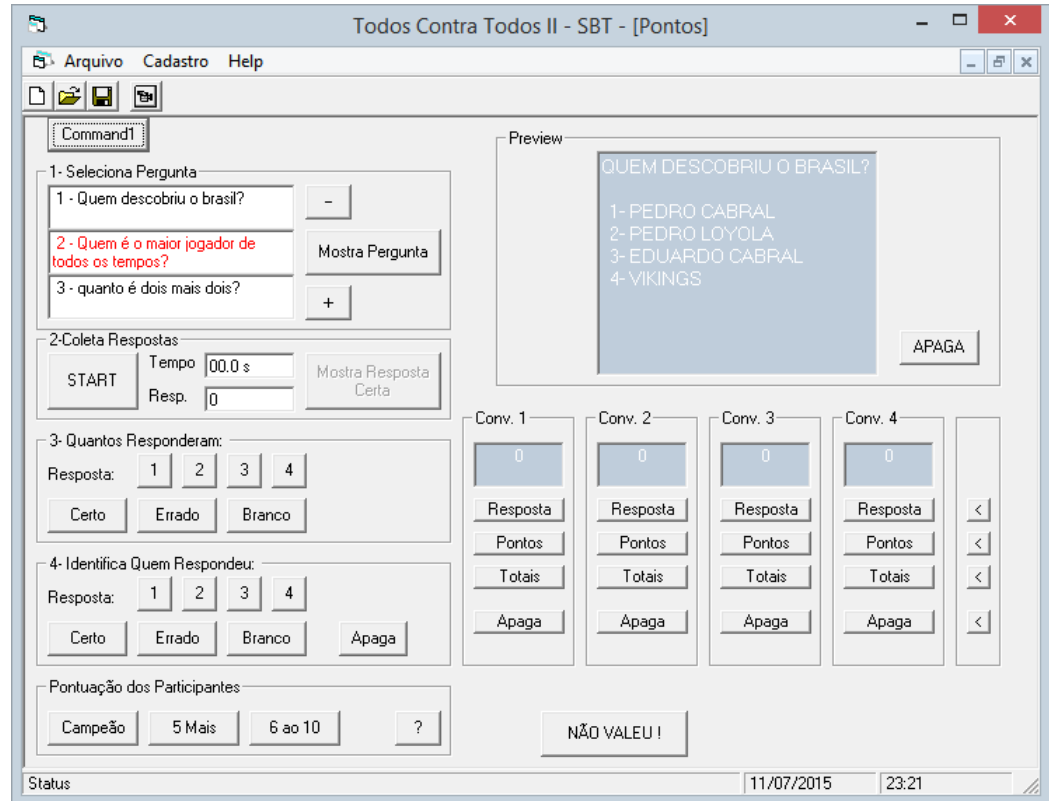
Fotograma original



Erro de reconstrução
(contraste ampliado 4x)

Software: Controle de Pontuação (2002)

- Programa “Todos Contra Todos” (SBT)
- Cadastro de perguntas, respostas, convidados e público
- Interface serial com botoeiras para público e convidados
- Codificado em VB6



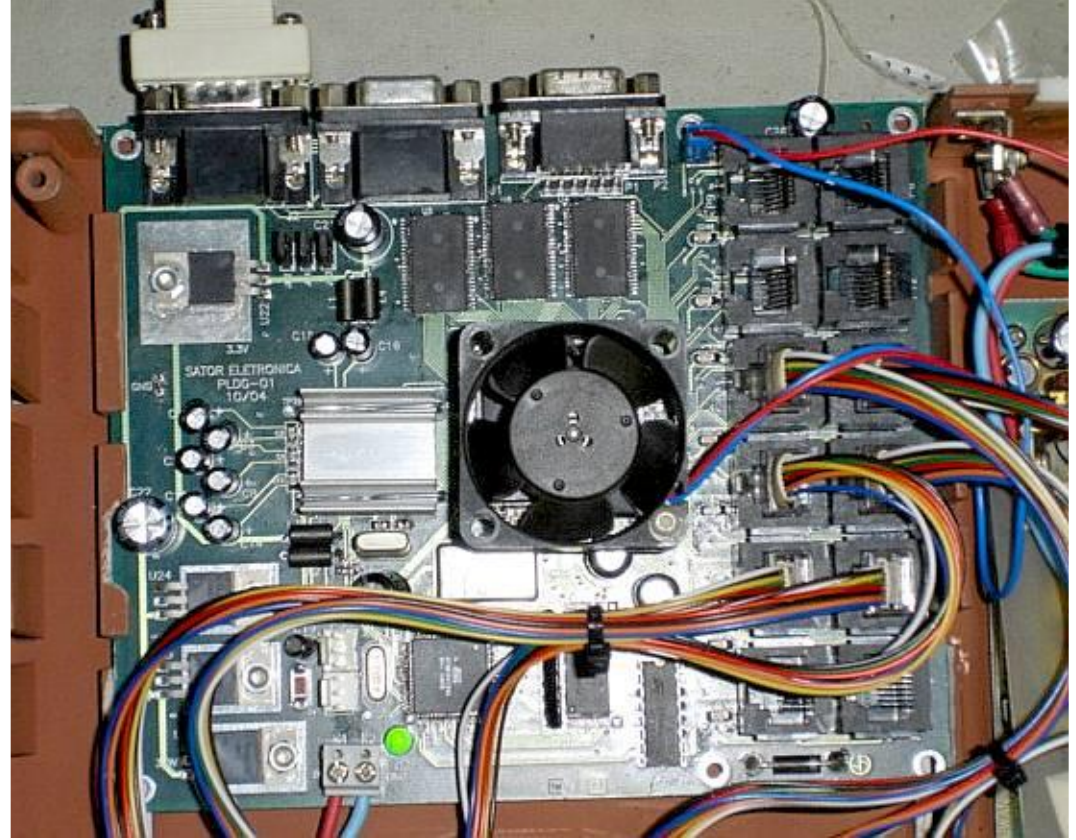
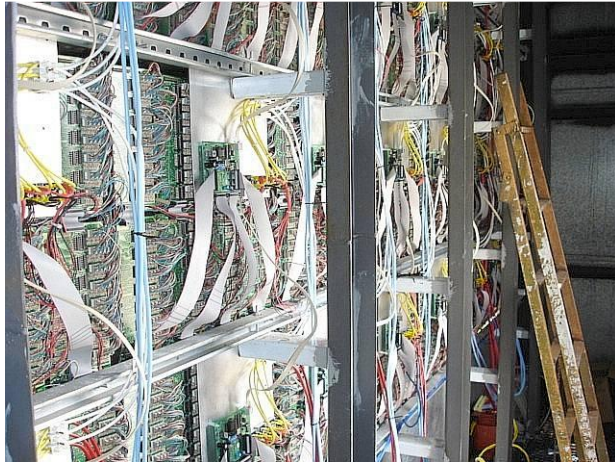
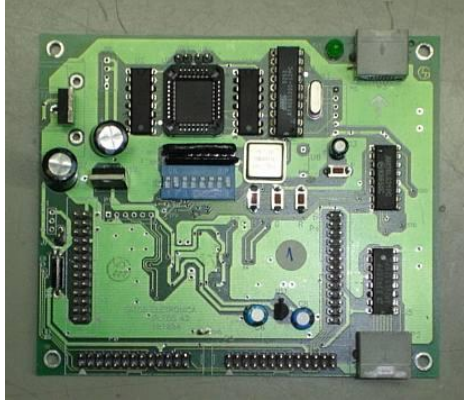
Modulador OFDM / DVB-T (2003)



Modulador OFDM / DVB-T (2003)

- Protótipo de Modulador COFDM em banda base, compatível com sistema DVB-T (8k)
- Baseado em FPGA Virtex XC2V1000 e conversores D/A 14 bits / 100 MHz
- Projeto de formatura orientado em 2003
 - Alunos:
 - Denis Orsi
 - Rogério Borin
 - Leonardo Jimbo

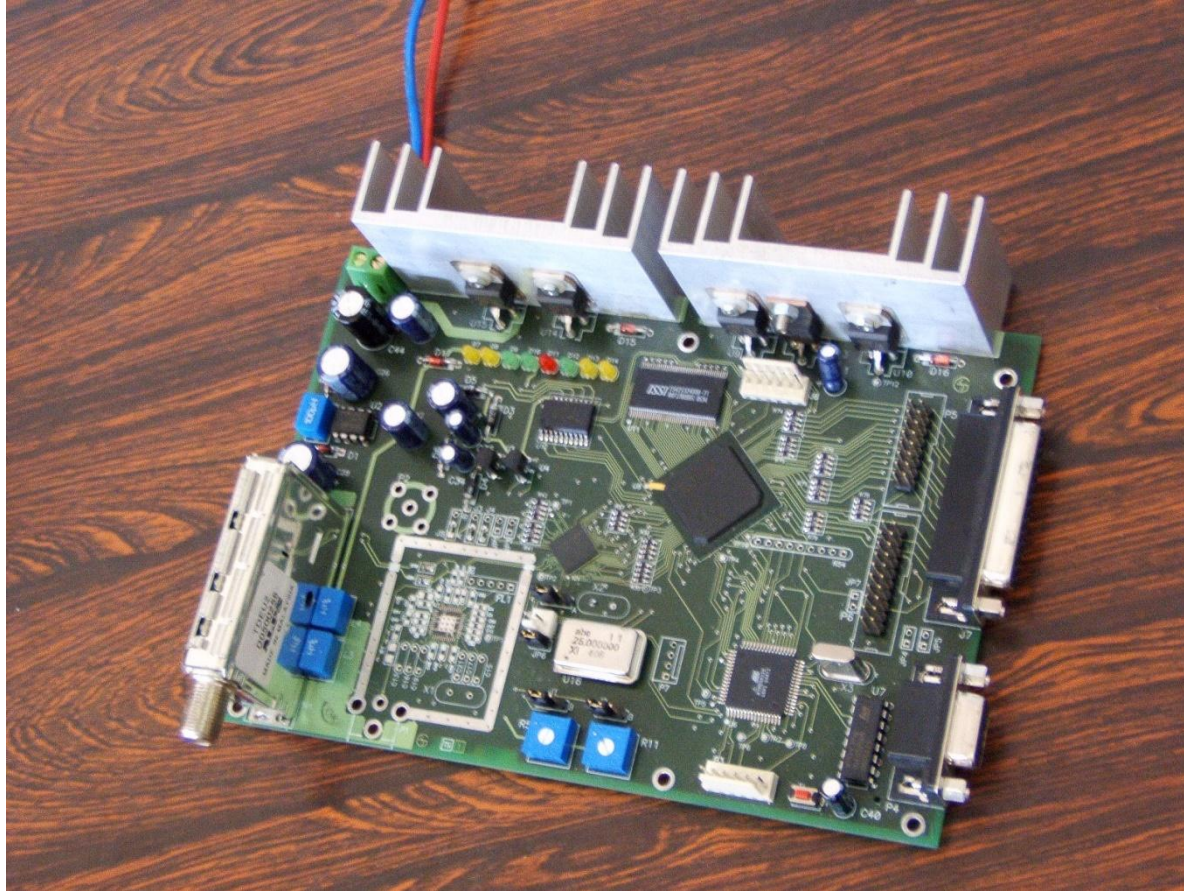
Controlador para Painel de LED's (2004)



Controlador para Painel de LED's (2004)

- FPGA Xilinx Spartan 3
- Conversor A/D RGB 80 MHz, SVGA
- Comunicação com painéis via cabo UTP
- Controladores distribuídos com FPGA Spartan 2

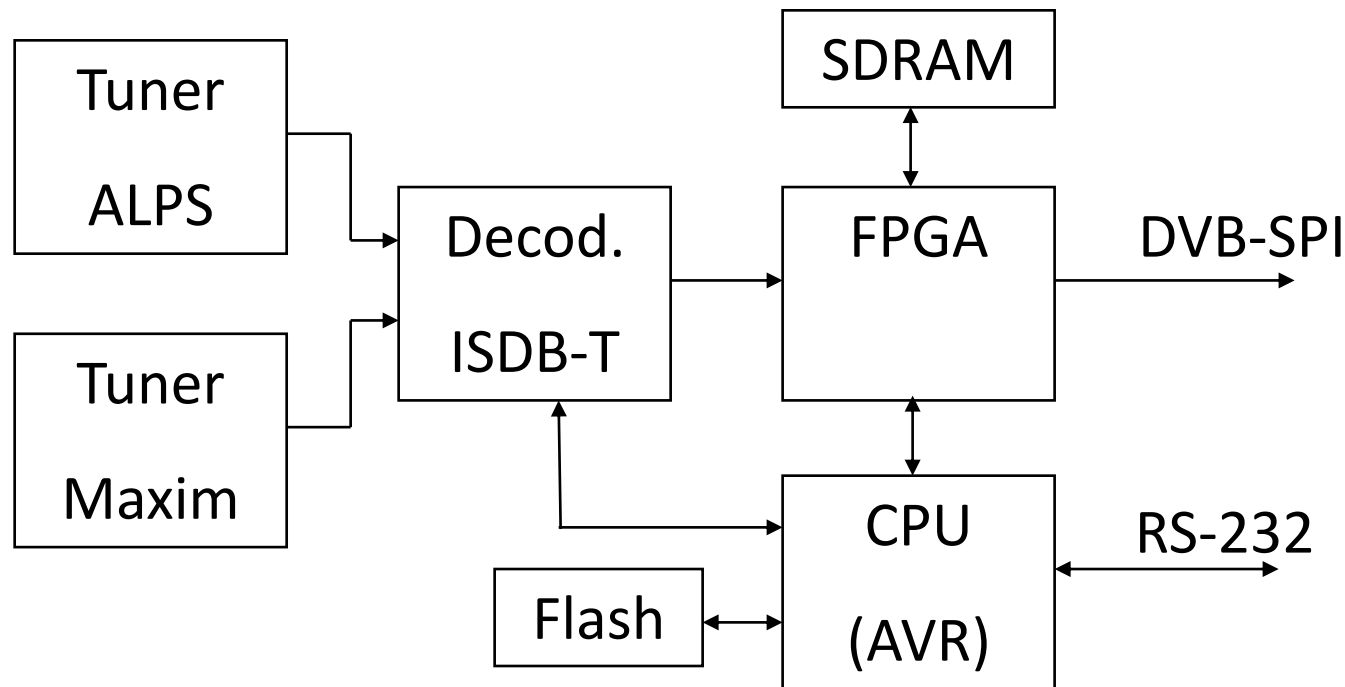
Front-End para Sistema Brasileiro de TV Digital (2005)



Front-End para Sistema Brasileiro de TV Digital (2005)

- Receptor para demonstração e desenvolvimento – Projeto DMMBT
- Convênio FINEP 0.1.05.0080.00 ref. 2034/04 (Mackenzie / LCS-EPUSP)
- Tuner Alps (Saída F.I.)
- Silicon Tuner Maxim (MAX3551)
- Decodificador ISDB-T Toshiba (TC90507)
- FPGA (XC3S1500) e SDRAM para pós-processamento
- Saída DVB-SPI

Front-End para Sistema Brasileiro de TV Digital (2005)



Receptor p/ Análise de Veiculação de Programas (Media DNA – 2006)



Receptores para 8 canais
de TV ou 8 emissoras
AM/FM

Circuito com DSP para
processamento do sinal de
áudio e extração de
assinaturas espectrais

Interface Ethernet para I/O

Instalados em mais de 100
localidades pelo IBOPE

Modulador para Sistema Brasileiro de TV Digital (2006)

- Implementação de modulador ISDB-T em placa de desenvolvimento Xilinx ML-402 (Virtex 4, XC4VSX35)
 - Saída F.I. (TxDAC AD9874)
 - Pré-equalização de ganho e fase de cada portadora
- Implementação em plataformas Xilinx Spartan3-DSP (2009), Spartan6-LX (2011) e Artix7 (2015)

Paper: “Fourier Transform Time Interleaving in OFDM Modulation” (2006)

- Apresentado no ISSSTA' 06 (*International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications – Manaus, 08/2006*)
- Um novo método de intercalamento temporal / frequencial, baseado em Transformada Discreta de Fourier
- Melhores resultados para ruído impulsivo e interferências de banda estreita

Paper: “Fourier Transform Time Interleaving in OFDM Modulation” (2006)

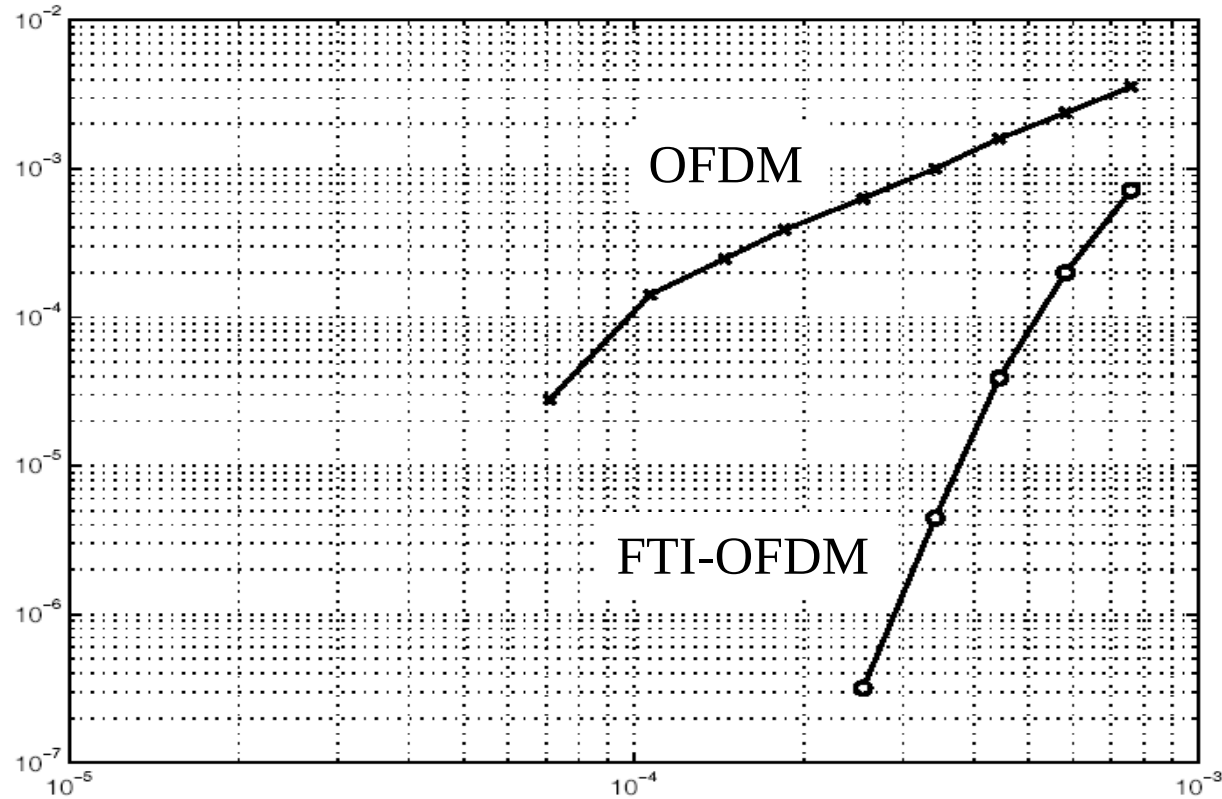


Fig. 8 – Random Impulsive Noise

Paper: “Fourier Transform Time Interleaving in OFDM Modulation” (2006)

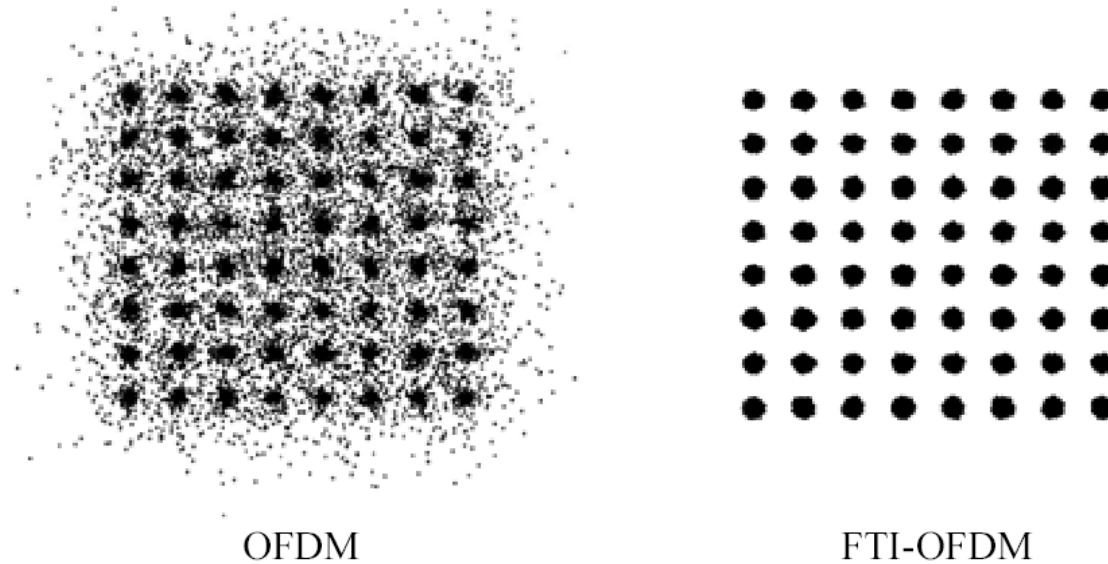


Fig. 10 – QAM Constellation With Narrowband Noise at the Receiver

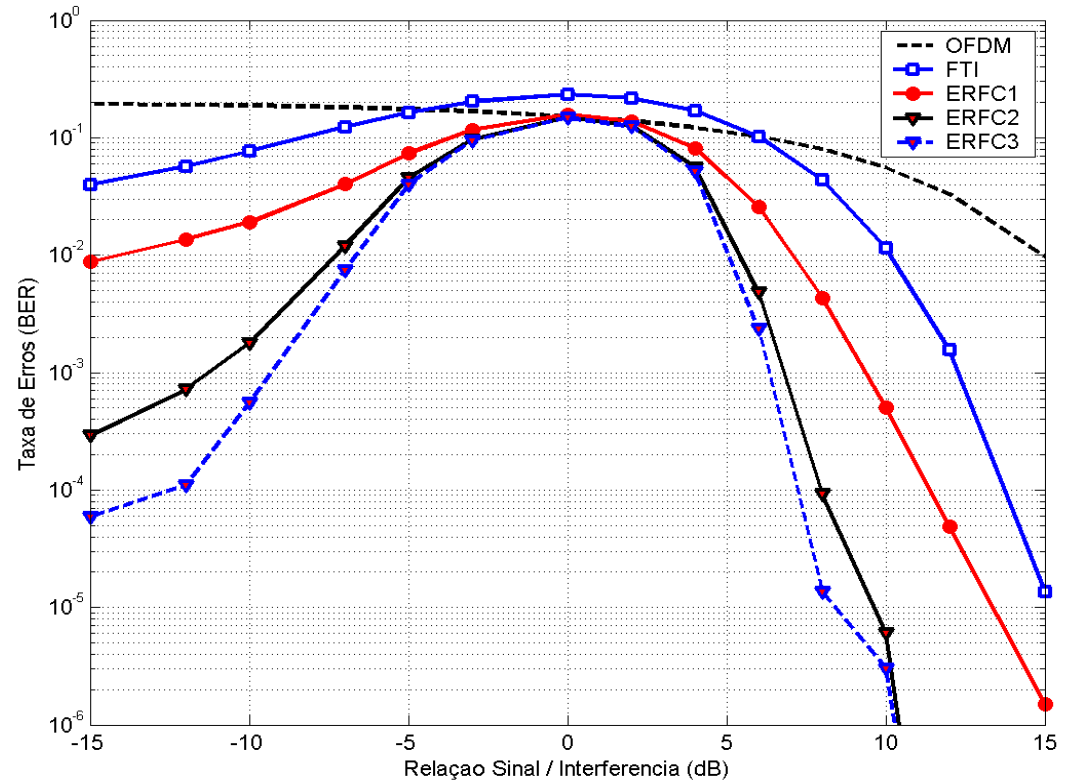
Desempenho: Interferências Simultâneas

Ruído impulsivo aditivo de banda larga em “bursts” aleatórios (duração total: 10% do tempo total)

2 Sinais interferentes de banda estreita (5% da banda cada um)

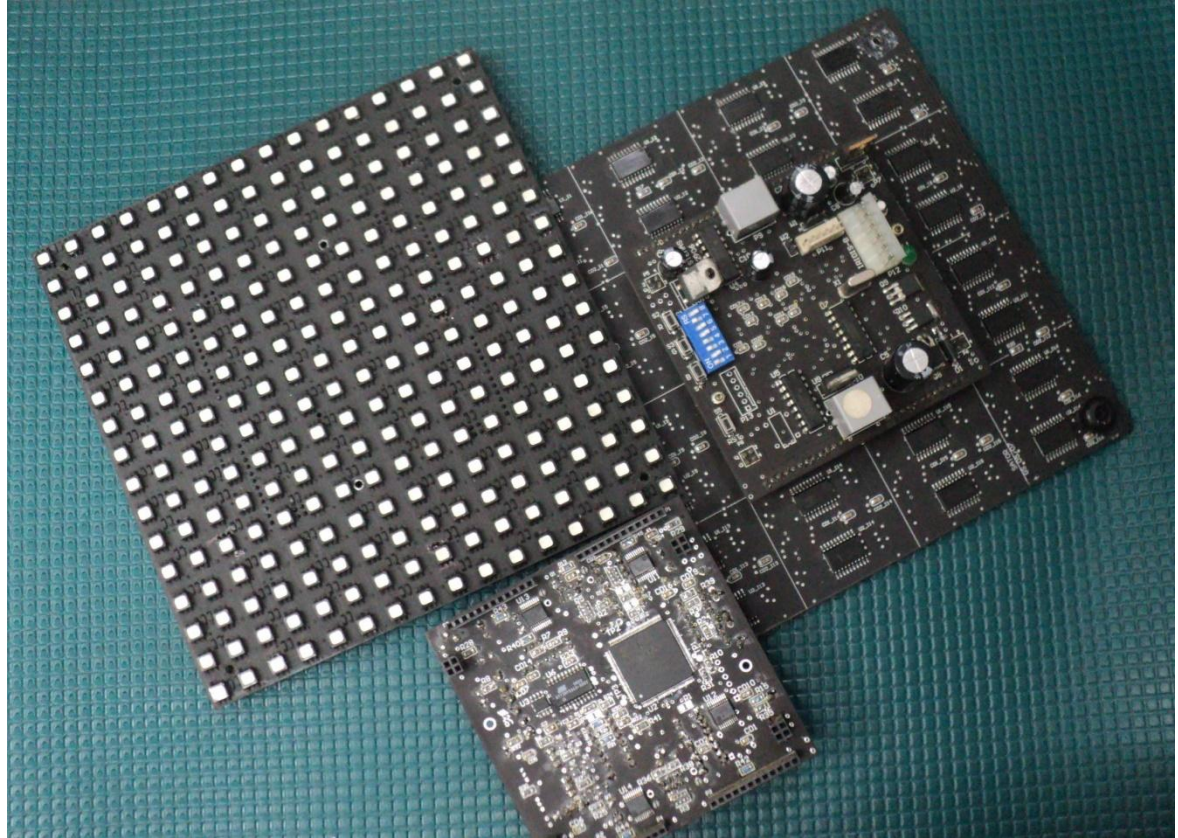
Ruído gaussiano com -18 dB

Sinais de banda larga e banda estreita com potências iguais



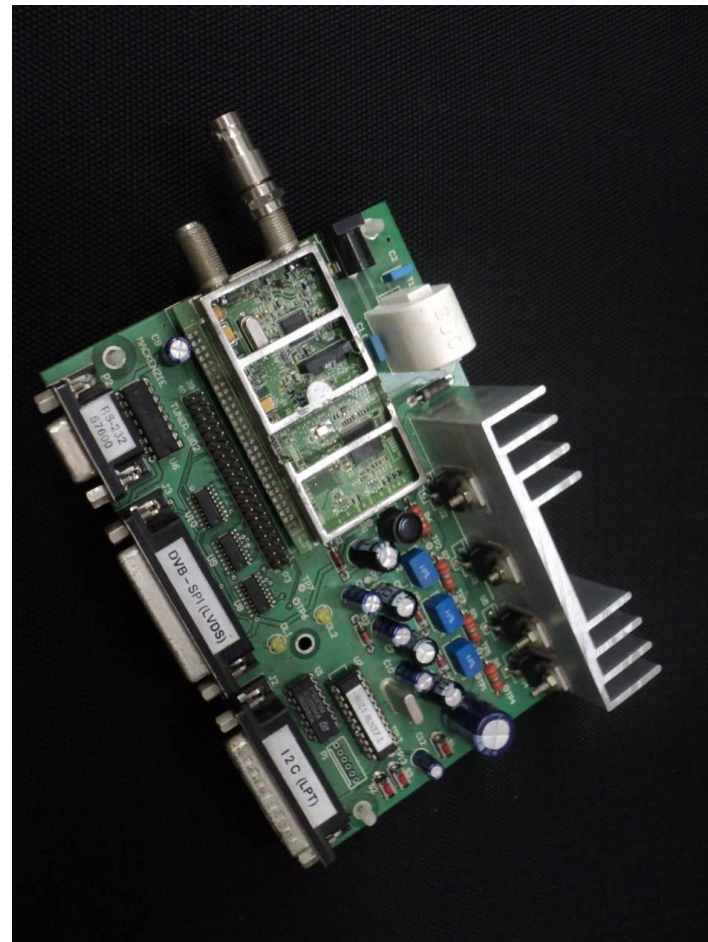
Painel de LEDs “Indoor” – Passo 11 mm (2007)

- LEDs Nichia RGB
- Comunicação serial LVDS
- Taxa de “refresh” de 300 Hz
- FPGA Spartan 3
- Cliente: Art Sistemas / MTV



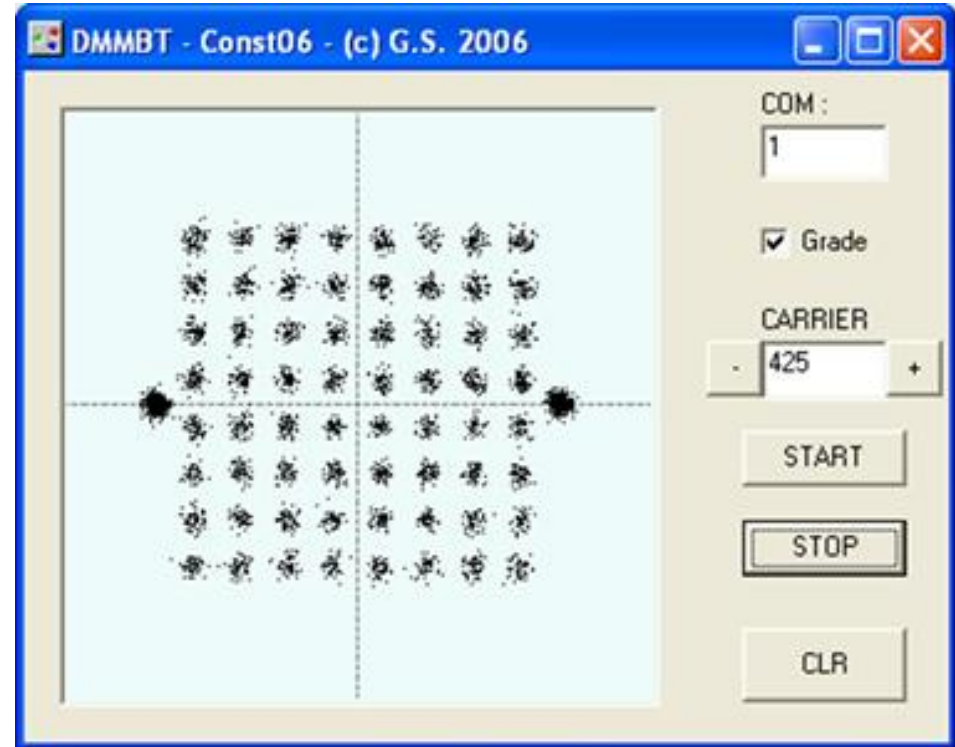
Sintonizador de TV Digital para Pesquisa (2007)

- Sintonizador Zinwell com Silicon Tuner Microtune (baseado em projeto conjunto com o Mackenzie)
- Microcontrolador para comunicação e supervisão (sintonia, monitoração de constelações, taxa de erros etc.)
- Interface LVDS para saída de Transport Stream
- Software de controle e monitoração em VB6
- Distribuído pelo Mackenzie para os grupos de pesquisa em TV Digital (Projeto FINEP)

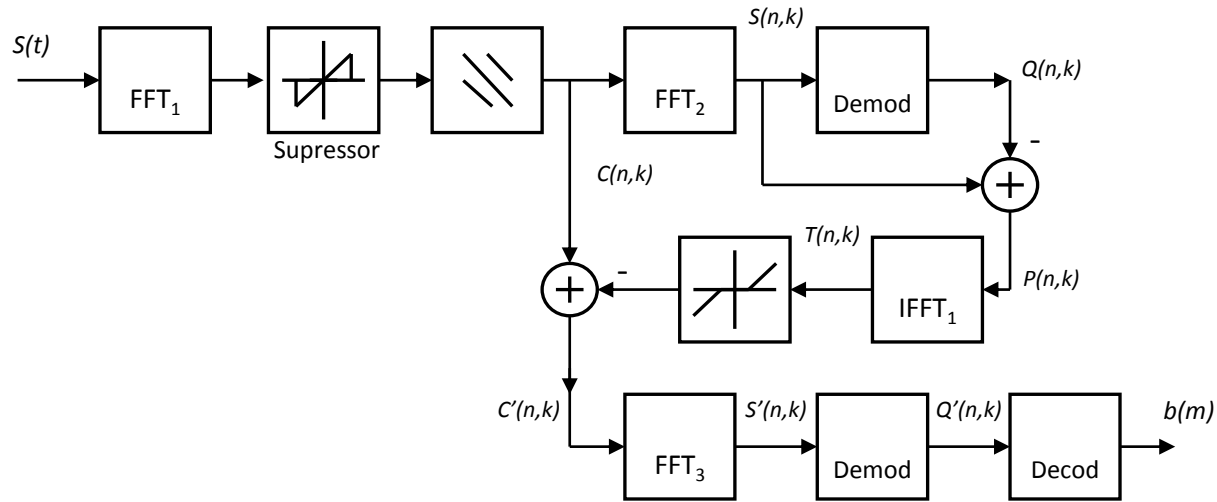


Sintonizador de TV Digital para Pesquisa (2007)

- Software de controle e monitoração permite sintonizar canais, exibir constelações e resposta em frequência do canal de recepção.



Tese de Doutorado: Intercalamento Temporal por Transformada de Fourier (2008)



Demodulação de FTI-OFDM com “Decision Error Feedback”

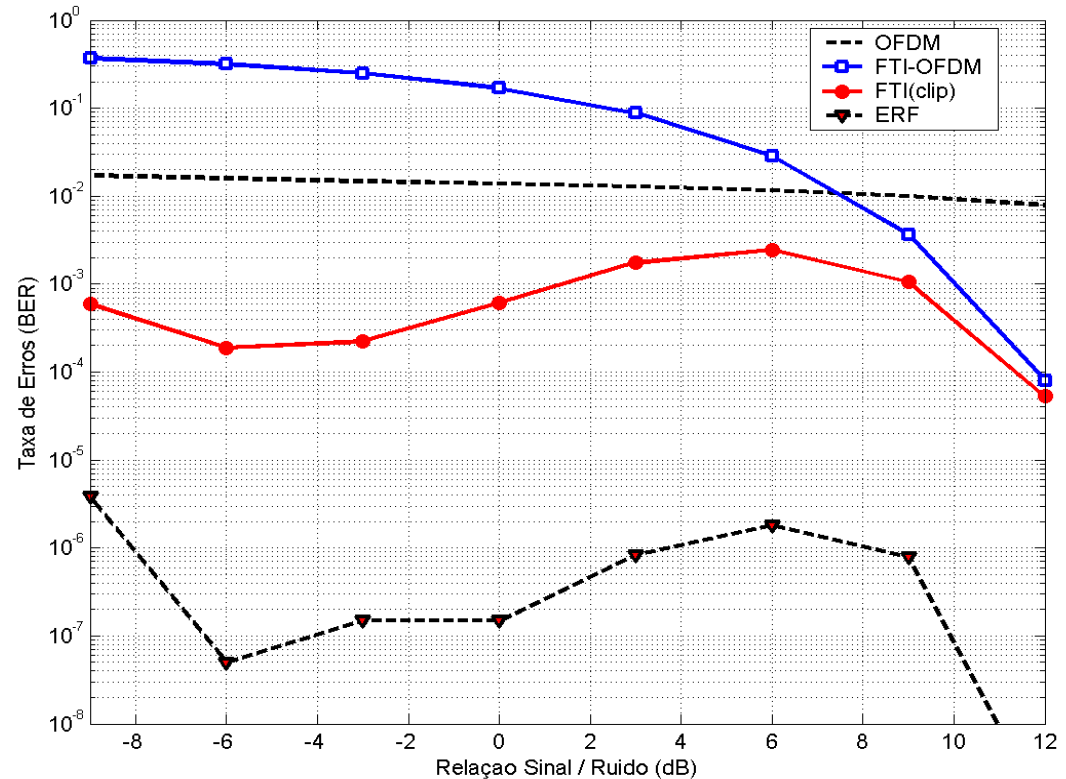
Desempenho da Realimentação de Erro (*Error Feedback*)

a) OFDM sujeito a Ruído de Banda Estreita (3% da banda)

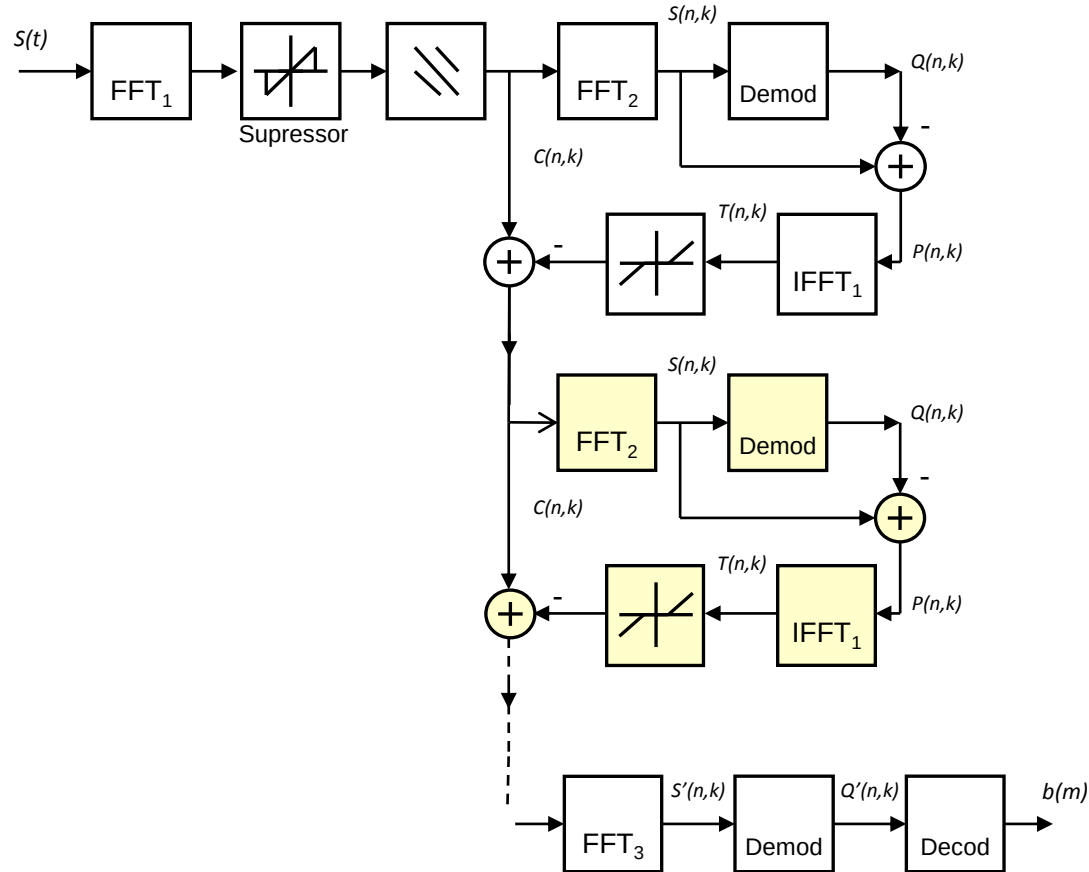
b) FTI-OFDM Convencional

c) FTI-OFDM com Supressão de Amplitude

d) FTI-OFDM com Realimentação de Erro (*"Error Feedback"*)

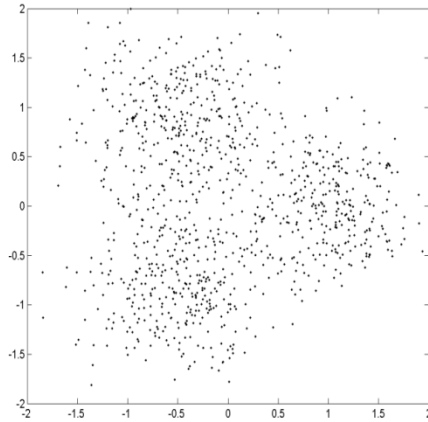


Demodulador com Realimentação de Erro Iterativa

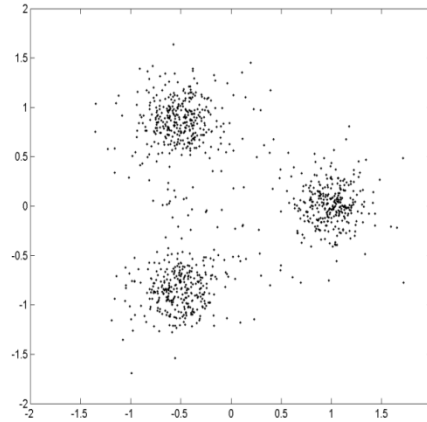


Iterações da Realimentação de Erro

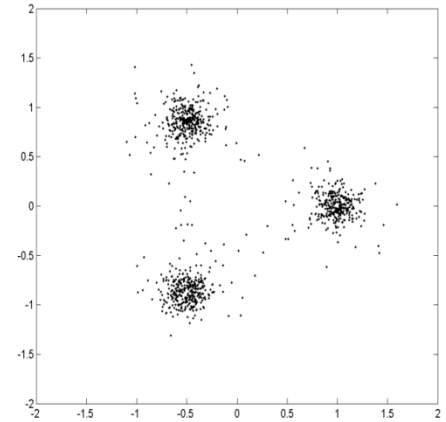
Constelação Demodulada (Ruído Impulsivo, duração 20%:



FTI -OFDM

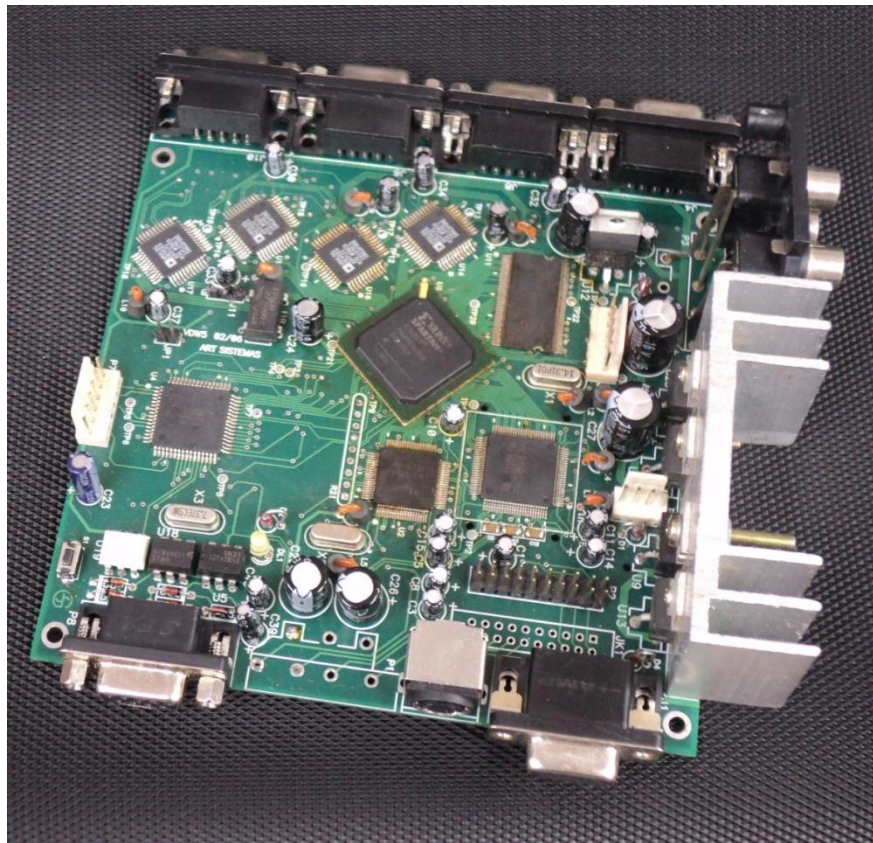


1ª. Iteração da
Realimentação de
Erro



2ª. Iteração

Videowall 5 (2009)

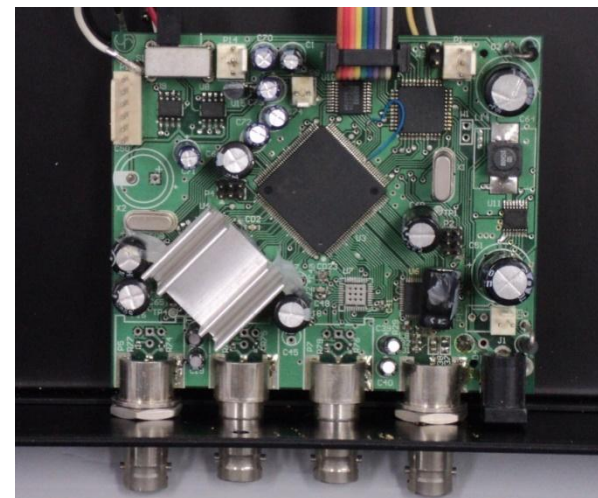


- Módulos de expansão para 4 monitores, interligáveis em cascata
- Saídas RGB, Vídeo Composto PAL-M ou Componentes
- Entrada VGA, PAL-M ou S-VHS
- FPGA Spartan 3, A/D e encoders Analog Devices
- Cliente: Art Sistemas

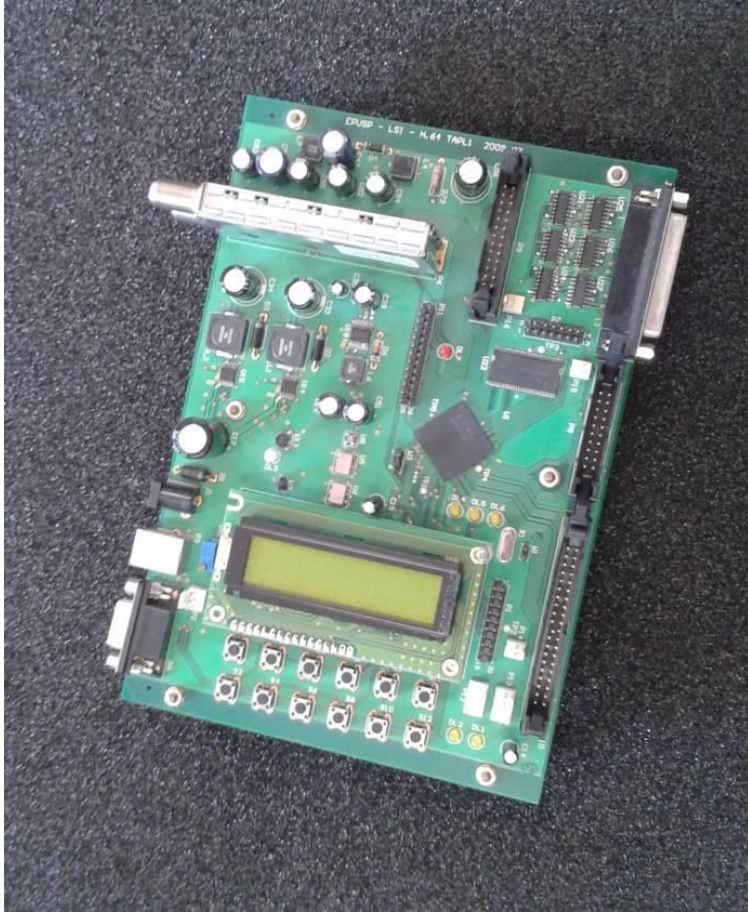
Vortexion – Processador de Vídeo HD (2009)



- Conversor A/D, entradas em Componentes + Áudio, com saída HD-SDI (1,5 Gbps)
- Processamento digital em componentes com controles de brilho, saturação, tonalidade de cor, contraste e Gamma
- Gerador de barras HD padrão ARIB e formatação do áudio digital no retraço horizontal (SMPTE 299)
- FPGA Spartan 3, SER/DES National, ADC Analog Devices

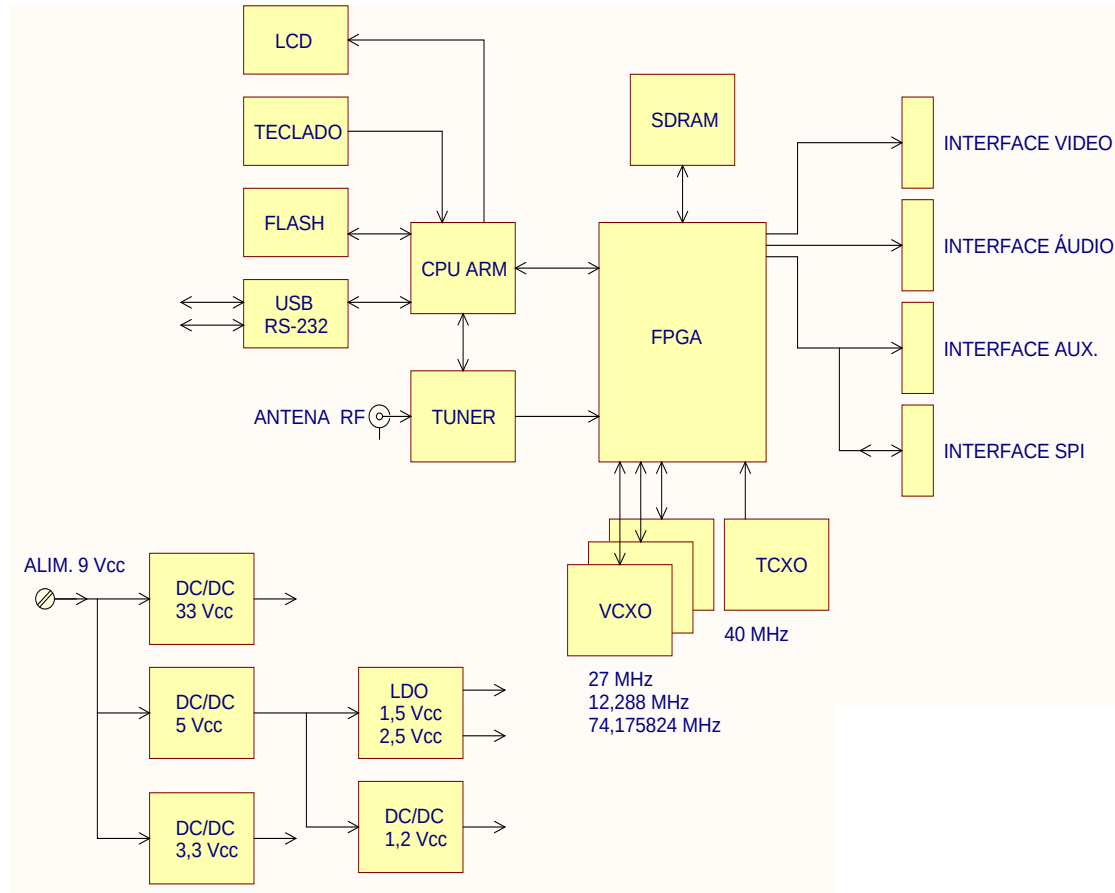


Projeto H.264: Receptor e Demultiplexador para Terminal de Acesso (2010)



- Projeto: Rede H.264 – Terminal de Acesso (EPUSP / LSI / UFRG / Unicamp)
- Receptor de TV Digital com decodificador de Tabelas ISDB-T, demultiplexador de pacotes e interfaces para decodificadores de Áudio e Vídeo
- Desenvolvimento de Hardware, firmware ARM e extrator de pacotes TS em VHDL
- FPGA Spartan3, microcontrolador ARM7
- Único desenvolvimento de Hardware do projeto

Projeto H.264: Receptor e Demultiplexador para Terminal de Acesso (2010)



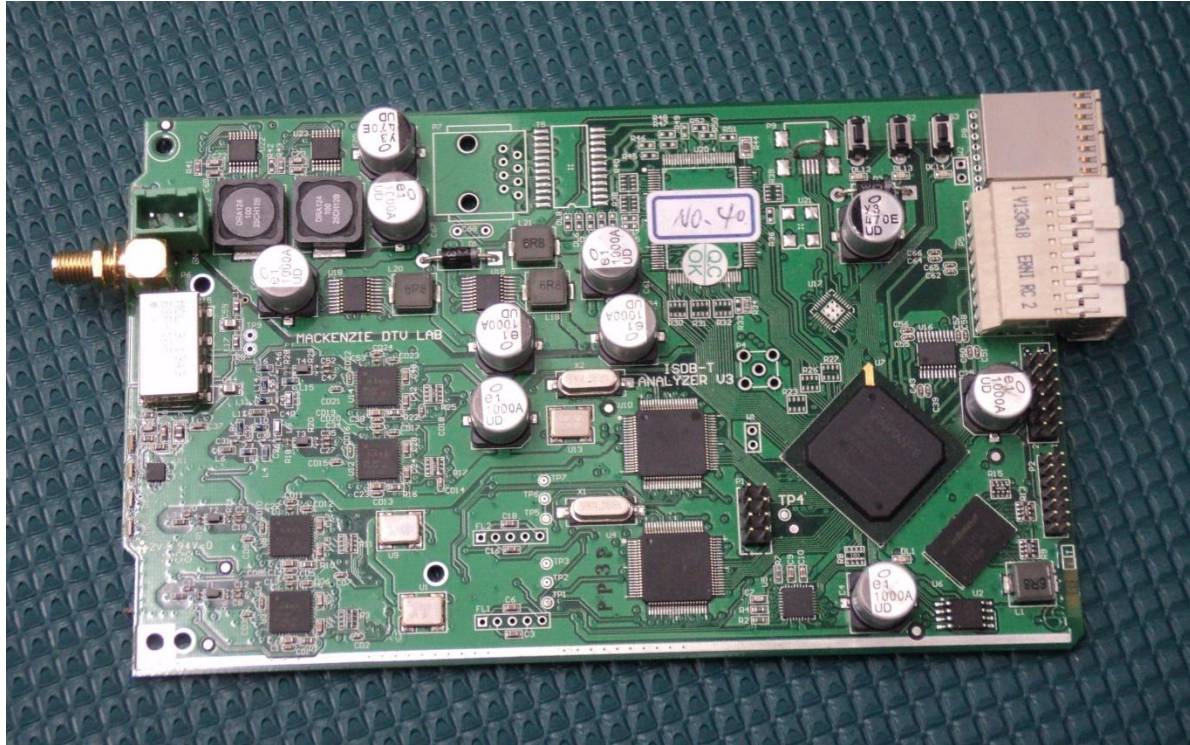
Sintonizador de TV Digital com Diversidade (2011)



Sintonizador de TV Digital com Diversidade (2011)

- Receptor com diversidade espacial para aplicações móveis (recepção de TV em ônibus)
- Desenvolvido no Laboratório de TV Digital – Mackenzie
- 4 canais com “Silcon Tuner” Microtune
- Demodulador Toshiba TC90504
- Microcontrolador para sintonia autônoma

Receptor de TV Digital / Analógica para Supervisão (2014)



Receptor de TV Digital / Analógica para Supervisão (2014)

- Receptor para 4 canais digitais e 2 canais analógicos
- Uso em supervisão de transmissão de TV (Anatel)
- Desenvolvido no Laboratório de TV Digital – Mackenzie
- FPGA Spartan 6, interface PXI-e
- Sintonizadores digitais MaxLinear
- Demoduladores analógicos NXP + Texas
- Demodulação digital do áudio e SAP
- Cliente: National Instruments - Brasil

Paper: “Adaptive Gap Filler For Digital Terrestrial Television” (2014)

- “Gap Filler” adaptativo que mantém dinamicamente as relações de proteção com os canais adjacentes, usando técnicas cognitivas
- Autores:
 - Chrystianne Rocha (* Mackenzie)
 - Cristiano Akamine (*)
 - Gunnar Bedicks Junior (*)
 - Edson Lemos Horta (*)
 - Guido Stolfi
- Publicado em: IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), Beijing, 2014. V. MM14. p. 1-6.

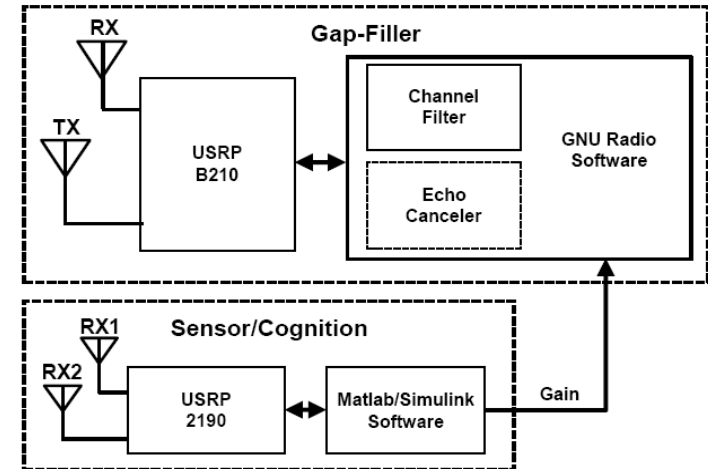


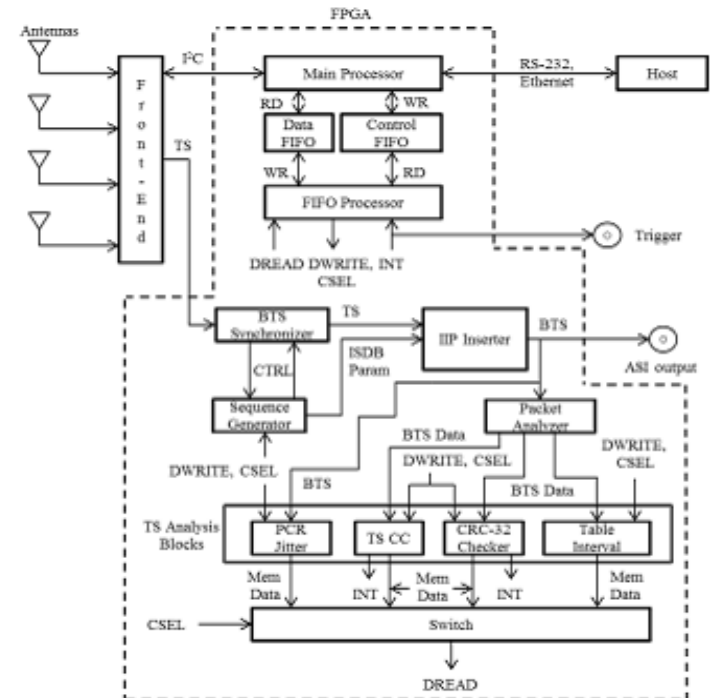
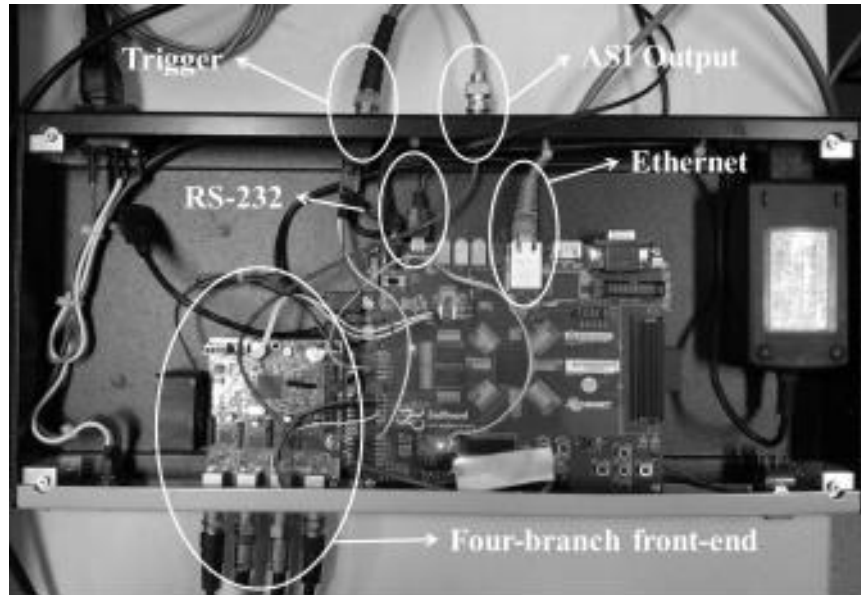
Fig. 2. Adaptive gap filler operation.

Paper: “Transport Stream Analysis of a ISDB-T Signal Using an Embedded and Reconfigurable System” (2014)

- Equipamento com FPGA e recepção por diversidade para análise e monitoração de parâmetros de transmissão ISDB-Tb
- Autores:
 - Gustavo de Melo Valeira (* Mackenzie)
 - Gunnar Bedicks Jr (*)
 - Cristiano Akamine (*)
 - Edson Lemos Horta (*)
 - Guido Stolfi
- Publicado em: IEEE Transactions on Broadcasting, 2015, V. 61, No.1, pp. 30 - 38, DOI: 10.1109/TBC.2014.2380971

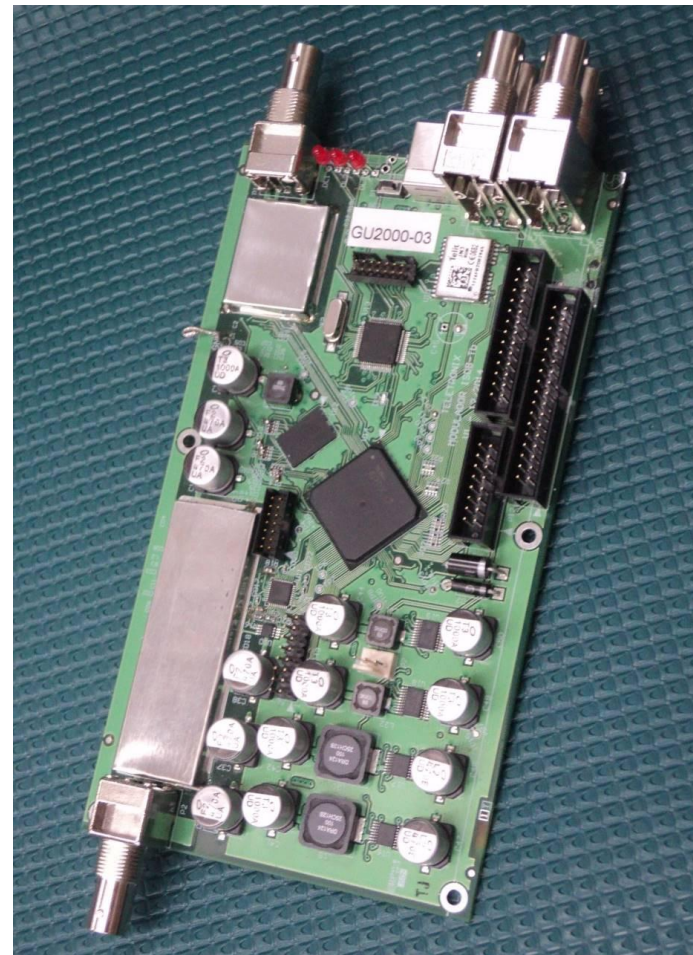
Paper: “Transport Stream Analysis of a ISDB-T Signal Using an Embedded and Reconfigurable System” (2014)

- FPGA Zynq, receptor com Silcon Tuners Microtune e demodulador Toshiba



Modulador + Excitador VHF / UHF (2015)

- Modulador ISDB-Tb com saída em RF (VHF-UHF)
- Desenvolvimento do Hardware e do modulador em VHDL para FPGA Artix7
- Remultiplexador incorporado
- Receptor VHF/UHF com Silicon Tuner MaxLinear para uso em retransmissores
- Receptor GPS para sincronismo em SFN (Single Frequency Network)
- Entrada e saída ASI para TS / BTS
- Entradas para receptor de satélite e decodificador IP
- Desenvolvido no Laboratório de TV Digital – Mackenzie
- Cliente: Teletronix



Interface Receptora para Supervisão (2016)



- Placa de Expansão para PC com 8 sintonizadores de TV Digital
- Desenvolvimento do Hardware para FPGA Spartan 6
- Interface PCI-Express para gravação dos *Transport Strams*
- Filtro contra FM e LTE com LNA incorporado
- Cliente: RNP / Ancine (Projeto TV2-Ipê)

Cursos e Palestras sobre TV Digital

- Modulação digital, B-MAC (TV Globo, 1990-91)
- MPEG e Transmissão Digital (Gradiente, 1996)
- Introdução à Televisão Digital (Brasil Link'97)
- Transmissão Digital (TVA, 1997)
- Princípios de Televisão Digital (curso de graduação - EPUSP, desde 1997)
- Televisão Digital e HDTV (Telexpo, 2002)
- “Princípios de Televisão Digital” (Livro a ser editado)
- “Digitalização de Áudio e Vídeo” (curso de pós-graduação - Instituto Mackenzie, 2007-2008)
- HDTV – TV de Alta Definição”: aulas para a disciplina “Práticas de Eletrônica” (PSI2222, EPUSP, 2003-2008)

Reportagens

- “*O performático Videowall chega ao Brasil e atrai o público da UD*” (Folha de São Paulo, 29/04/1987, p. B-6)
- “*O paredão de vídeos: um escândalo!*” (Revista Ele/Ela No. 219, 09/1987, p. 73)
- “*Micro controla telão de jogos da Copa*” (Folha de São Paulo, 08/06/1994 – p. 6-11)
- “*O ‘Da Vinci’ digital*” (Revista Video Zoom Magazine, No. 95, 2007, p. 60-61)