

Guido Stolfi – 2019

Introdução

- Criado em 1997 como curso optativo
- 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
- Motivação:
 - Capacitar engenheiros para atuação na área de TV
 - Estado da arte na aplicação de teorias de telecomunicações
 - Digitalização demanda novo paradigma de conhecimento

| Aula | Tema |
|------|---|
| 1 | Apresentação da disciplina; perspectivas para a evolução da TV Digital; aspectos da produção e operação de uma emissora de TV; Histórico e evolução tecnológica. |
| 2 | Elementos de Fotometria: fontes e detectores de luz; grandezas fotométricas, funções de luminância; |
| 3 | Elementos de Percepção Visual: fisiologia do olho humano, impulsos nervosos, resolução angular e temporal, adaptação à luminosidade; linearidade e correção gama; |
| 4 | Acuidade visual, percepção de movimento, cintilação, processos de percepção de distância, ilusões de percepção visual. |

| Aula | Tema |
|------|--|
| 5 | Representação de Imagens em Movimento: amostragem temporal e espacial; requisitos de resolução visual; Função de Transferência de Contraste; ocupação de banda passante para transmissão. |
| 6 | Fundamentos da Transmissão de TV: sincronismo, entrelaçamento, correção gama, vídeo composto; modulação VSB e ocupação espectral; visibilidade de artefatos da amostragem; TV de Alta Definição (HDTV) e outros padrões. |
| 7 | Fundamentos de Colorimetria: teorias da percepção e reprodução cromática; funções de cromaticidade RGB e XYZ; reprodução tricromática aditiva na TV. |
| 8 | Componentes RGB / YUV; Processos de modulação de TV a cores com compatibilidade espectral: Sistemas NTSC, PAL (-M) e SECAM; intercalamento espectral. |

| Aula | Tema |
|------|---|
| 9 | Câmeras e Sensores de Imagens |
| 10 | Dispositivos de visualização: Cinescópio, LCD, projetores, Plasma, OLED, SED, micro-espelhos. |
| 11 | Sinais de teste para medidas de qualidade em sistemas de TV; demonstração de visibilidade de interferências e degradações na transmissão de sinais de vídeo. |
| 12 | Critérios e padrões de digitalização de vídeo; formatos CCIR601, SMPTE 274M, DVI, HDMI e SDI; transformações geométricas e transcrição de formatos; justificativas para compressão de dados |
| 13 | Compressão de Imagens pelo Padrão JPEG: Transformada Discreta de Cossenos, quantização, codificação RLE, codificação Huffman. |

| Aula | Tema |
|------|--|
| 14 | Outros processos de compressão de imagens: transformada de Hadamard, Walsh e Karhunen-Loève; Exemplos de visibilidade de artefatos da compressão; JPEG-2000. |
| 15 | Compressão de imagens em movimento: codificação por preditor; arquitetura do codificador MPEG-1; compensação de movimento, estruturas de macroblocos. |
| 16 | Hierarquia de dados e sintaxe do fluxo de transmissão MPEG-1; análise aprofundada do protocolo de codificação; qualidade de imagem x erros de transmissão. |
| 17 | Fluxo de Transporte; Padrões MPEG-2, Dirac, H.264 e HEVC; Multiplexação estatística em sistemas MCPC; "Broadcast Transport Stream"; Tabelas ISDB-T |
| 18 | Transmissão por Redes IP |

| Aula | Tema |
|------|--|
| 19 | Elementos de percepção auditiva: fisiologia do ouvido humano, mascaramento, percepção de direção; Áudio na TV analógica. |
| 20 | Processos de compressão de áudio: segmentação espectral, codificador MPEG-1, Dolby AC-3, MPEG AAC; codificação com canais múltiplos. |
| 21 | Compressão de Áudio Tempo-Frequência; demonstrações Auditivas; comparação MPEG x AAC. |
| 22 | Transmissão de sinais de TV: visão geral de equipamentos transmissores, combinadores, antenas. |
| 23 | Sistemas de transmissão para TV digital: DTH e radiodifusão terrestre; sistemas ATSC, DVB e ISDB-T; comparação de desempenhos e efeitos das condições de propagação. |

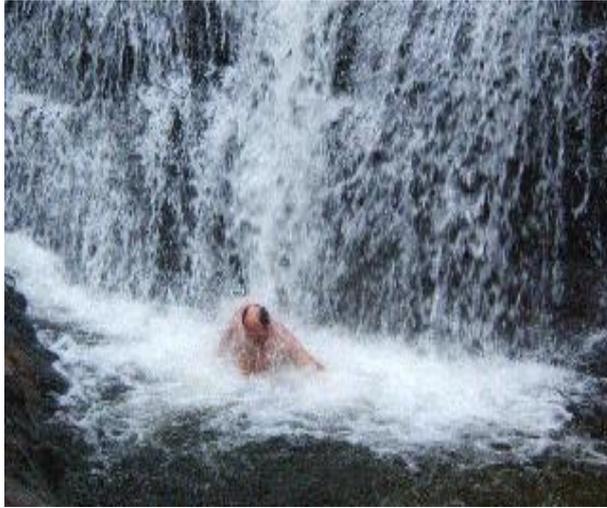
- Apostilas da disciplina PTC3547 (1 – 10)
 - Em constante revisão, distribuídas por e-mail
 - <http://www.lcs.poli.usp.br/~gstolfi/ptc2547downloads.html>
- Referências adicionais:
 - M. Robin, M. Poulin: *Digital Television Fundamentals* - McGraw-Hill, 1998
 - Joan Mitchell: *MPEG Video Compression Standard* - Chapman & Hall, 1997
 - Andrew F. Inglis, Arch Luther: *Video Engineering* - McGraw-Hill, 1996
 - Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods: *Digital Image Processing* - Addison Wesley, 1993
 - *NAB Engineering Handbook* – National Association of Broadcasters, 1999
 - K. Blair Benson, ed.: *Video and Television Engineering* - McGraw-Hill, 2000
 - E. R. Bartlett: *Cable Television Technology and Operations* - McGraw-Hill, 1990
 - W. Ciciora: *Modern Cable Television Technology* – Morgan Kaufmann, 1999
 - Jerry Whitaker: *DTV Handbook* – McGraw-Hill, 2001
 - Charles Poynton: *Digital Video and HDTV* – Morgan Kaufmann, 2003
 - U. Reimers: *DVB – The Family of International Standards for Digital Video Broadcasting* – Springer, 2005
 - M. Wien: *High Efficiency Video Coding* – Springer, 2015

O que é Televisão?

Televisão é:

- Máquina de fazer doido
- Fonte principal de informação e lazer para a população brasileira
- Fita crepe + tinta látex
- Processamento de Imagens em Movimento

O que é uma Imagem ?



$$\text{Img} = f(x, y) \quad ?$$

- Implantação de emissoras, estúdios, produtoras, etc.
- Qualidade de sinal em todas as etapas da geração e distribuição de vídeo + áudio
- Gerenciamento de manutenção de equipamentos
- Eventos críticos
- Definição de diretrizes tecnológicas
- Atendimento das Normas Técnicas

Porque Digital?

- Governo (Anatel)
 - Reutilização do Espectro de UHF
 - “Inclusão Digital”
- Indústria de Eletro-eletrônicos
 - Renovação da “frota” de televisores
- Emissoras de TV
 - Serviços adicionais, interatividade
 - Exportação de Conteúdo
- Tele-espectadores
 - Qualidade de Imagem ? Custo ?

Evolução da TV Digital

| | | |
|----------------|------|----------------------------------|
| Cinematógrafo | 1895 | |
| | 1925 | Transmissões Experimentais de TV |
| Cinema falado | 1926 | |
| | 1930 | TV Comercial |
| | 1939 | |
| Cinema a Cores | 1941 | Padrão "M" |
| | 1952 | |
| "Wide Screen" | 1953 | TV a Cores NTSC |
| | 1954 | |
| Cinema 3-D | 1970 | |
| "IMAX" | 1986 | Som Estéreo |
| | | |

- Patentes Expiradas
- Margens de Lucro Reduzidas
- Concorrência Acirrada
- Saturação do Espectro de Radiodifusão
- Incompatibilidade com Cinema “Wide Screen”

- Devido à susceptibilidade de interferências nos receptores, a ocupação dos canais de UHF é muito rarefeita.

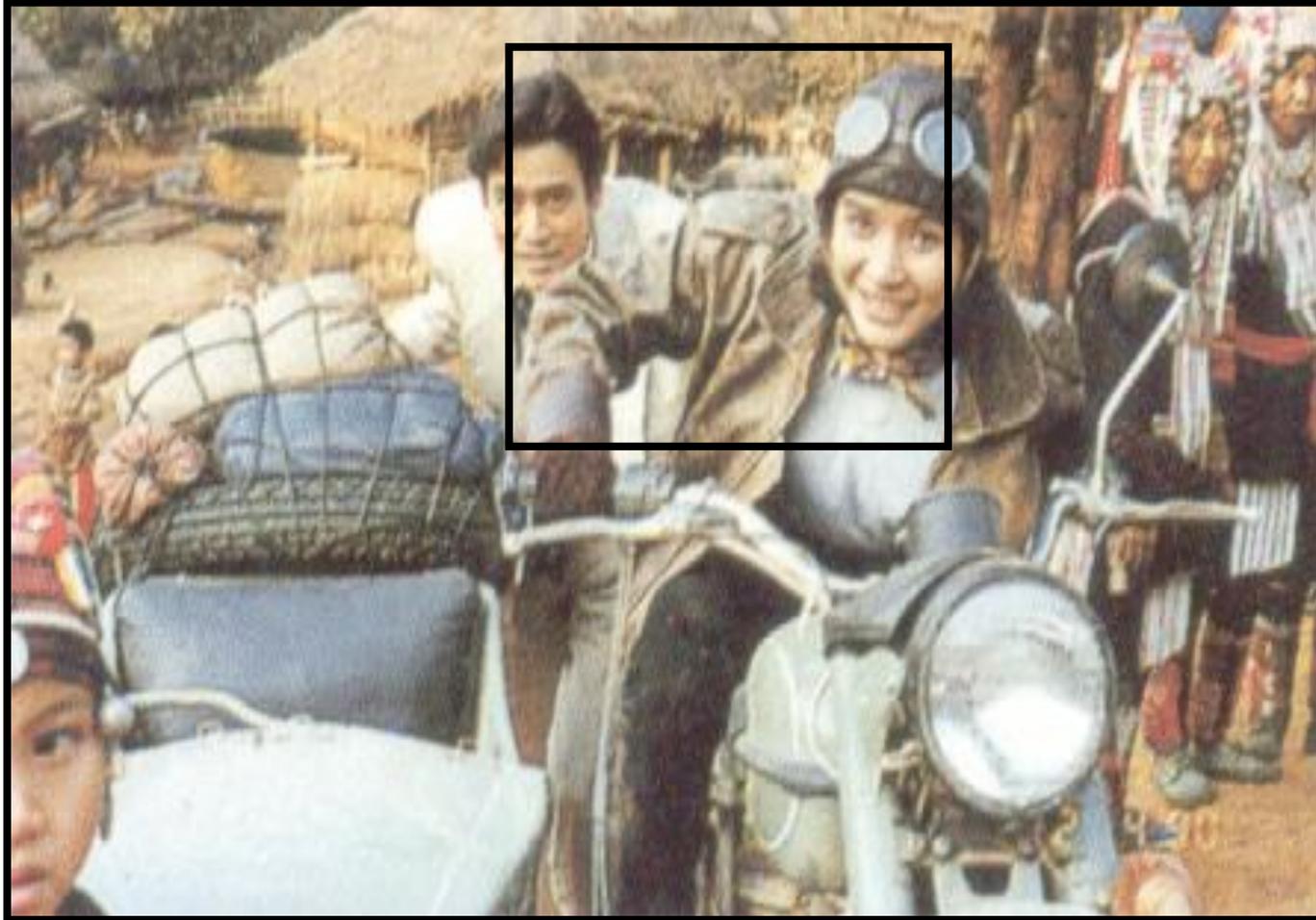
| Canal transmitindo | Canais com Interferência |
|--------------------|--------------------------------|
| N | N-1, N+1, N+7, N+8, N+14, N+15 |

- Em 1981, a FCC realoca os canais 70 a 83 de UHF (806-890 MHz) para a telefonia celular.
- Motorola reivindica mais banda para implantar serviço de telefonia móvel veicular (700-800 MHz).

- Restrições de alocação de frequências comprometem a expansão das emissoras de TV.
- FCC pretende realocar mais canais de TV para serviços de comunicação móvel.
- TV contra-ataca pedindo alocação de banda para um novo serviço: a TV de Alta Definição.

“Hi-Vision” (NHK, 1985)





NHK



NHK

Hi-Vision

SDTV



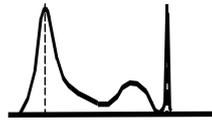
- Equipamentos de produção (câmeras, VT's, efeitos, etc.)
- Cenografia, iluminação
- Direção, interpretação
- Programação adequada ao meio

- 1 canal adicional, não contíguo, para transmissão de HDTV
- Transmissão em “Simulcast”
- Canal adicional sujeito a interferências de TV convencional
- Canal adicional não pode interferir na TV convencional.

- Propostas Analógicas de HDTV com canal adicional não tem desempenho satisfatório. O uso de processamento digital é a única saída viável para comprimir a informação de HDTV em um canal de comunicação de 6 MHz (ex.: proposta General Instruments).
- Enquanto a HDTV aguardava definições, a tecnologia desenvolvida encontrou aplicação imediata na Televisão Convencional, com atrativos como multiplicar a capacidade do canal de comunicação e permitir serviços adicionais.
- Surge o DTH (Direct to Home) Digital.



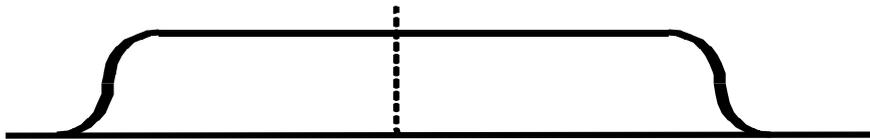
1 Programa de TV Convencional



1 Canal analógico de 6 MHz
(AM-VSB + FM)



1 Programa de TV Convencional



1 Canal digital de 25 MHz
(ex.: 64-QAM a 120 Mb/s)



6 Programas de TV ou



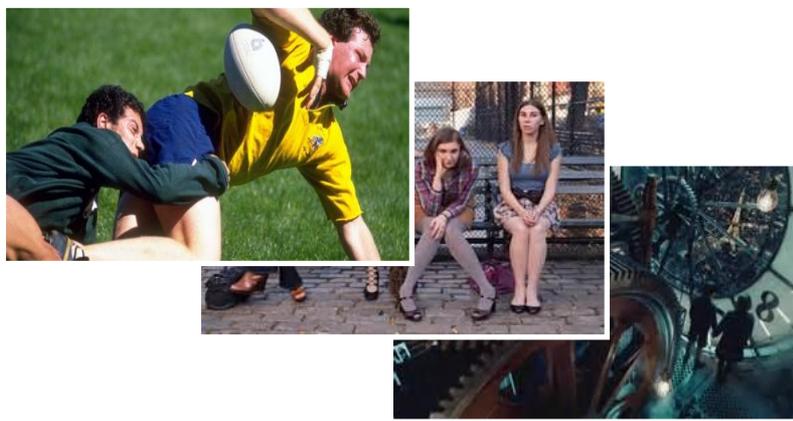
1 Programa de HDTV



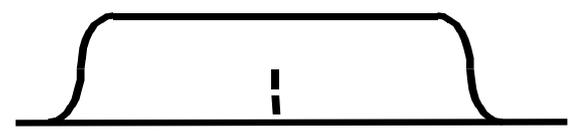
1 Canal digital
de 6 MHz a 20 Mb/s



15 Programas de TV ou



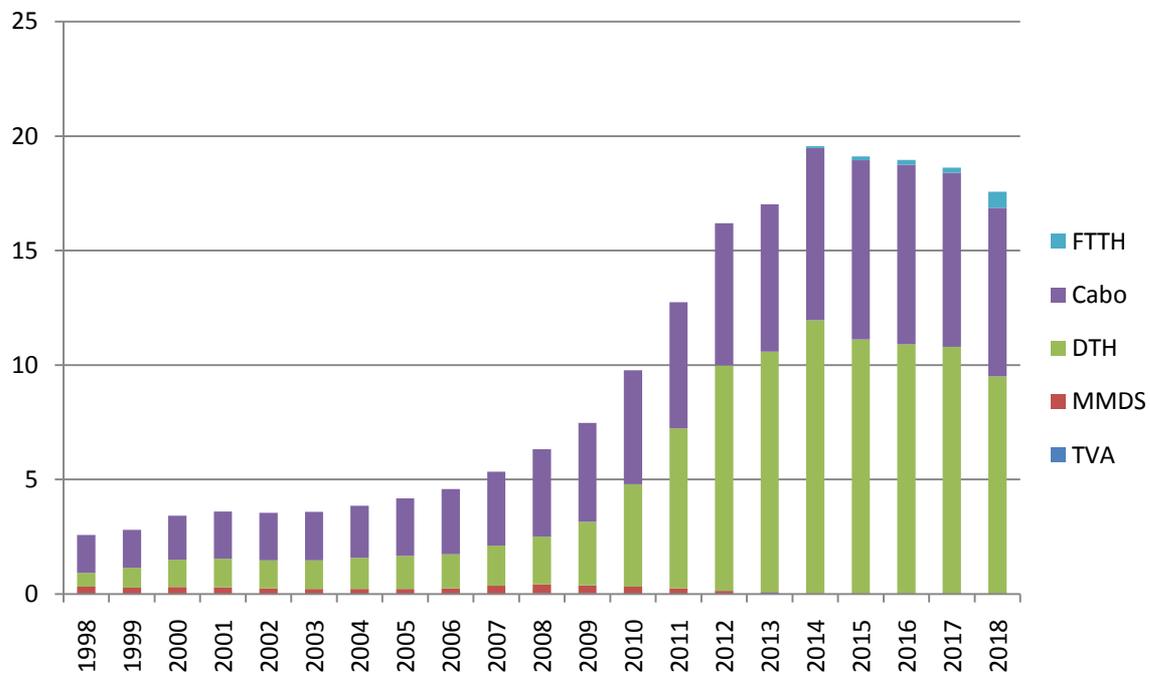
3 Programas de HDTV



1 Transponder de
Satélite de 30 MHz
a 40 Mb/s

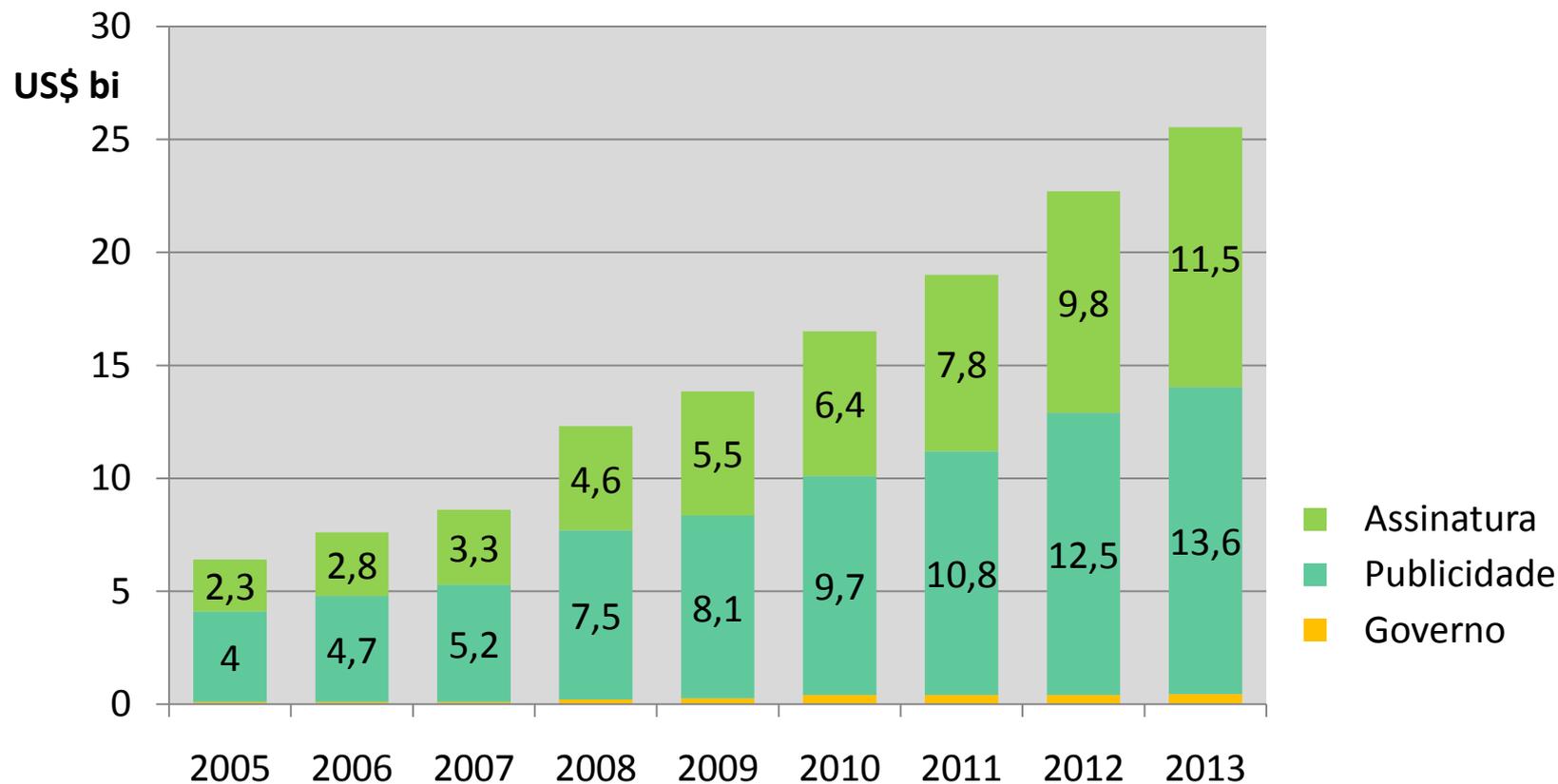
- TV digital movimentará mais de 10 bilhões de dólares no Brasil
- Em 5 anos, o Brasil passará de 2,5 para 10 milhões de assinantes de TV paga

(Estimativas Anatel, ~1995)

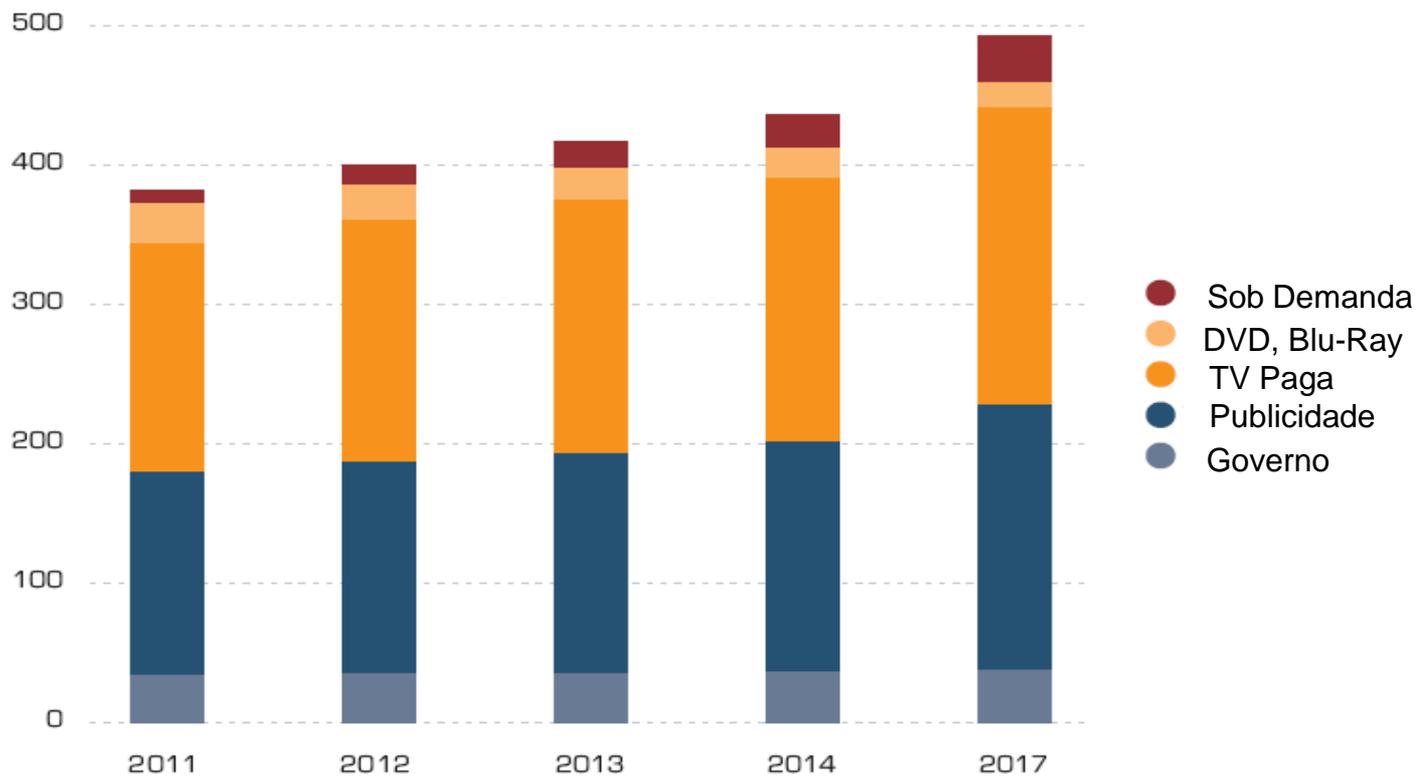


(Milhões de assinantes – Cabo, Satélite, MMDS, FTTH e TVA)

Fonte: Anatel



Fonte: IDATE



(Bilhões de Euros)

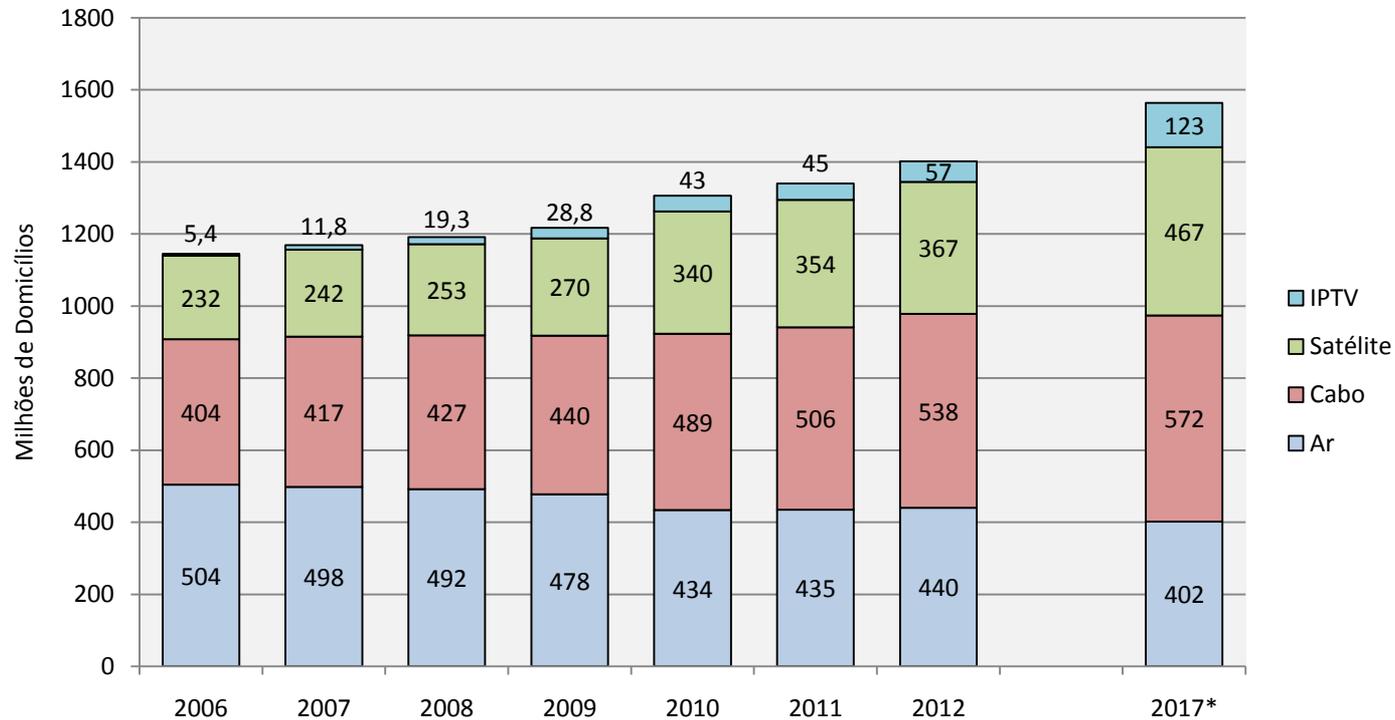
Fonte: IDATE

“Dentro de 3 anos não teremos mais aparelhos de TV, apenas computadores com telas de alta qualidade e programação digital, recebendo ABC, NBC, HBO, BBC e qualquer coisa que pudermos imaginar.”

(Andrew Lippman – Diretor, MIT Media Lab - 1989)

“A Internet irá revolucionar a televisão dentro de 5 anos, devido a uma explosão do conteúdo de vídeo “on-line” e pela convergência dos PCs e dos aparelhos de TV”.

(Bill Gates, presidente da Microsoft, 2007)

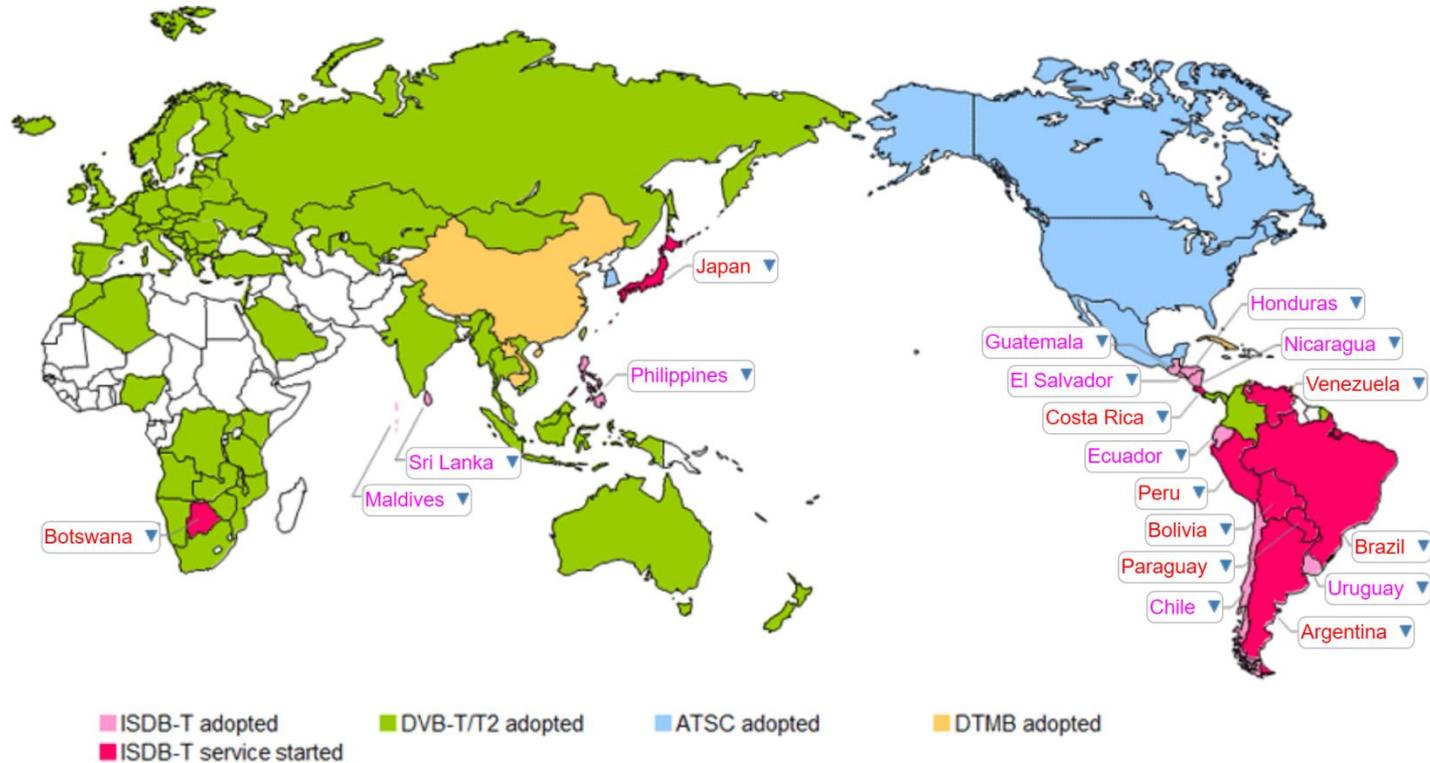


Fonte: IDATE

“Nós teremos Televisão Digital no mesmo dia em que tivermos a máquina de anti-gravidade”.

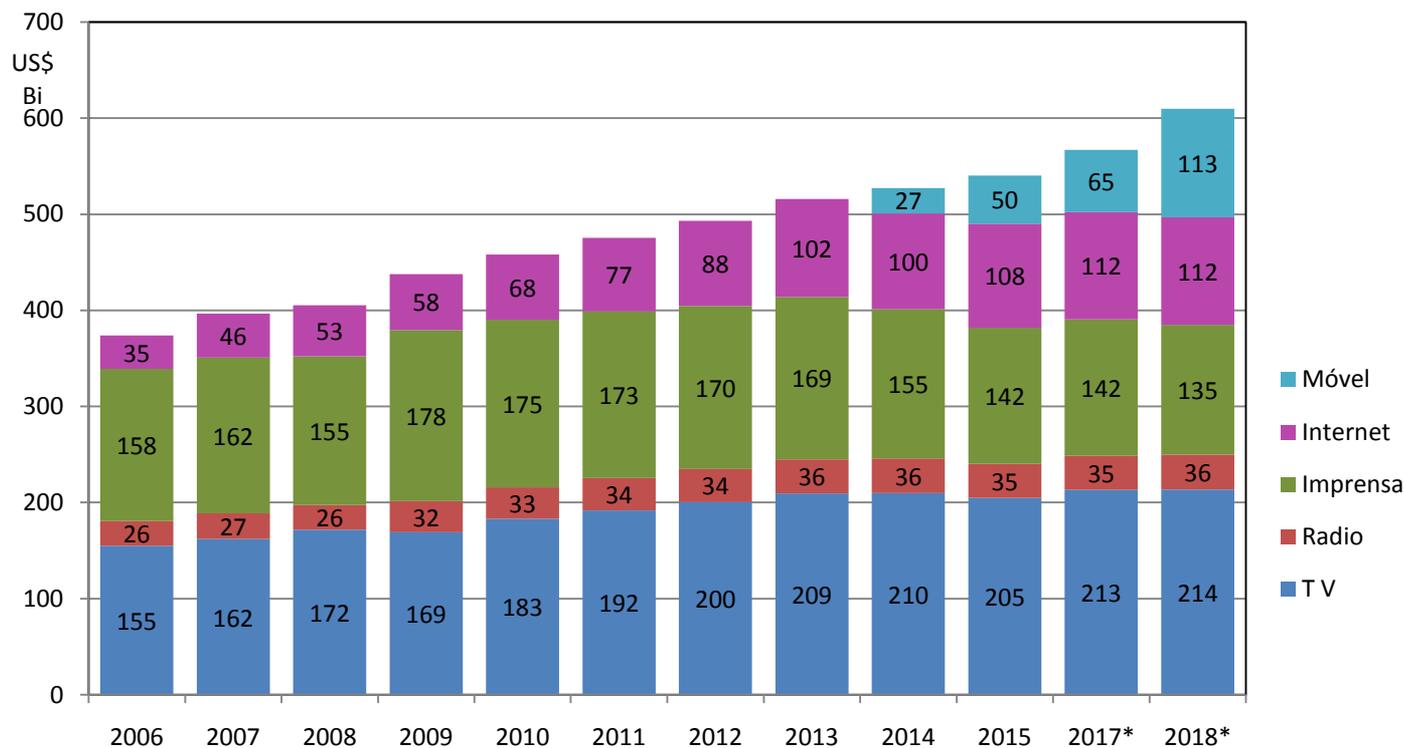
Joe Flaherty,
vice-presidente de
Tecnologia da CBS, 1989

Sistemas de TV Digital Terrestre no Mundo



“Embora a Televisão seja viável teórica e tecnicamente, a considero uma impossibilidade do ponto de vista comercial e financeiro; um desenvolvimento no qual não devemos perder tempo em sonhos”.

Lee DeForest, inventor do Tríodo, 1926



Faturamento Publicitário Global

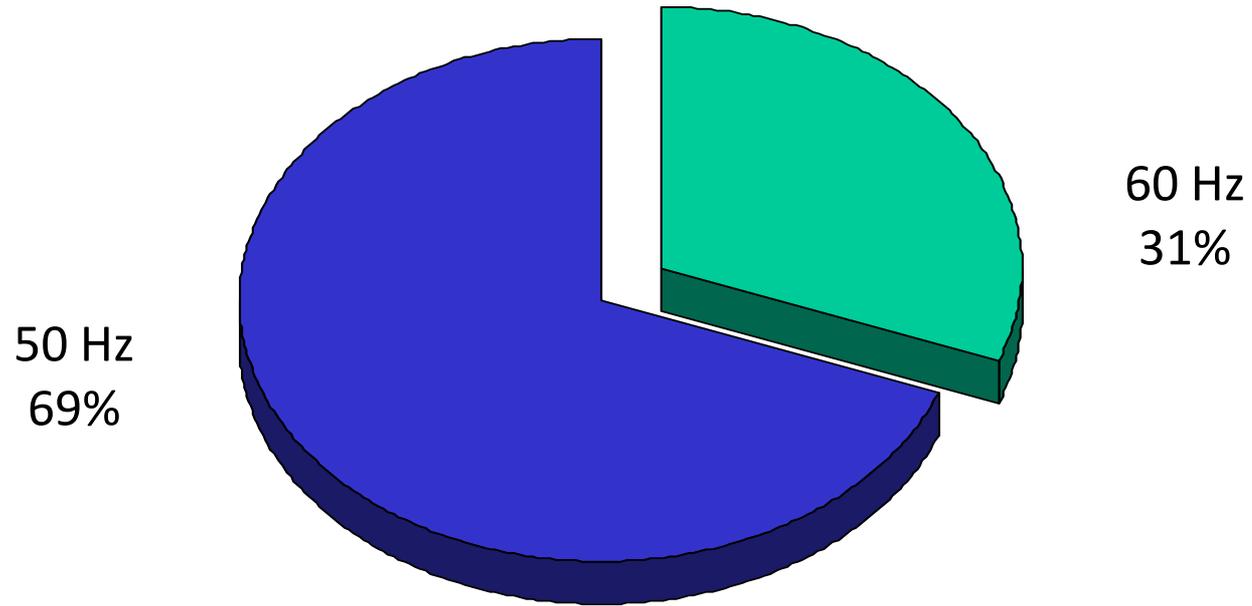
Fonte: IDATE / Zenith Optimedia

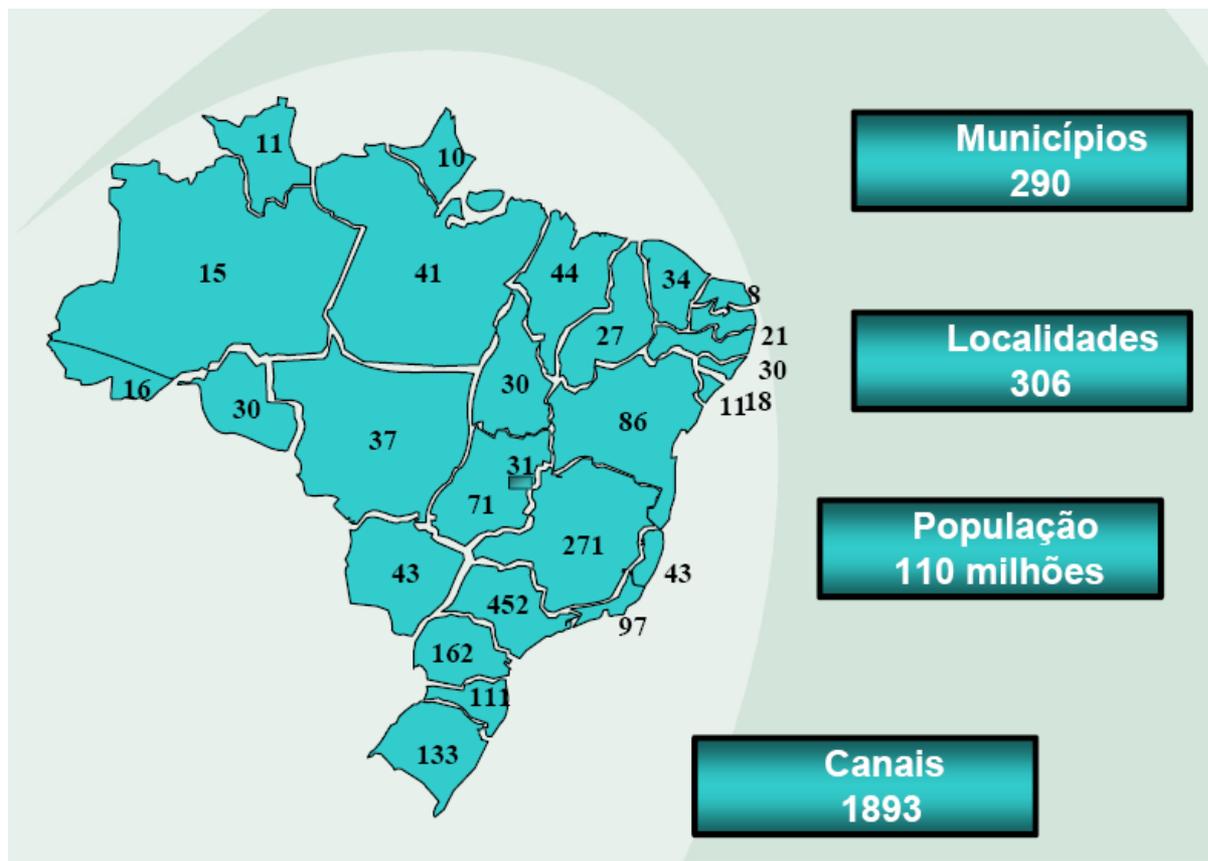
(*2017, *2018: projeção)

“É mais fácil o homem chegar em Marte do que transmitir voz por ondas de rádio”.

Thomas A. Edison, c. 1900

| País | Aparelhos de TV/1000 hab | Aparelhos de TV | % total mundial | % total 60 Hz |
|----------------|--------------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| China | 380 | 502.000.000 | 28,4 | - |
| Estados Unidos | 854 | 259.600.000 | 14,7 | 47,1 |
| Índia | 98 | 110.940.000 | 6,3 | - |
| Japão | 725 | 92.800.000 | 5,2 | 16,8 |
| Brasil | 360 | 67.300.000 | 3,8 | 12,2 |
| Rússia | 421 | 59.800.000 | 3,4 | - |
| Alemanha | 586 | 48.000.000 | 2,7 | - |
| Inglaterra | 653 | 39.200.000 | 2,2 | - |
| França | 628 | 37.050.000 | 2,1 | - |
| Indonésia | 149 | 34.500.000 | 1,9 | - |



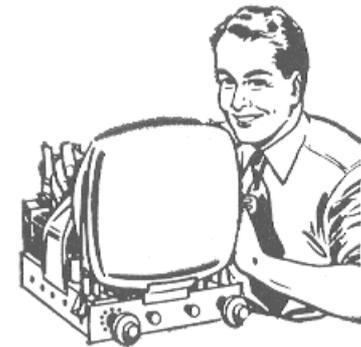


| Canal | Emissora |
|-------|-------------|
| 10 | Rede Brasil |
| 12 | TV FL |
| 14 | RBI TV |
| 15 | Mega TV |
| 16 | NGT |
| 17 | Gazeta |
| 18 | Globo |
| 20 | Record |
| 21 | Terra Viva |
| 22 | Rede 21 |
| 23 | Band |
| 24 | Cultura |
| 25 | RCI |
| 26 | CNT |

| Canal | Emissora |
|-------|------------------|
| 27 | Rede Gospel |
| 28 | SBT |
| 29 | Rede TV! |
| 30 | RIT |
| 31 | Ideal TV |
| 32 | Dede Brasil |
| 33.1 | Top TV |
| 33.2 | Kiss TV |
| 34 | Rede Vida |
| 35 | TVC São Paulo |
| 36 | Eldorado |
| 38 | TV Brasil SP |
| 39 | TV Câmara/Senado |
| 40 | TV Sul Bahia |

| Canal | Emissora |
|-------|--------------|
| 41 | TV Aparecida |
| 42 | TV Justiça |
| 43 | Record News |
| 44 | TVT |
| 45 | Boa Vontade |
| 46 | Novo Tempo |
| 48 | América |
| 49 | Canção Nova |
| 50 | Rede 10 |
| 51 | Boas Novas |
| | |
| | |
| | |
| | |

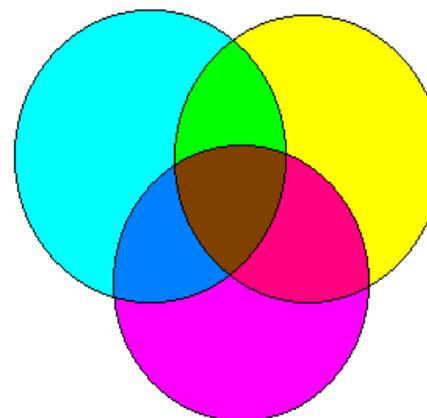
Televisão: Um Resumo Cronológico



- Algumas Referências:
 - B. Bunch, A. Helleman: *The Timetables of Technology*
 - A. Smith: *Television – An International History*
 - M. Ritchie: *Please Stand By*
 - J. Brinkley: *Defining Vision*
 - F. J. Camm: *Newnes Television and Short-Wave Handbook*
 - R. Fielding: *A technological History of Motion Pictures and Television*
 - W. Boyce, M. Scheraga, J. Roche: *Video Handbook*
 - J. Caruso, M. Arthur: *Video Editing and Post Production*

1669 Teoria das Cores (Isaac Newton)

1719 Processo subtrativo
de impressão a cores
(Jacob Le Blon)



1756 Teoria Tri-cromática da visão (M. V. Lomonosov)

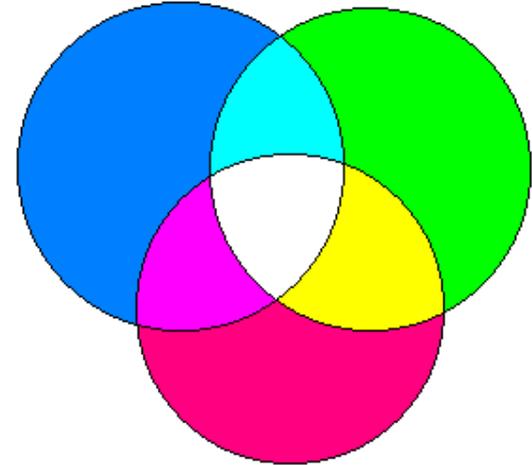
1822 Fotografia (Joseph N. Niepce)



“Phenakistoscopio” gera ilusão de movimento
(*Joseph Plateau - 1832*)

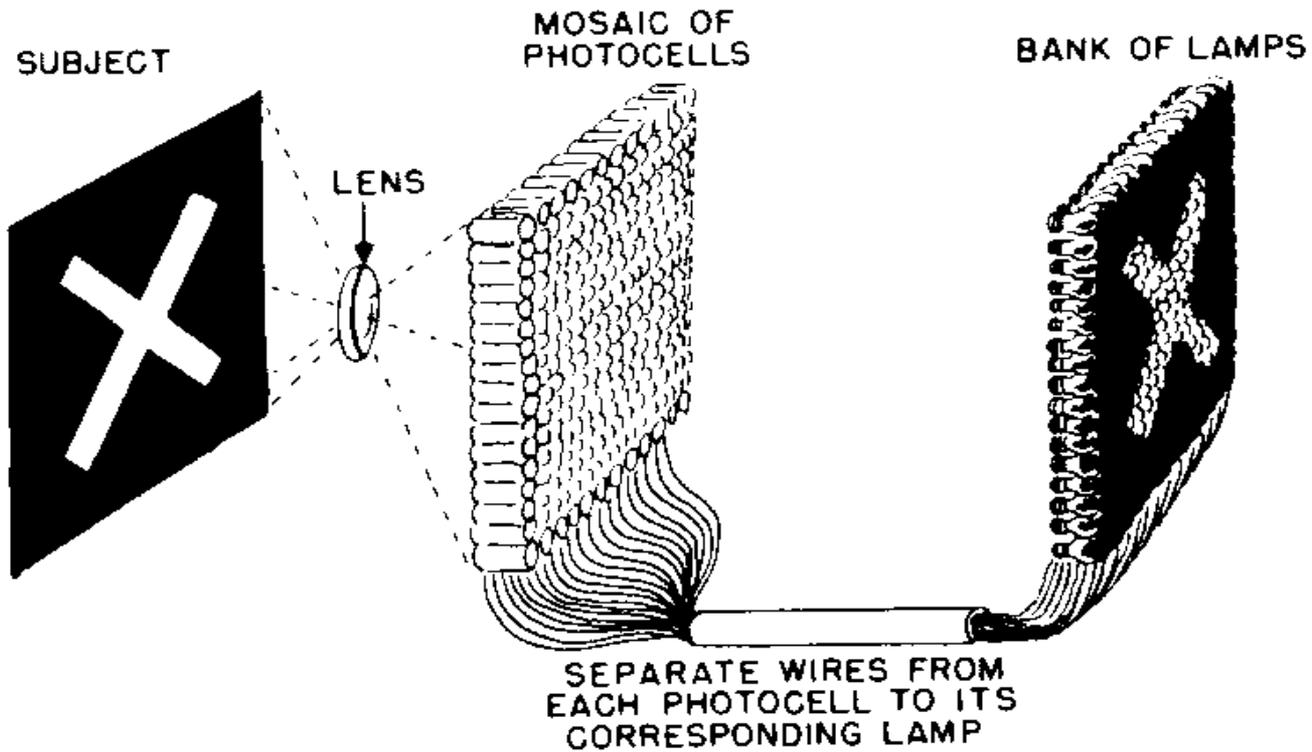
1861

Processo aditivo
de reprodução de cores
(James K. Maxwell)



1881

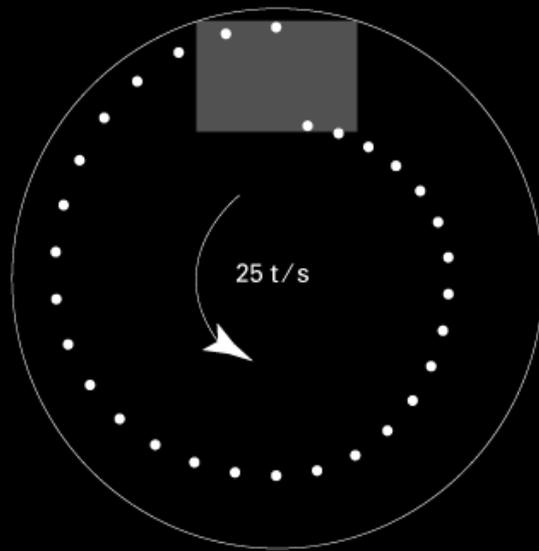
Impressão fotográfica a cores (Frederic E. Ives)



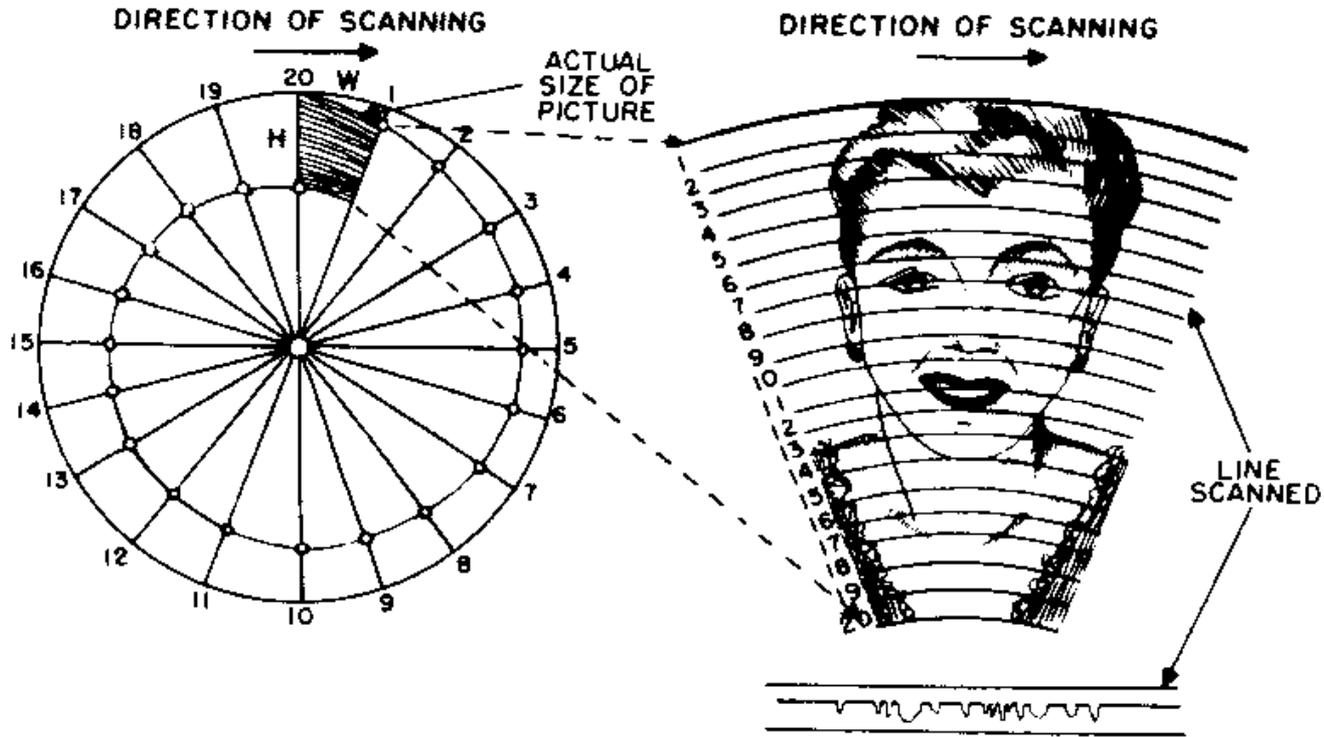
Sistema de 'Tele-Visão' (G. R. Carey, 1875)



Conceito de Videofone (“Telefonoscópio”, caricatura na revista “Punch”- 1878)



Varredura de Imagens por Disco Rotativo (Paul Nipkov -1884)



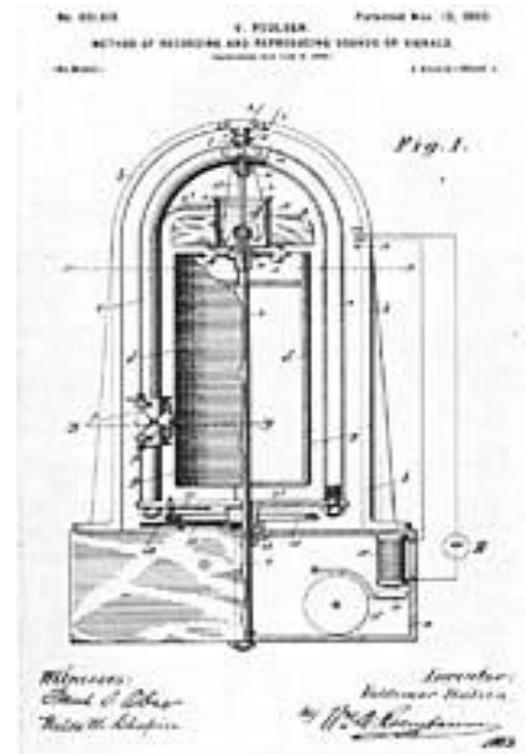
Varredura de uma Imagem por Disco de Nipkov

1888

Demonstração das propriedades das ondas eletromagnéticas
(Heinrich Hertz)

1893

Gravação magnética de áudio
(Valdemar Poulsen)



1894

Transmissão de mensagens telegráficas via rádio (Guglielmo Marconi)



1895

Cinematógrafo (Auguste e Louis Lumière)

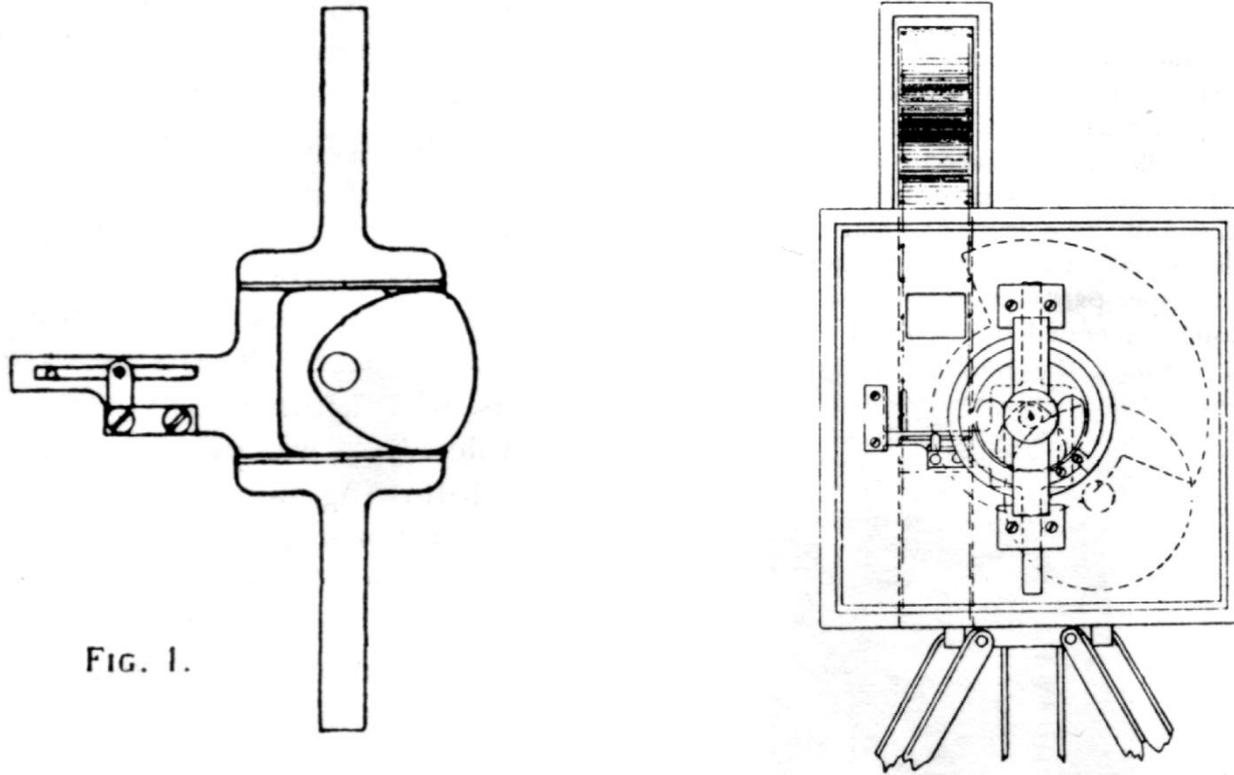
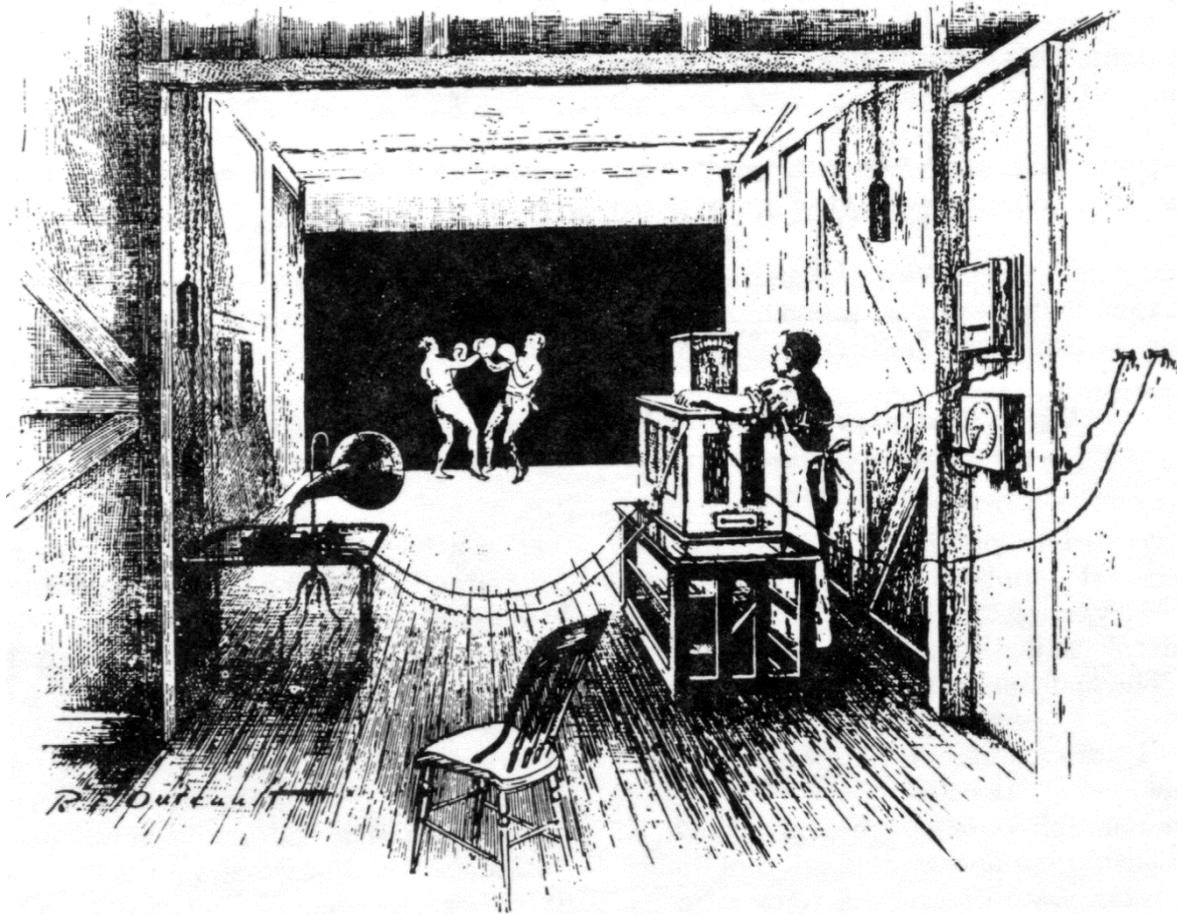


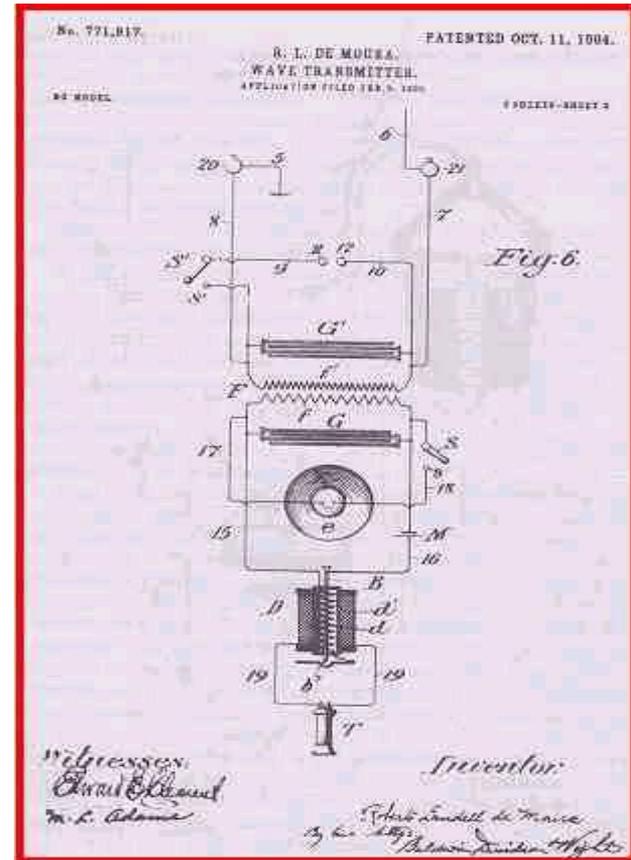
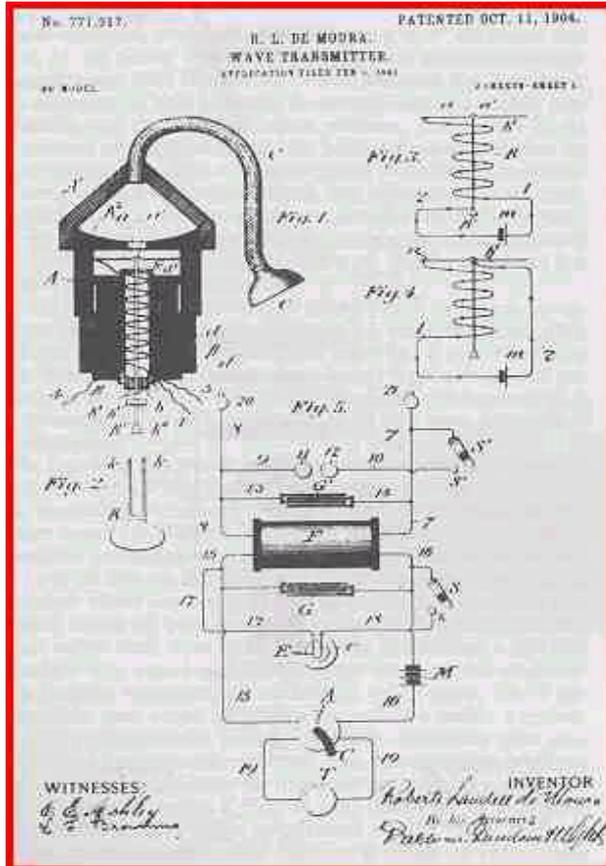
FIG. 1.

Mecanismo de “Pull-down” e obturador do cinematógrafo (Lumière)

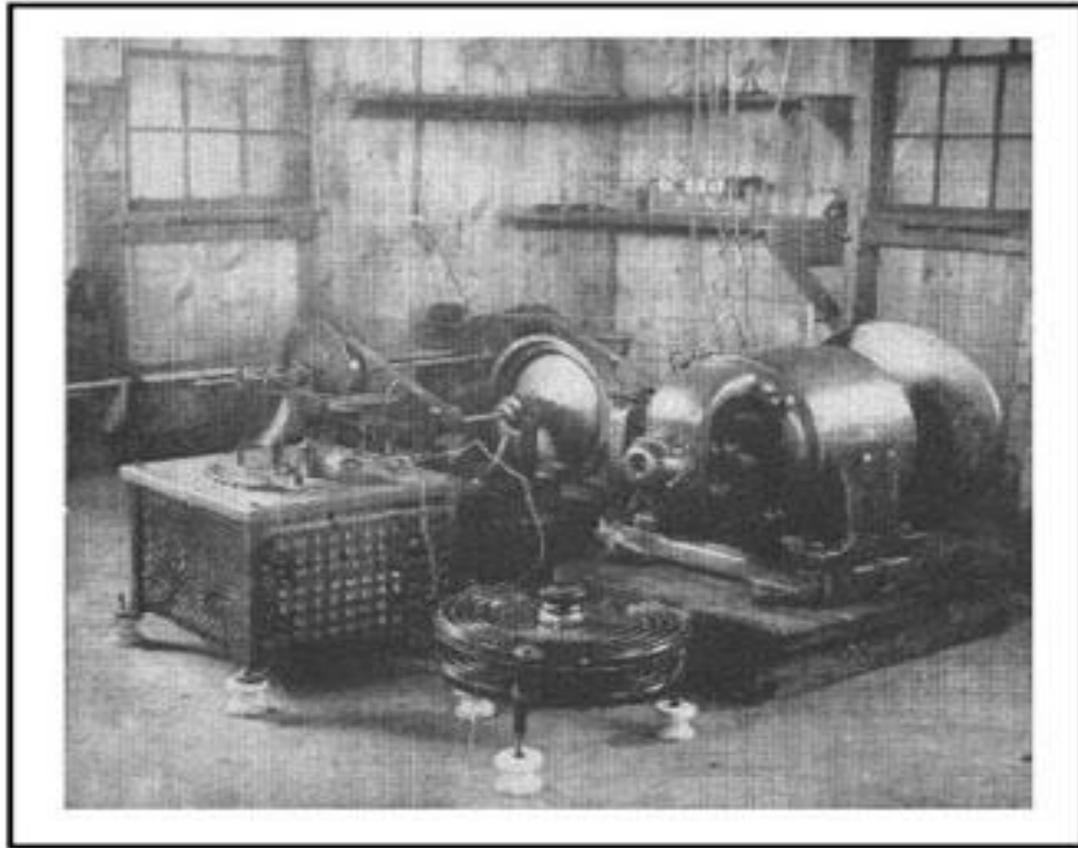


Filmagem para “Cinetoscópio” (Thomas Edison, 1894)

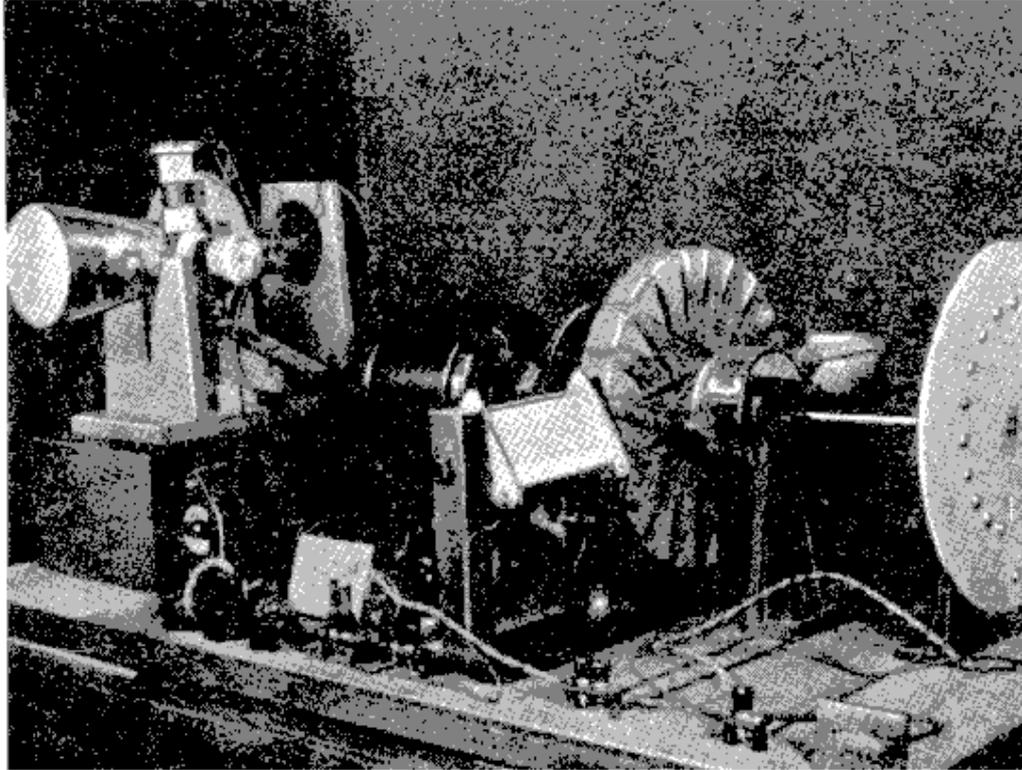
- 1897 TRC: Tubo de raios catódicos (Karl F. Braun)
- 1900 Conceito de “Televisão” (Constantin Persky)
Transmissão de Voz via rádio (Landell de Moura)
- 1902 Telefoto (facsímile) por varredura (Arthur Korn)
- 1906 Modulação AM (Reginald A. Fessenden)



Patentes de Transmissor de Onda Modulada (Landell de Moura, 1904)

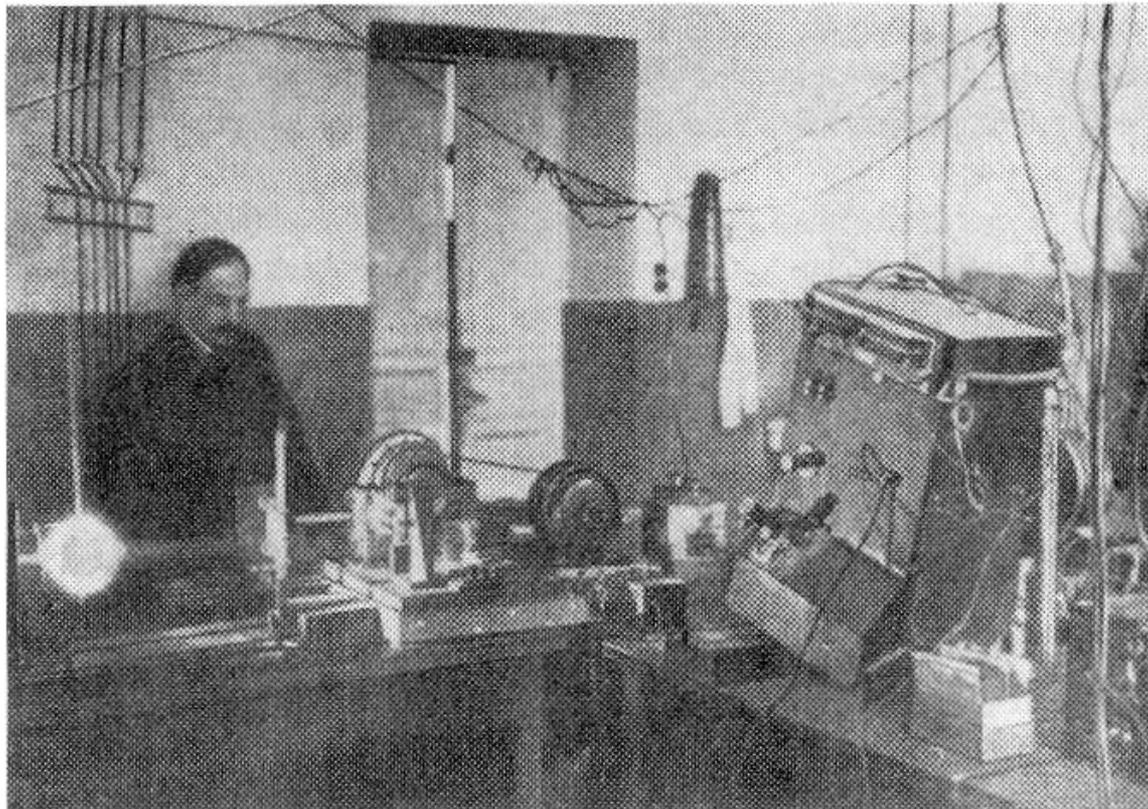


Alternador de Alta Frequência (1 kW, 60 kHz) Modulado em AM
(Fessenden, 1906)

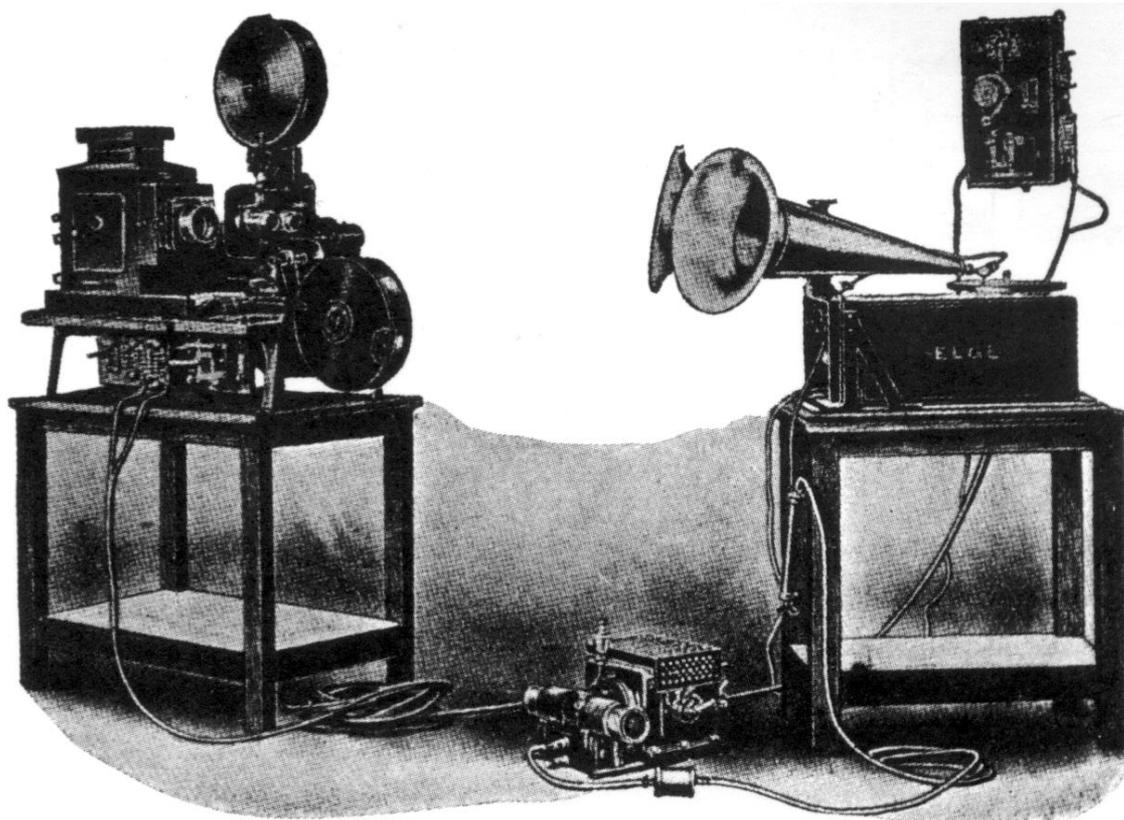


“Um método de Transmissão de Material Escrito e Desenhos
Por Meio de Tubo de Raios Catódicos”
(Patente de Max Dieckmann – Alemanha – 1906)

- 1907 Televisão com discos de Nipkov (Boris Rosing)
Tríodo termoiônico (Lee de Forest)
- 1911 Conceito de Televisão com TRC (A. A. Campbell Swinton)
- 1918 Receptor super-heteródino (Edwin Armstrong)
- 1922 Conceito de TV inteiramente eletrônica (Philo T. Farnsworth)



Boris Rosing em seu laboratório (~1910)



Projektor experimental sincronizado com fonógrafo (Leon Gaumont, 1912)



Philo T. Farnsworth
e o seu “Image Dissector” (1929)

1923

Iconoscópio para câmera de TV eletrônica (Vladimir Zworykin)



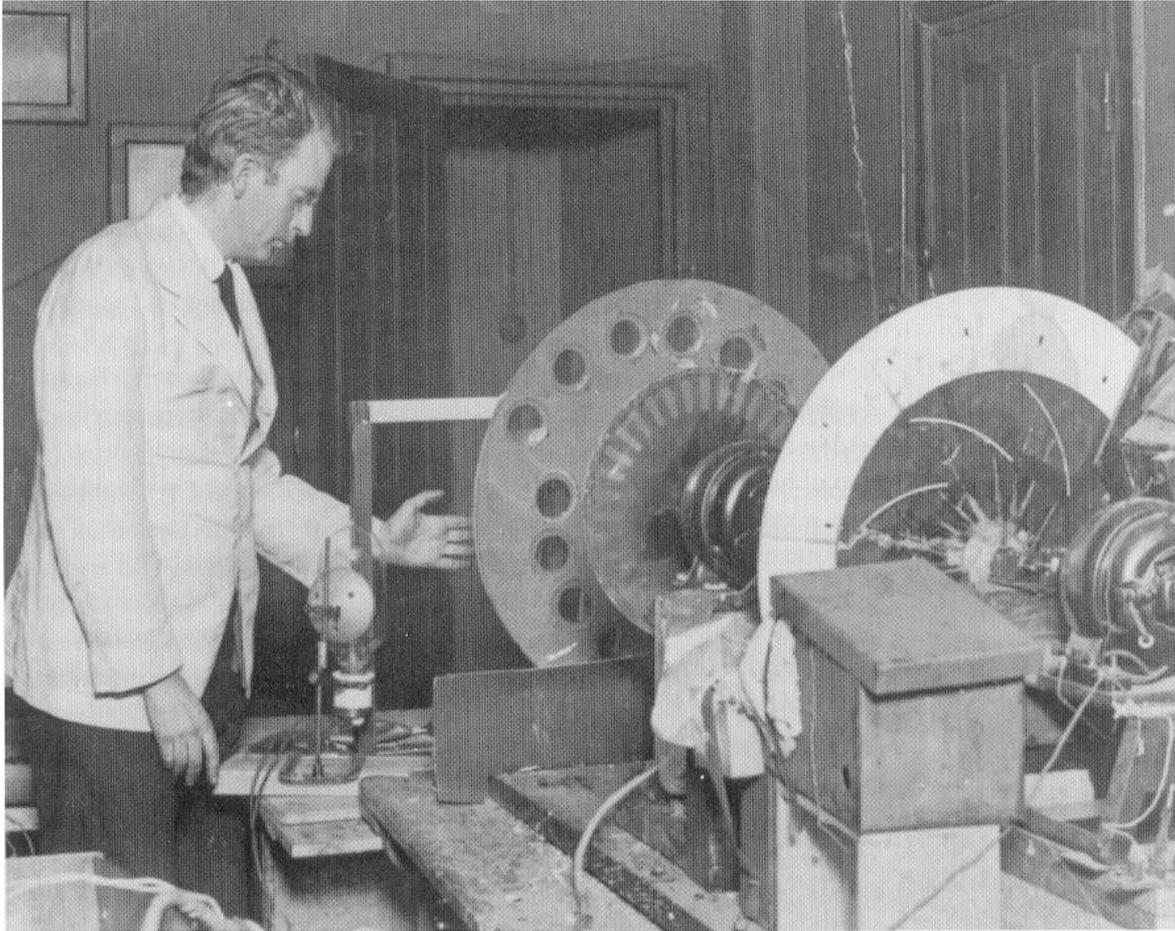


Vladimir Zworykin e seus Iconoscópios

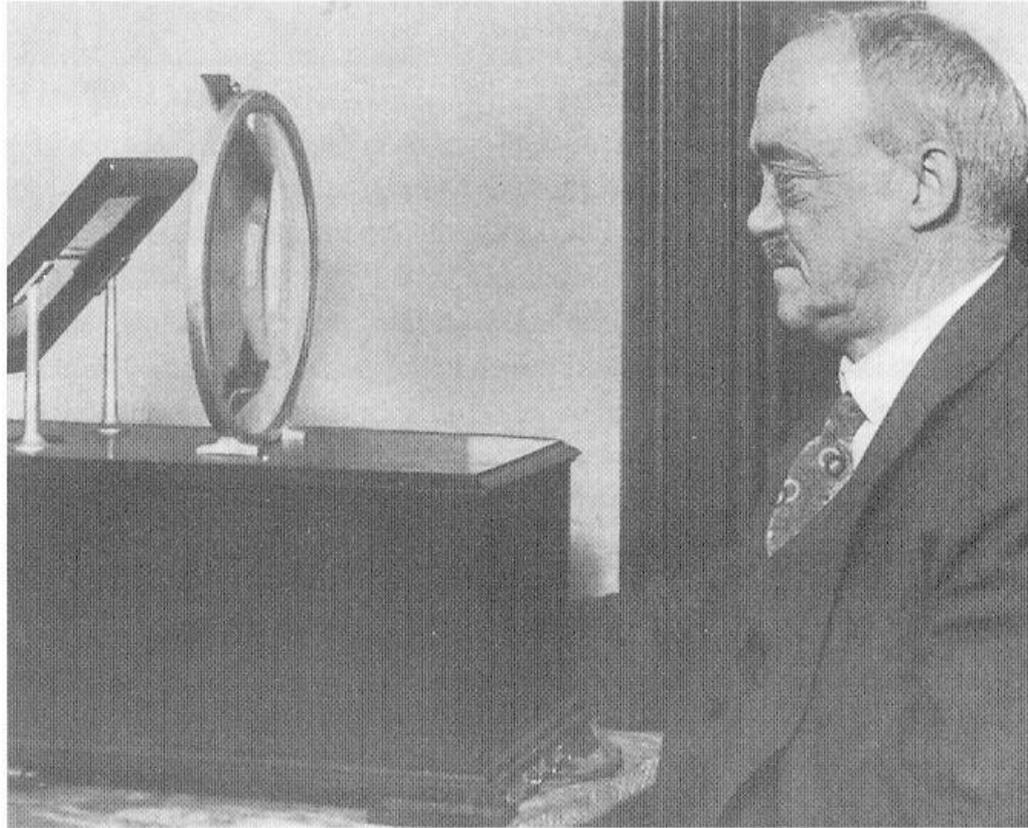
1925 Primeiras transmissões de TV (John Baird, Charles Jenkins)

1926 Estreia do cinema falado (Lee de Forest)

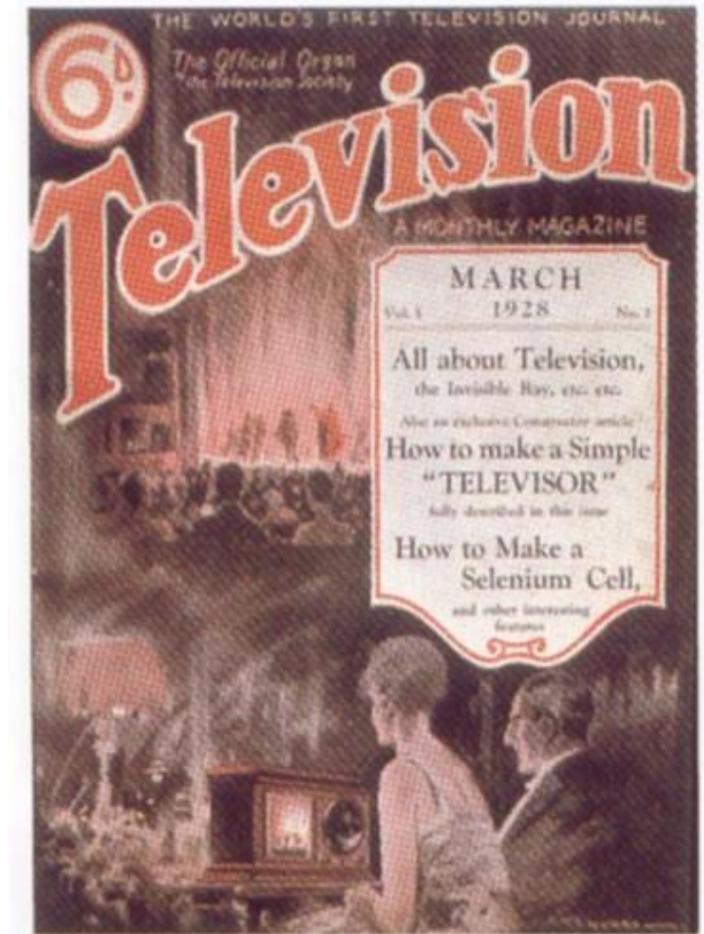
1927 Videofone com discos de Nipkov (AT&T)



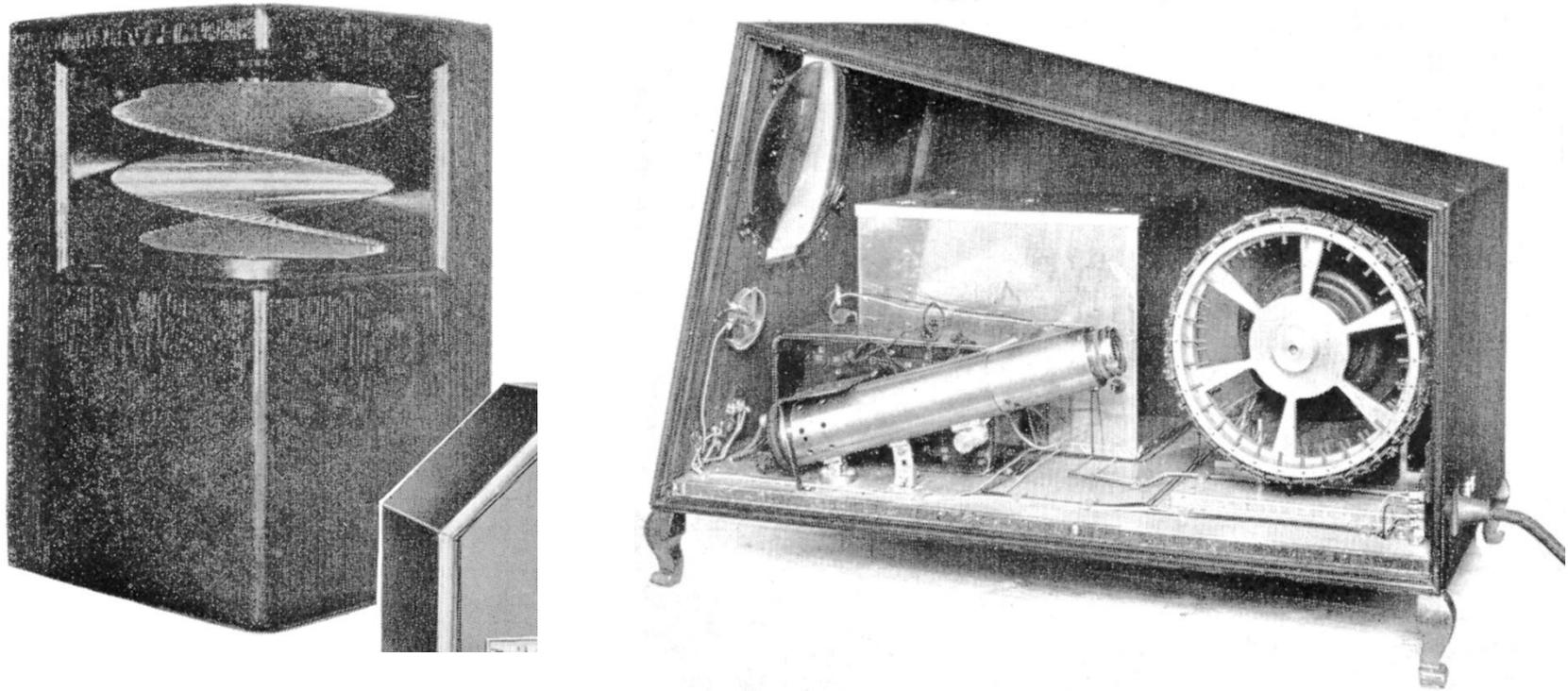
John Logie Baird com protótipo de Televisão (~1925)



Charles F. Jenkins e seu "Radiovisor" (1928)



Revista ensina “Como Fazer um Televisor” (1928)

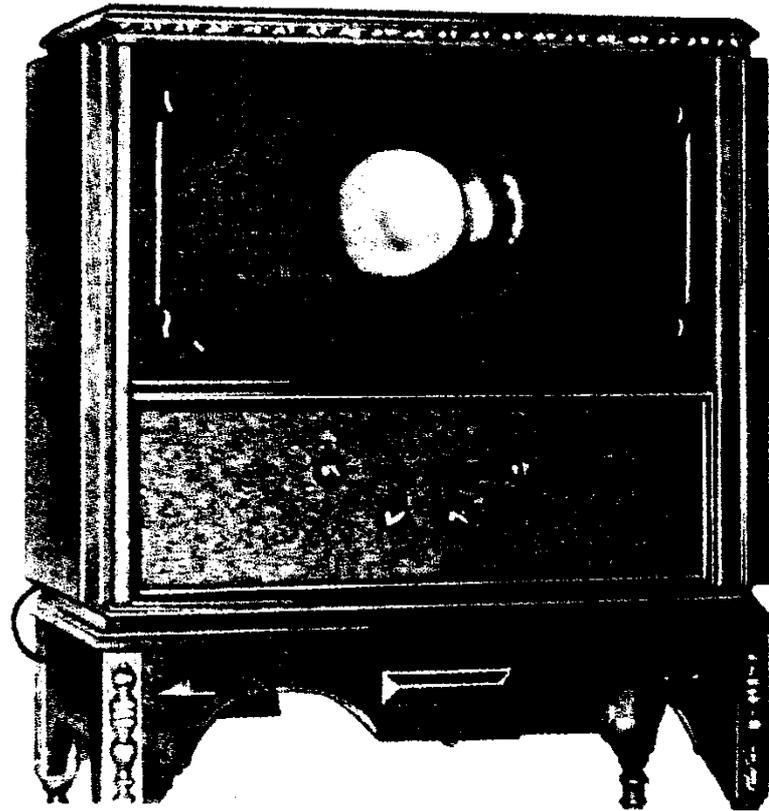


Televisores com varredura mecânica por espelhos: “rosca” e tambor

- 1928 Radiodifusão comercial de TV (Hugo Gernsback)
- 1929 NBC inaugura transmissões a 20 quadros/s e 60 linhas
- 1932 Receptor de TV com cinescópio (RCA)
- 1936 BBC inicia transmissões diárias de TV com câmeras eletrônicas



Transmissão: "Gato Félix" (1930)



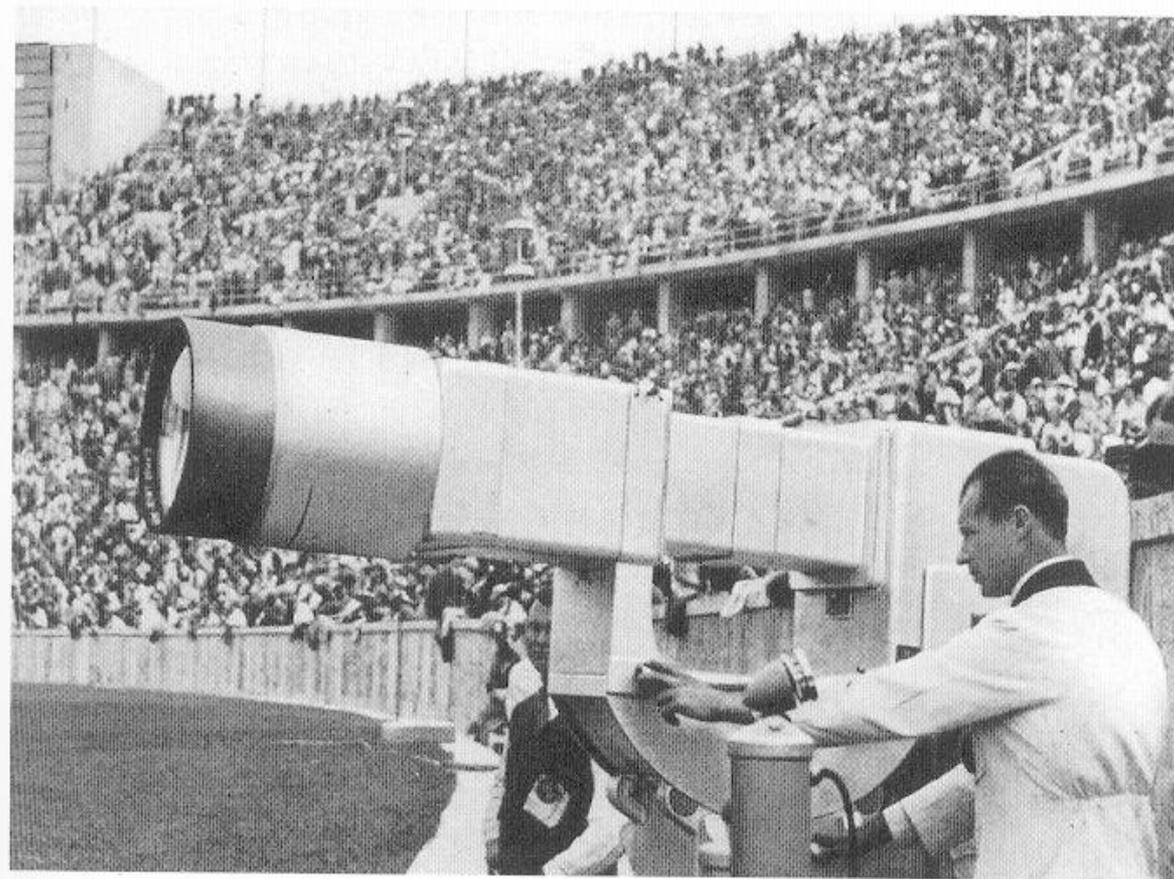
Receptor de TV com TRC – 200 linhas, 15 quadros por Segundo, banda de 300 kHz (Farnsworth, 1931)



Imagem de TV com TRC (Manfred von Ardenne, 1931)



Televisor Philips (1936)



Transmissão das Olimpíadas de Berlim (1936)

- 1938 Modulação VSB para TV (George H. Brown)
- 1939 Filme colorido com internegativo (Siegrist / Fisher)
- 1940 Transmissão experimental de TV a cores (Peter Goldmark / CBS)
- 1941 Primeiras transmissões no padrão “M” a 525 linhas (NBC / CBS)



Receptor Sequential CBS (1940)

- 1945 Conceito de satélite geoestacionário (Arthur C. Clarke)
- 1946 Lente “Zoom” (Zoomar)
- 1947 Descoberta do Transistor (Brattain / Bardeen / Shockley)
- 1948 Padrão de 625 linhas a 25 quadros/s é adotado na Europa
- 1948 Primeiro sistema de TV a Cabo (Ed Parson)

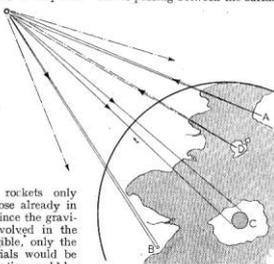
Extra-terrestrial Relays—

earth's equator, would revolve with the earth and would thus be stationary above the same spot on the planet. It would remain fixed in the sky of a whole hemisphere and unlike all other heavenly bodies would neither rise nor set. A body in a smaller orbit would revolve more quickly than the earth and so would rise in the west, as indeed happens with the inner moon of Mars.

Using material ferried up by rockets, it would be possible to construct a "space-station" in such an orbit. The station could be provided with living quarters, laboratories and everything needed for the comfort of its crew, who would be relieved and provisioned by a regular rocket service. This project might be undertaken for purely scientific reasons as it would contribute enormously to our knowledge of astronomy, physics and meteorology. A good deal of literature has already been written on the subject.¹

Although such an undertaking may seem fantastic, it requires

Fig. 2. Typical extra-terrestrial relay services. Transmission from A being relayed to point B and area C; transmission from D being relayed to whole hemisphere.



for its fulfilment rockets only twice as fast as those already in the design stage. Since the gravitational stresses involved in the structure are negligible, only the very lightest materials would be necessary and the station could be as large as required.

Let us now suppose that such a station were built in this orbit. It could be provided with receiving and transmitting equipment (the problem of power will be discussed later) and could act as a repeater to relay transmissions between any two points on the hemisphere beneath, using any frequency which will penetrate the ionosphere. If directive arrays were used, the power require-

ments would be very small, as direct line of sight transmission would be used. There is the further important point that arrays on the earth, once set up, could remain fixed indefinitely.

Moreover, a transmission received from any point on the hemisphere could be broadcast to the whole of the visible face of

necessary evidence by exploring for echoes from the moon. In the meantime we have visual evidence that frequencies at the optical end of the spectrum pass through with little absorption except at certain frequencies at which resonance effects occur. Medium high frequencies go through the E layer twice to be reflected from the F

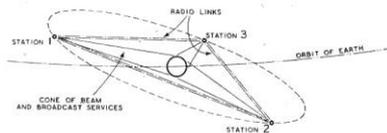


Fig. 3. Three satellite stations would ensure complete coverage of the globe.

the globe, and thus the requirements of all possible services would be met (Fig. 3).

It may be argued that we have as yet no direct evidence of radio waves passing between the surface

layer and echoes have been received from meteors in or above the F layer. It seems fairly certain that frequencies from, say, 50 Mc/s to 100,000 Mc/s could be used without undue absorption in the atmosphere or the ionosphere.

A single station could only provide coverage to half the globe, and for a world service three would be required, though more could be readily utilised. Fig. 3 shows the simplest arrangement. The stations would be arranged approximately equidistantly around the earth, and the following longitudes appear to be suitable:—

- 30 E—Africa and Europe.
- 150 E—China and Oceania.
- 90 W—The Americas.

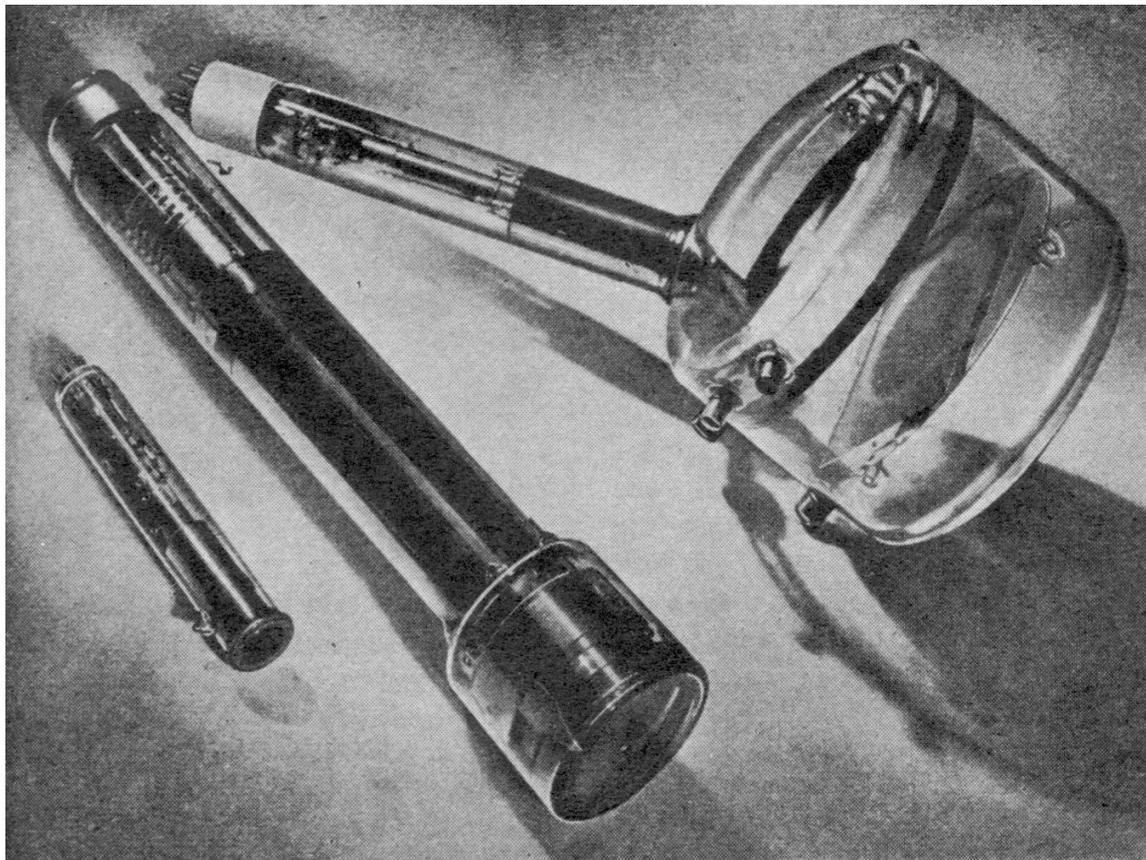
The stations in the chain would be linked by radio or optical beams, and thus any conceivable beam or broadcast service could be provided.

The technical problems involved in the design of such stations are extremely interesting,² but only a few can be gone into here. Batteries of parabolic reflectors would be provided, of apertures depending on the frequencies employed. Assuming the use of 3,000 Mc/s waves, mirrors about a metre across would beam almost all the power on to the earth. Larger reflectors could be used to illuminate single countries or regions for the more restricted services, with con-

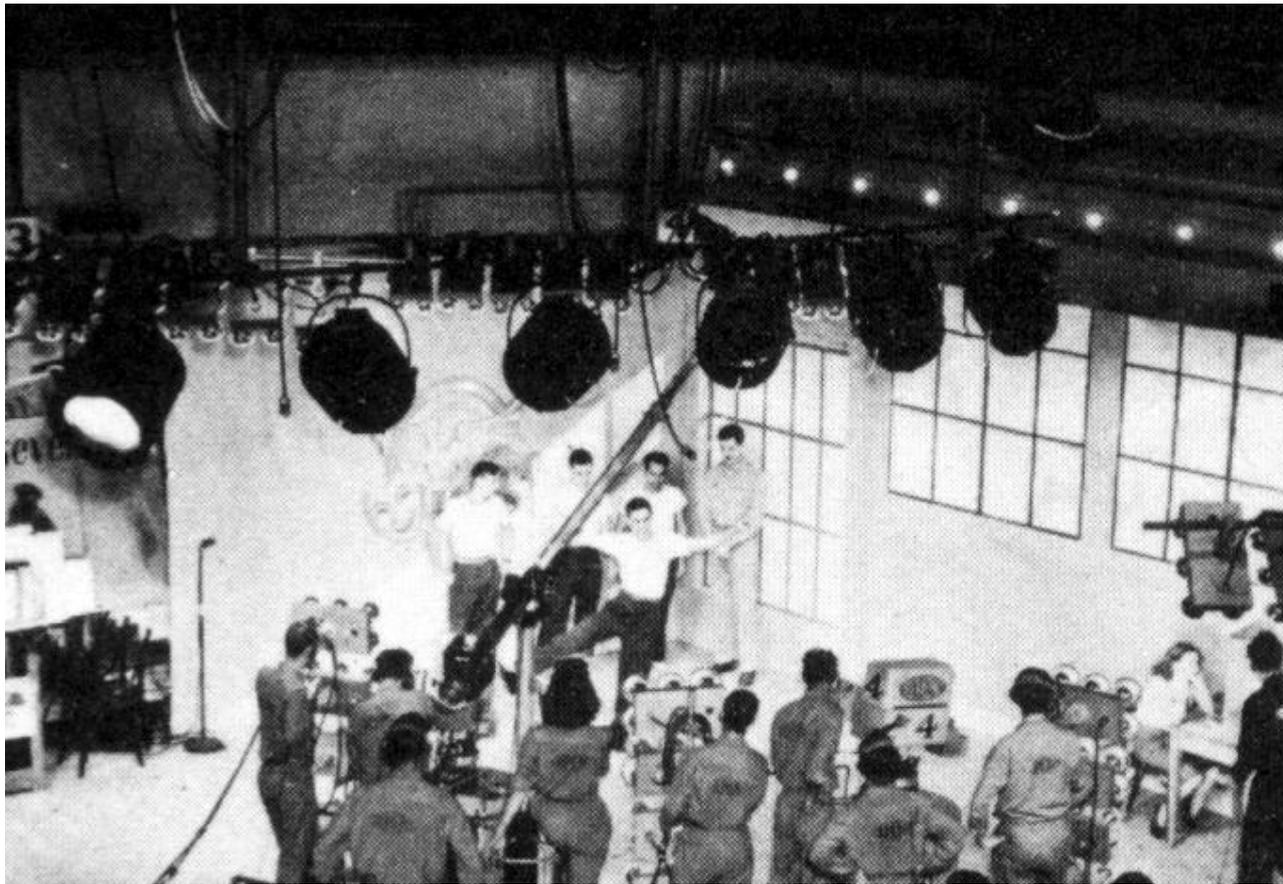
1949 Teoria da Informação (Claude Shannon)

1950 “Vidicon” (Weimwer / Forge / Goodrich) substitui o “Orthicon” e o Iconoscópio

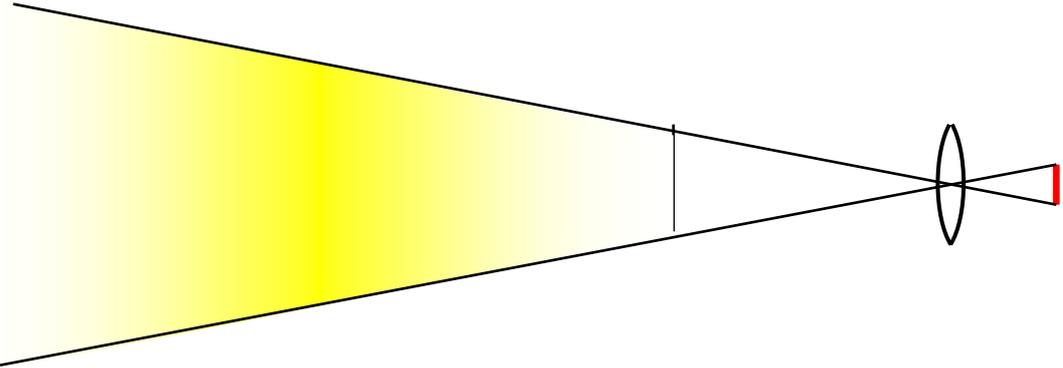
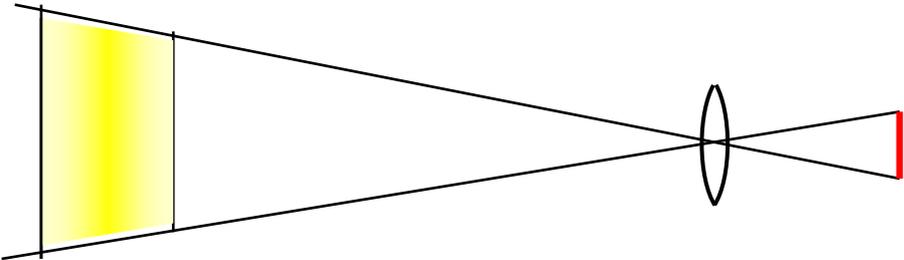
Início da Televisão no Brasil: TV Tupi de São Paulo
(Assis Chateaubriand – Diários Associados – 18/09/50)



Vidicon, Orthicon e Iconoscópio



Estúdio de Gravação (~1949): Problema da Profundidade de Foco



1951

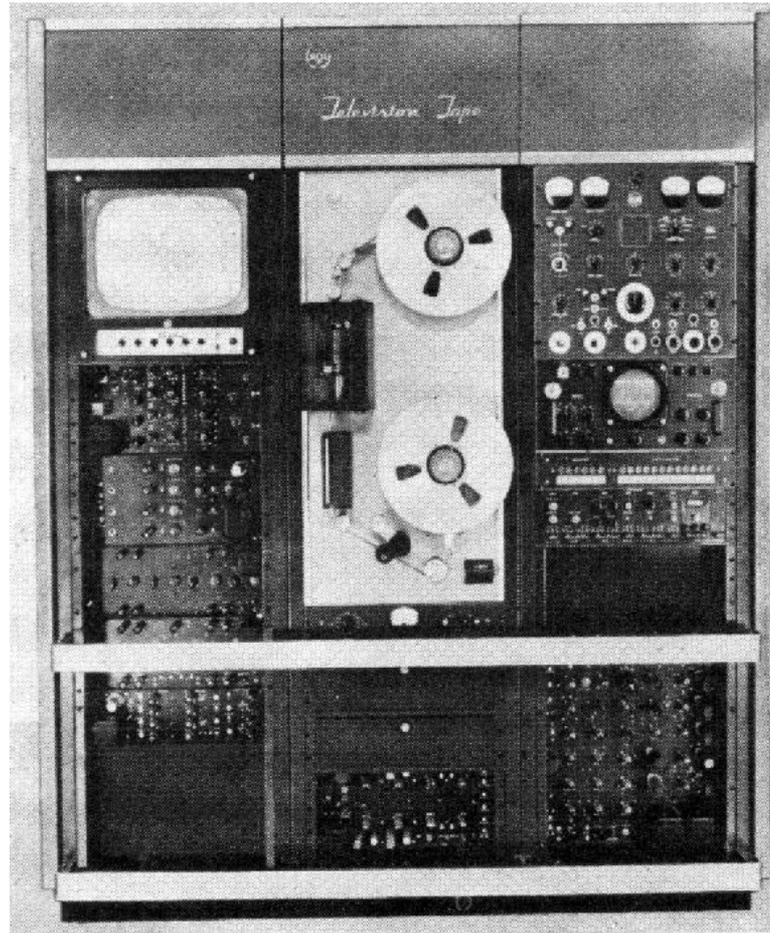
Gravador de VT (Ampex)

Cinema “Wide screen” (Cinerama) (Fred Walker)

Cinescópio a cores com máscara de sombra (H. Law)

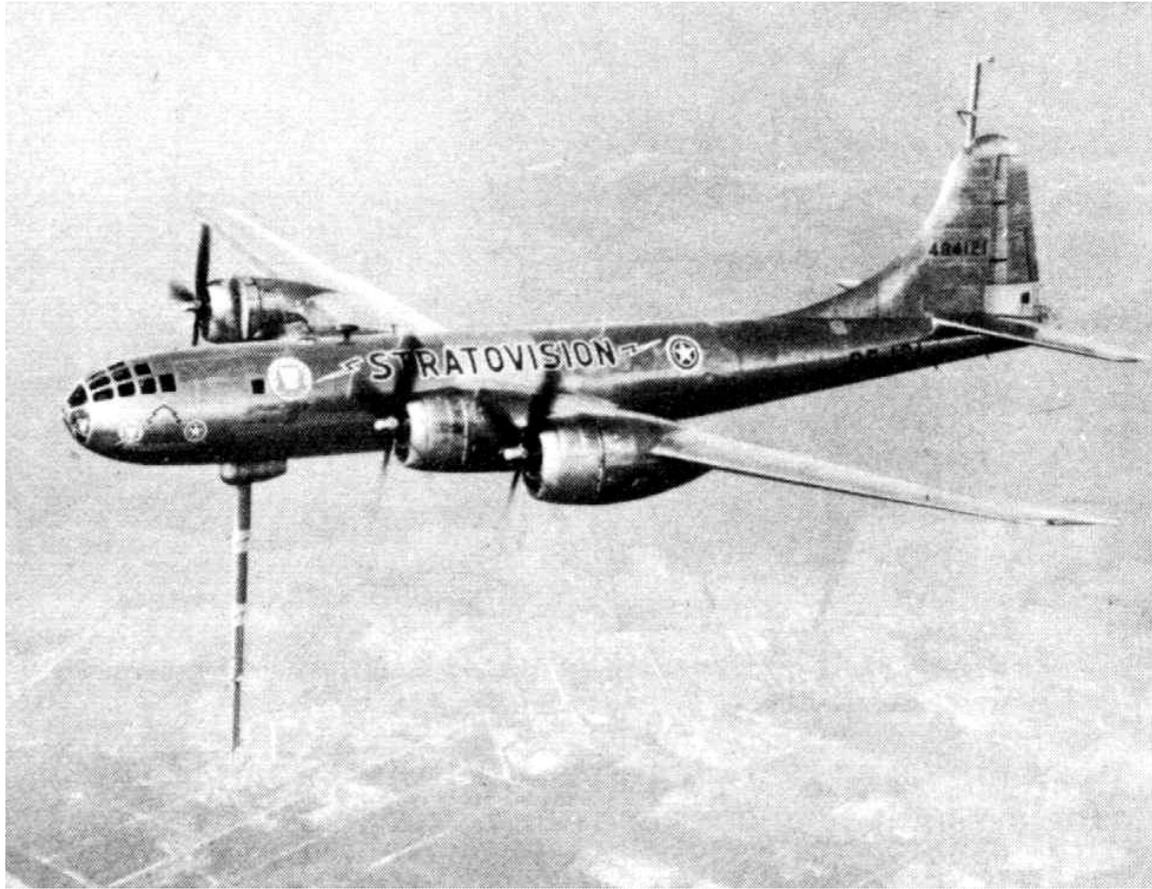


Gravador de VT Ampex VR-1000 (1956)



Gravador Quadruplex, fita de 2" (Ampex – 1960)

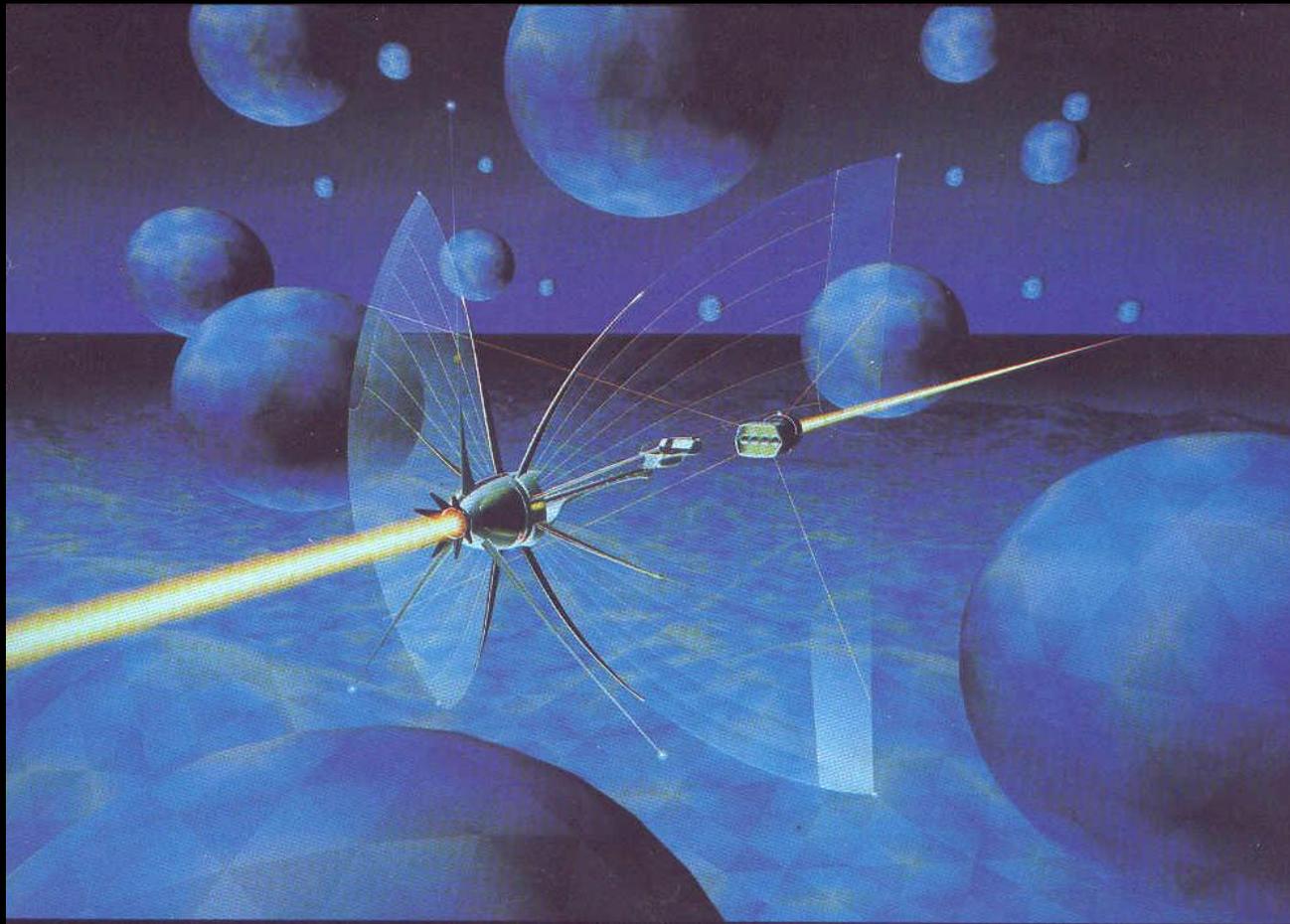
- 1952 Cinema em 3 dimensões com polarizadores (Natural Vision)
- Cinema “wide screen” com projeção anamórfica (CinemaScope)
- Transmissão de TV em UHF é autorizada (canais 14-83)
- 1953 Transmissão de TV a cores padrão NTSC (RCA)
- 1955 Fibra Óptica (Narinder Kapany)



“Stratovision” – Link Transcontinental Aéreo (~1953)

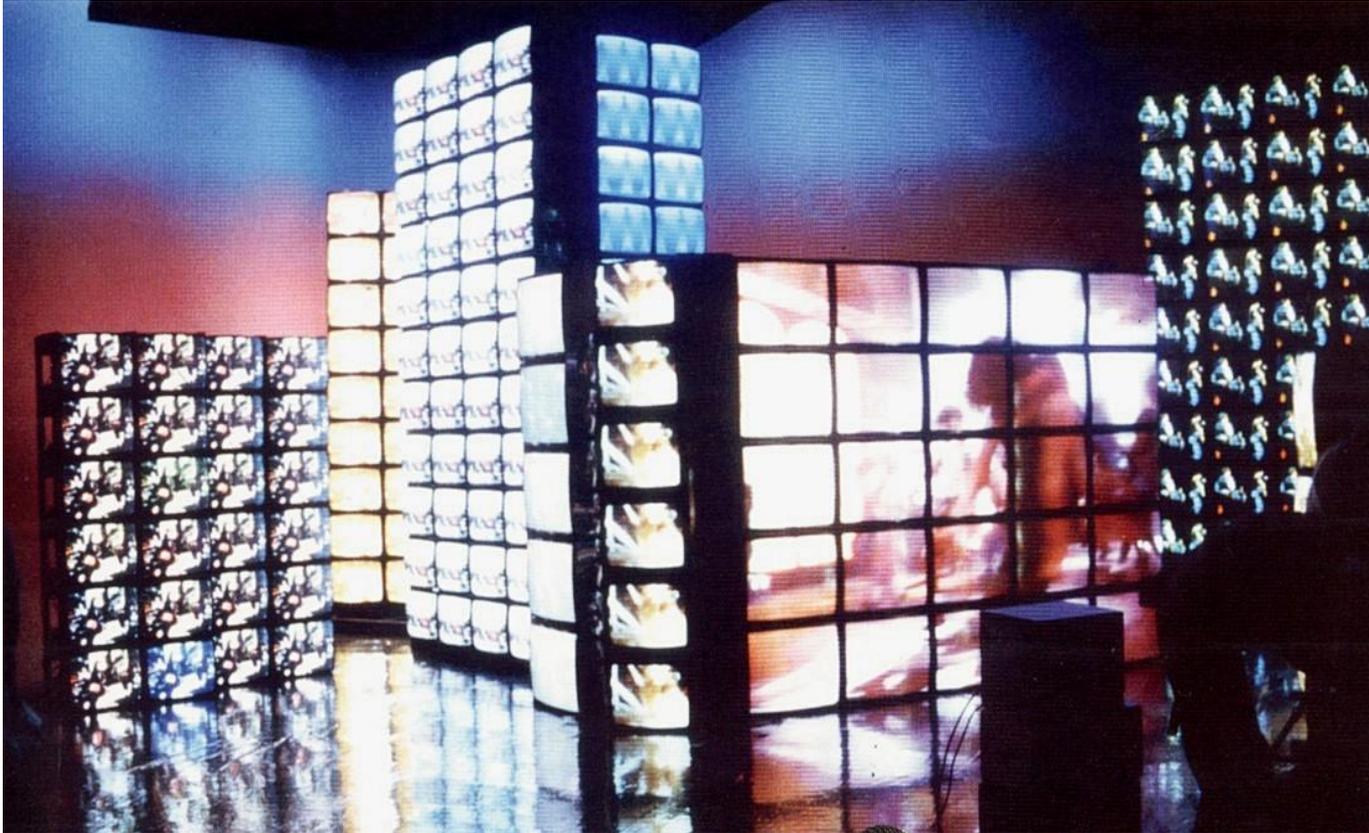
- 1962 Transmissões intercontinentais de TV via satélite (Telstar)
- 1965 Introdução do “Camcorder” (Sony)
Sistema PAL de TV a cores (Alemanha)
- 1966 Sistema SECAM de TV a cores (França / URSS)
- 1972 Videodisco a Laser (Philips)

- 1972 Brasil inicia transmissões de TV a cores no sistema PAL-M (desenvolvido na USP)
- 1974 Demonstração de sistema HDTV com 1125 linhas (Panasonic)
- 1976 Formato VHS para VT (JVC)
- 1977 Uso de fibras ópticas para telecomunicações (AT&T)
- 1980 Câmera de TV estado sólido com CCD



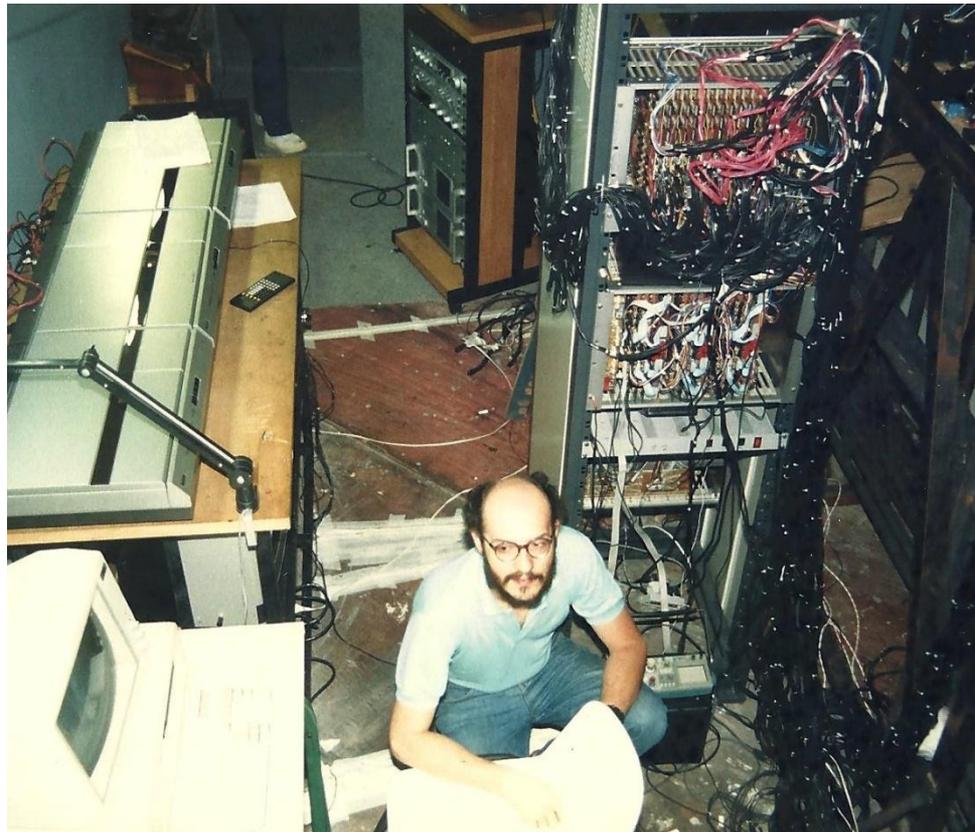
“TRON” (1982) – Primeiro longa metragem em Computação Gráfica

- 1985 Televisor com tela de cristal líquido (Seiko / Epson)
- 1987 Comissão de TV Avançada (ATSC) inicia trabalhos nos EUA
- 1988 Iniciados os trabalhos do comitê MPEG-1 (ISO / IEC)
- 1989 Transmissões regulares em HDTV analógica (NHK)

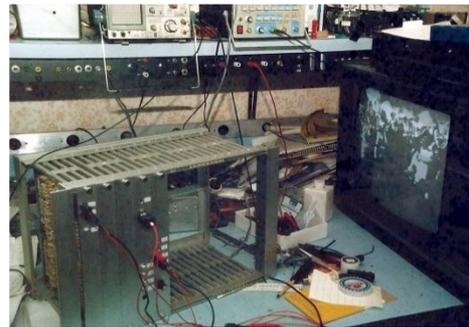


“Videowall” (G.S. - 1987)

Televisão: Um Resumo Cronológico

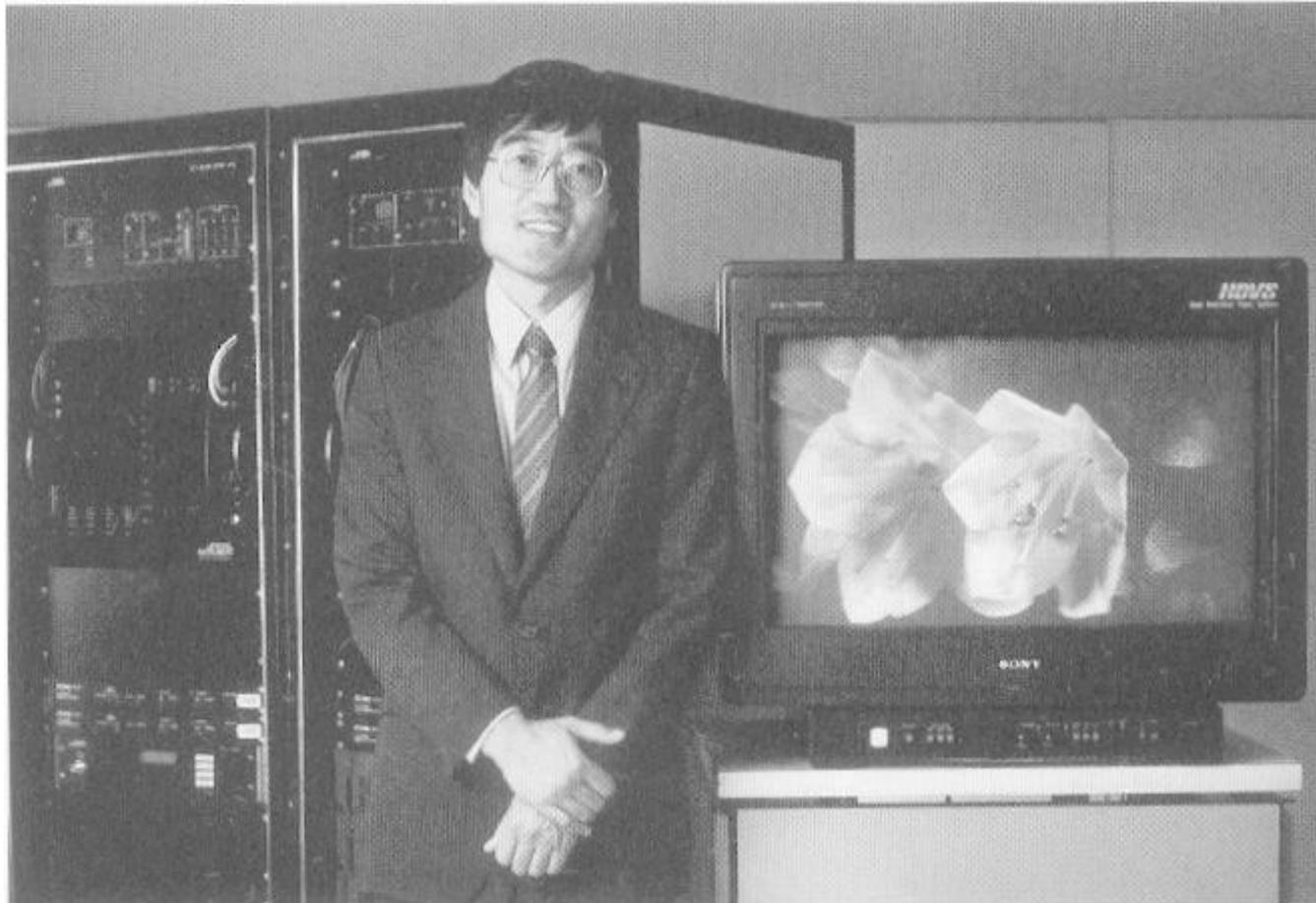


“Videowall” (G.S. - 1987)



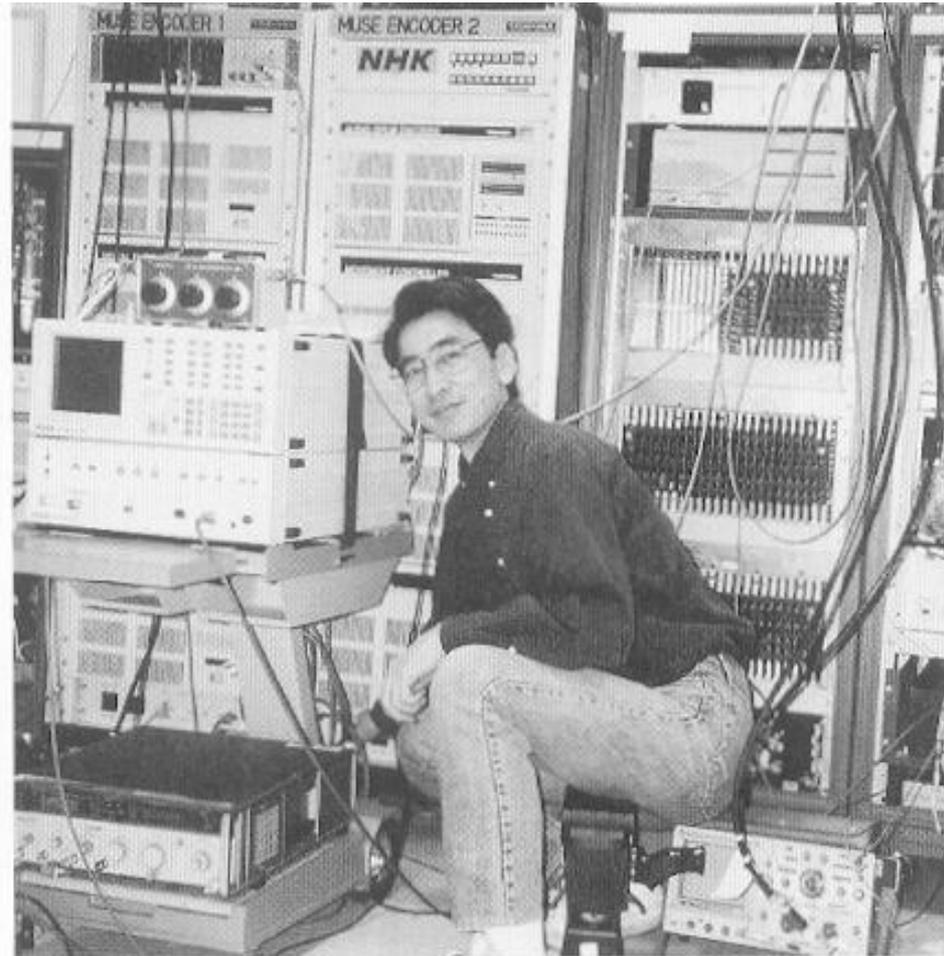
1991 Protótipo de HDTV digital (Woo Paik / General Instruments)

Padrão JPEG de compressão de imagens (ISO / CCITT)



Woo Paik e o Codificador DigiCipher HD (General Instruments)

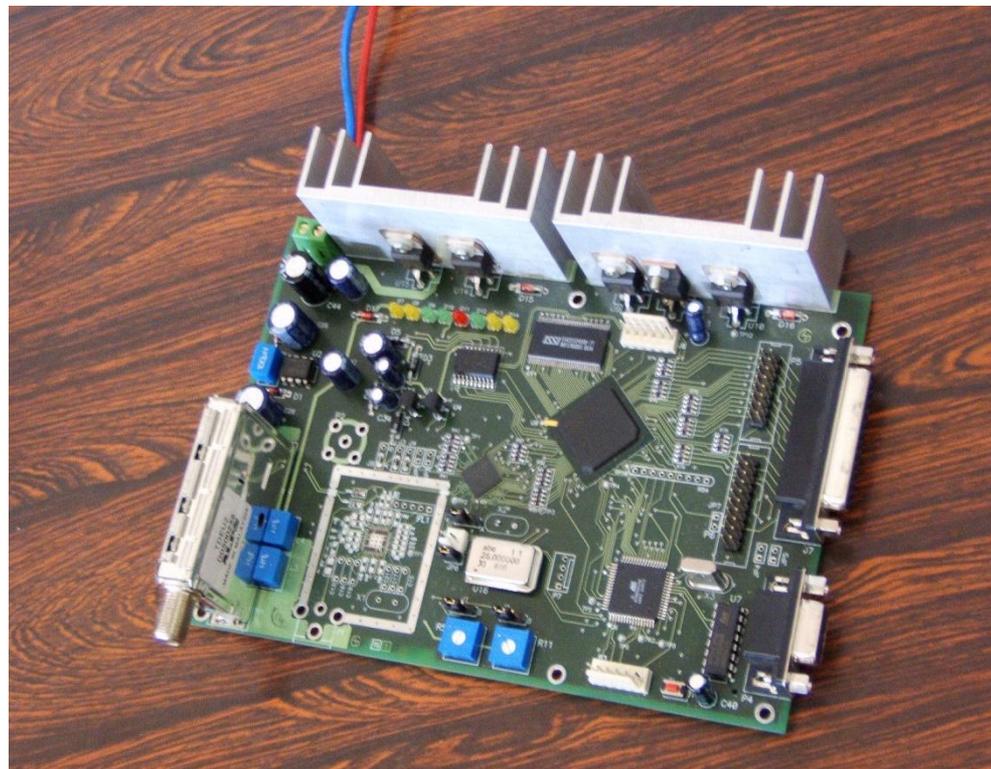
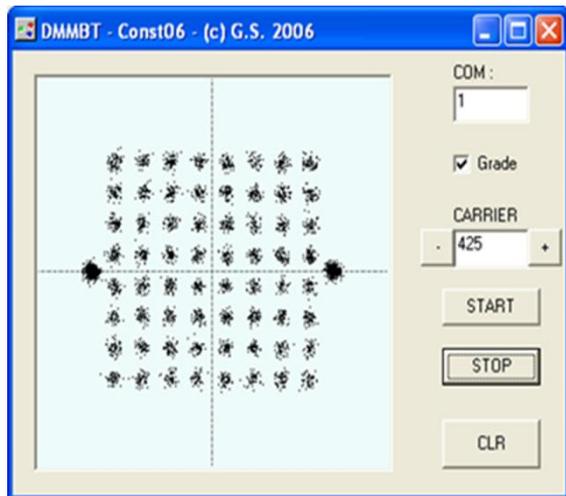
- 1994 Sistema “Direct to Home” de satélite para TV digital (DirecTV)
- 1995 Definido padrão ATSC para radiodifusão de TV digital nos EUA



Engenheiro da NHK ajusta o Codificador MUSE HDTV

- 1995 Primeiro programa de TV transmitido pela Internet (Computer Chronicles)
- 1997 Curso de TV Digital na EPUSP
- 1998 Início de radiodifusão experimental de HDTV digital nos EUA
Sistema DVB-T utiliza modulação OFDM para TV digital na Europa
- 2000 Brasil testa 3 sistemas de radiodifusão de TV digital (SET / ABERT)

- 2003 Não há mais transmissões de TV Analógica em Berlim
- Aprovado padrão de Compressão ITU-T H.264 (ISO/IEC 14496-10)
- 2004 Japão inicia transmissões HDTV Digital no sistema ISDB-T
- 2005 Início Projetos FINEP para Sistema Brasileiro de Televisão Digital
- No Japão, vendas de TV's LCD e Plasma superam as de TV's com cinescópio
- Demonstração de Sistema UHDTV 8k (NHK)



- Protótipo de Receptor para o Sistema Brasileiro de TV Digital (LCS/EPUSP – Mackenzie)



- 2006 Brasil escolhe sistema ISDB-T
- 2007 Iniciam transmissões em TV Digital (SP/RJ)
- 2009 TV Digital no resto do Brasil
EUA encerram transmissões de TV analógica
- 2010 Indústria aposta na Televisão em 3-D
- 2011 Fracasso do sistema DVB-H

- 2011 Sistema ISDB-Tb adotado na América do Sul e em Botswana
- 2012 Fracasso da Televisão 3D
Japão testa a convivência da Televisão digital e do LTE na faixa de UHF
- 2013 TV aberta recupera-se nos EUA
Finalizado padrão ITU-T H.265/HEVC (ISO/IEC 23008-2)
Indústria aposta na Televisão 4k

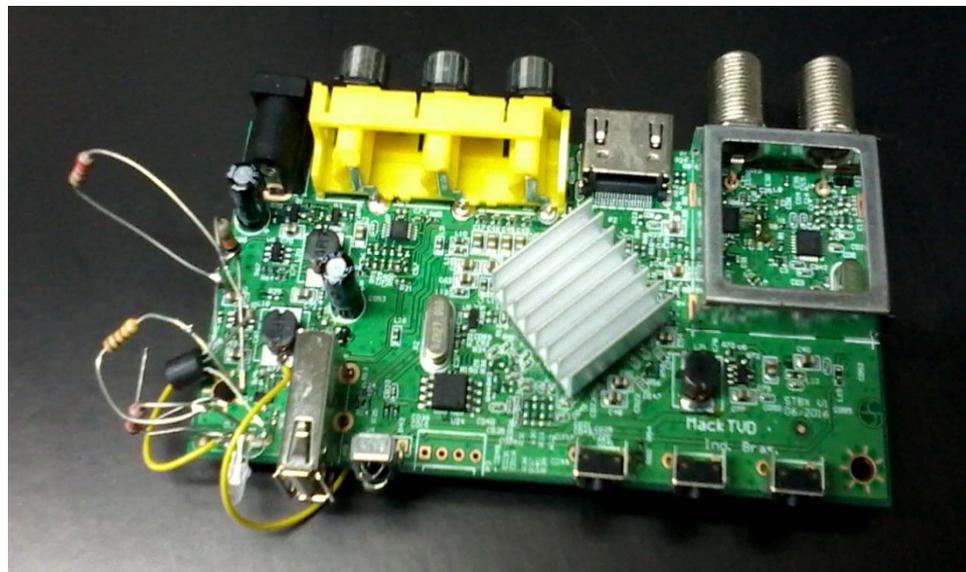


Televisores de Tela Curva (2014)

2015 Brasil inicia “switch-off” (desligamento da TV analógica) nas capitais (?)
Decreto 8.061, 30/07/2013

2016 Brasil encerra TV analógica
Decreto 5.820, 29/06/2006
(Rio Verde – GO – 03/2016)

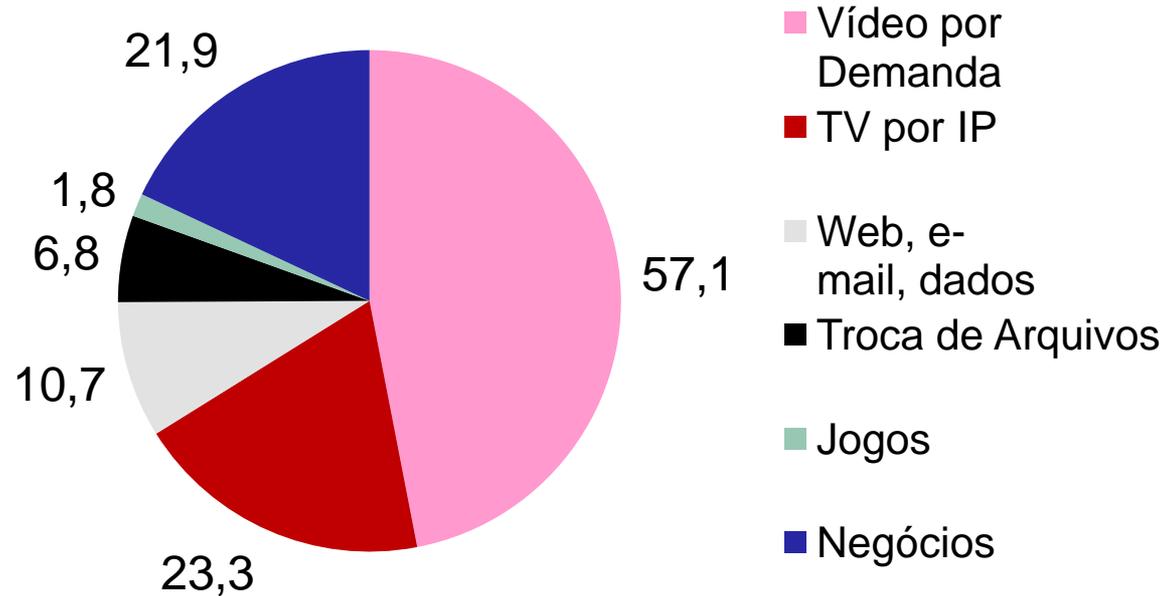
2017 349 municípios desligados
Portaria 1714, 28/04/2016
(São Paulo: 29/03)
3,6 milhões de decodificadores
distribuídos gratuitamente



2017

Vídeo representa 2/3 do tráfego global da Internet

ExaBytes por mês:



Fonte: Cisco Visual Networking Index - 2017

2017

Realidade Virtual: o futuro da TV?





-Viktor-

Photo by Vincent Laforet / The New York Times