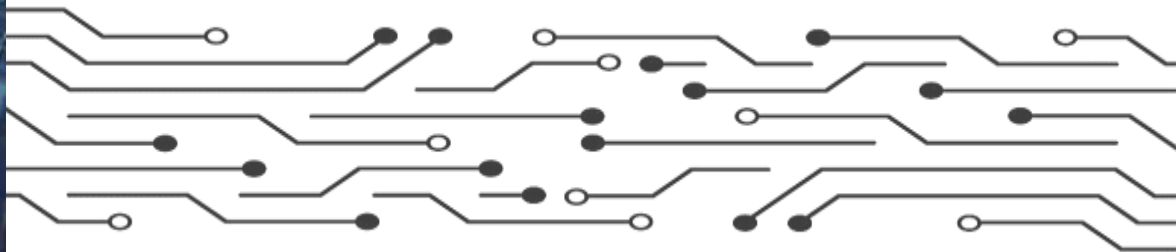




Transmitindo imagens
pelas ondas do rádio. Parte 2

SSTV

História & Conceitos Básicos



#NetBR Ed.289

Nesta Apresentação

Nesta segunda parte, veremos a história e conceitos básicos da transmissão de imagens estáticas através das ondas do rádio, especialmente as tecnologias utilizadas no radioamadorismo.

O conteúdo é direcionado a radioamadores e entusiastas, focando na modulação entre transmissor e receptor. Não abordaremos aqui fórmulas matemáticas, conceitos de eletrônica, nem a captação de imagens (câmeras). A audiência mais experiente poderá tecer seus comentários e contribuições ao final da apresentação, ou na página desta edição ao website dvbrazil.com.br



Belinógrafo

Antes, um aviso: este conteúdo apesar de ter algumas imagens geradas por AI (Inteligência Artificial), seu texto e abordagem são livres de AI, 100% desenvolvidos e escritos por humanos.



Predecessores

Desde 1902 ocorriam experimentos para transmitir imagens e fotografias, usando fios de cobre, ou ondas de rádio. Na década de 20 já existiam equipamentos comerciais que transmitiam fotografias monocromáticas pelas linhas telefônicas, em 1924 a empresa RCA criava o primeiro equipamento de “*radio-facsimile*”. Em meados da década de 30 já existiam disponíveis ao público equipamentos “*radio newspaper*”: uma espécie de impressora monocromática que era ligado ao audio de um rádio AM comum, que recebia a imprimia algumas páginas de notícias, como um jornal, transmitido por uma estação AM comercial.



Estas tecnologias usam um conceito comum e simples. Imagens eram divididas matricialmente: em linhas (*scan lines*, varridas da esquerda pra direita), e cada linha dividida em pontos (*pixels*). Um tom mais escuro gerava um pulso de audio mais grave, tons claros geravam pulsos agudos. O início de cada linha tinha um pulso específico de CR (*carriage return*). No início e final da imagem eram emitidos pulsos sincronizadores. A este padrão foi dado o nome de “*fac-simile*”, termo em latim para “faça igual”.



Do FAX ao Satélite



Satélite Luna 3

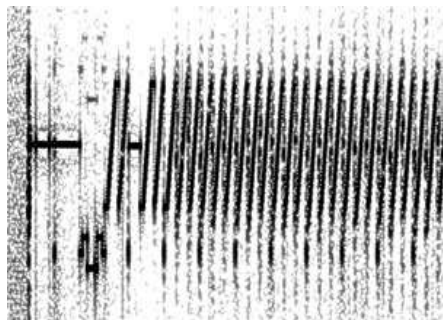


Este padrão “*fac-simile*”, simplesmente chamado de “FAX”, era útil para aplicações preto & branco, mas deixava a desejar em aplicações mono-cromáticas (tons de cinza), especialmente para aplicações científicas, forenses, meteorológicas, e militares. No começo da década de 40 o padrão evoluiu para o “**Radiofax**”, com sua principal inovação: os tons de cinza modulados, indo de 1500Hz do preto absoluto até 2300Hz para o branco absoluto. Ao iniciar, um tom sincronizador, depois as 5 primeiras linhas eram repetidas e continham dados binários para controle. Transmitia as linhas, e um tom para finalizar a transmissão. Na década de 50 o padrão evoluiu para o ATP (comercial) e para padrões militares.

O “Radiofax ATP” (*Automatic Picture Transmission*) era útil para meteorologia e aplicações comerciais. Podia transmitir de 90 a +-3000 pixels por linha, velocidade máxima de 40 mil pixels por minuto. Emitia um tom de 300Hz por 5 segundos para iniciar transmissão, um sincronizador de 30 segundos para sincronização de tempo e amplitude, enviava as linhas, e ao fim, um tom de 450Hz para indicar EOT.

Ao final da década de 50, tratando-se de uma época de Guerra-Fria e lançados os primeiros programas de satélites espiões (**CORONA** nos Estados Unidos e **Zenit** na União Soviética), a transmissão de imagens por rádio precisava evoluir. O padrão System-M de televisão tinha uma resolução muito baixa para as necessidades militares, e o Radiofax era pouco ágil para as altas velocidades dos satélites. Os Soviéticos criaram um sistema próprio baseado em Radiofax, que em 1959 fez as primeiras transmissões de imagens pelo satélite Luna3: ainda que usando uma tecnologia rudimentar baseada em película fotográfica, e não em sensores ópticos.

Do FAX ao SSTV



Na década de 60, os Americanos evoluíram a um novo padrão de transmissão de imagens por rádio. Herdando muitos conceitos do Radiofax, este novo padrão poderia transmitir imagens de alta-resolução, imagens coloridas, e até mesmo vídeos de baixa resolução. Diferente do padrão System-M de televisão, que dividia as linhas em diferentes frequências de rádio (em paralelo), este novo padrão dividiria os *frames* em frequências adjacentes (em série). Dado a esta característica, foi popularmente chamado de “*Slow Scan TeleVision*”, ou SSTV. Por ser uma tecnologia analógica, imagens fixas poderiam (e eram) captadas por inimigos, e até por civis radioamadores, tanto que em 1964 o FCC liberou a “modulação SSTV” para as bandas de radioamadorismo.

Todavia os radioamadores não tinham acesso as mesmas tecnologias da NASA ou militares. Por mais de uma década ficaram tecnologicamente limitados e receber uma imagem fixa, geralmente utilizando tecnologias caseiras adaptando receptores de Fax ou Radiofax, para poder “plotar” as imagens em papel ou televisor. Com a chegada dos PCs (*Personal Computers*) na década de 70, os radioamadores passaram a utilizar (e a desenvolver) a tecnologia SSTV com maior propriedade. Ainda que apenas para trafegar imagens fixas, não vídeos.

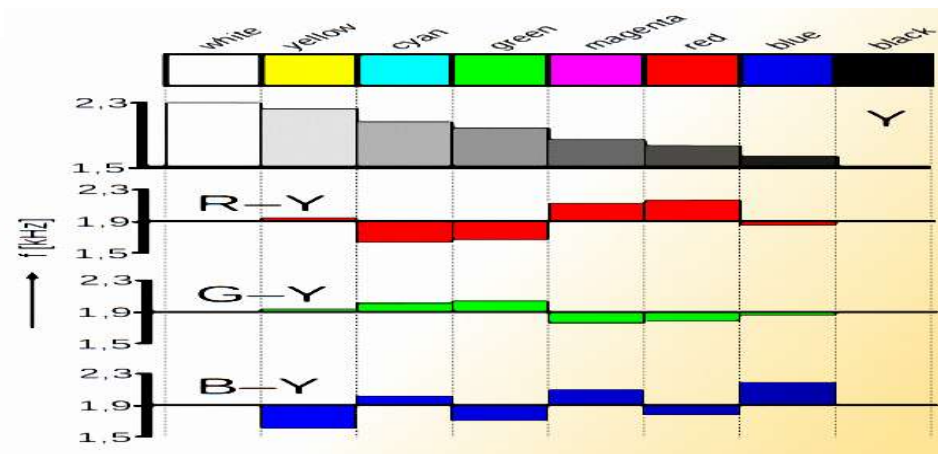
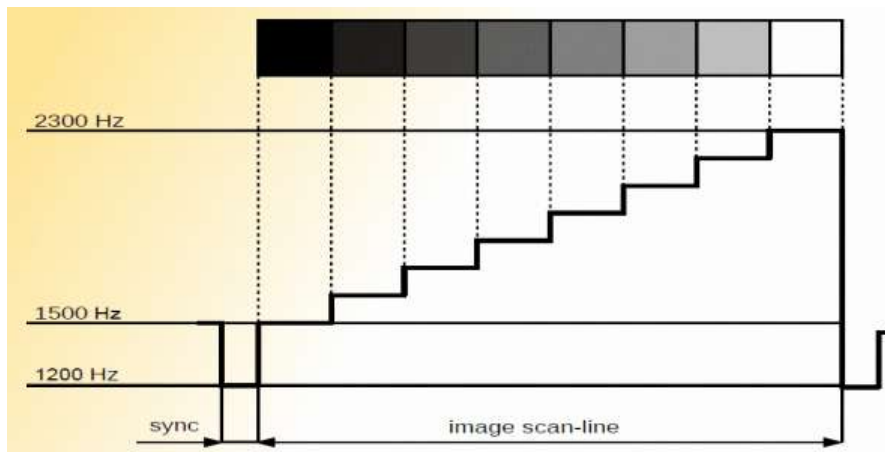
Não entraremos, nesta apresentação, sobre os detalhes técnicos dos padrões espaciais/militares da SSTV, mas abordaremos adiante quanto ao radioamadorismo.

SSTV no Radioamadorismo

Alguns conceitos técnicos básicos... No radioamadorismo, o SSTV opera com largura de banda entre 3 e 35KHz, com frequências de **audio** entre 150Hz e 3KHz. No início de uma nova imagem, há um sinal de sincronização de 1200 Hz seguido por um pulso de 300 ms a 1500 Hz. Isso sinaliza ao receptor que uma nova imagem está sendo transmitida. Na sequência é enviado o cabeçalho da imagem: tom de 1900Hz por 300ms, tom de 1200Hz por 10ms, e mais 300ms a 1900Hz, na sequência contendo uma sequência binária (1100Hz para 1, 1300Hz para zero) que contém identificadores de cada sub-padrão (ex: largura em pixels, altura em linhas, padrão de cor, identificador do sub-padrão, etc). Antes de transmitir cada linha de pixels, é emitido um pulso de 1200 Hz por 5 ms, informando ao receptor que uma nova linha está começando.

A imagem é transmitida linha por linha, com os componentes de cor (vermelho, verde e azul) sendo enviados **separadamente** a cada pixel, variando entre 1500 Hz e 2300 Hz (maior o brilho, maior a frequência).

Ao final da imagem, é transmitido um tom de 450Hz. Uma imagem colorida de 320x256pixels é transmitida em 36 seg.



Modulação BW (esquerda) e modulação em cores (acima)

SSTV no Radioamadorismo - Padrões

O SSTV no radioamadorismo adotou diferentes “sub-padrões”, sendo os “BW” e “Robot” os mais simples e de transferência mais rápida, por serem monocromáticos (tons de cinza). **Lembremos que independe de modulação, AM, FM, SSB, phono, são possíveis: pois trata-se de um audio.**

Em linhas gerais, os diferentes padrões irão pré-determinar as dimensões da imagem e sua velocidade de transferência. Os mais utilizados são o Martin e o Scottie, e são poucas as diferenças entre eles (ex: o Scottie é 8ms mais rápido a cada linha, em relação ao Martin).

Popular Analog SSTV protocols used in Amateur Radio

Mode	Color System	Transfer Time (s)	Resolution	Speed (LPM)
Martin 333	RGB	114	320x240	134.3
Martin 334	RGB	118	320x240	134.3
Martin 34	RGB	119	320x240	134.3
Scottie 333	RGB	110	320x240	140.1
Scottie 334	RGB	114	320x240	140.1
Scottie 34	RGB	115	320x240	140.1
Robot 333	YC	112	160x120	60.0
Robot 334	YC	116	160x120	60.0
Robot 34	YC	117	160x120	60.0
W7 24	RGB	24	128x64	33.3
W7 44Q	RGB	44	128x64	33.3
W7 60	RGB	60	128x64	33.3
W7 300	RGB	300	256x128	49.6
W7 600	RGB	600	256x128	49.6
W7 1800	RGB	1800	256x128	49.6
AVT 24	RGB	31	128x64	60.0
AVT 90	RGB	90	128x64	60.0
AVT 94	RGB	94	128x64	60.0
AVT 188	RGB	188	128x64	60.0

RGB - Additive Color Mixing Protocol
 YC - Composite Color Protocol (YCrCb)

Compiled by Basu VU2NSB
<https://vu2nsb.com/>

Faça você mesmo(a)

Gostou do SSTV? Você consegue iniciar na modalidade, facilmente e mesmo sem transceptores de rádio. Basta ter a disposição dois smartphones, ou um smartphone e um computador. Abaixo listamos algumas sugestões de aplicativos SSTV mais utilizadas por radioamadores.

Plataforma	Aplicativos recomendados
Android	Robot36, DroidSSTV
iPhone (iOS)	SSTV Slow Scan TV, CQ SSTV
Windows	MMSSTV, EasyPal, RX-SSTV
Linux	QSSTV, FLDigi
MacOS	MultiScan 3B, CocoaModem

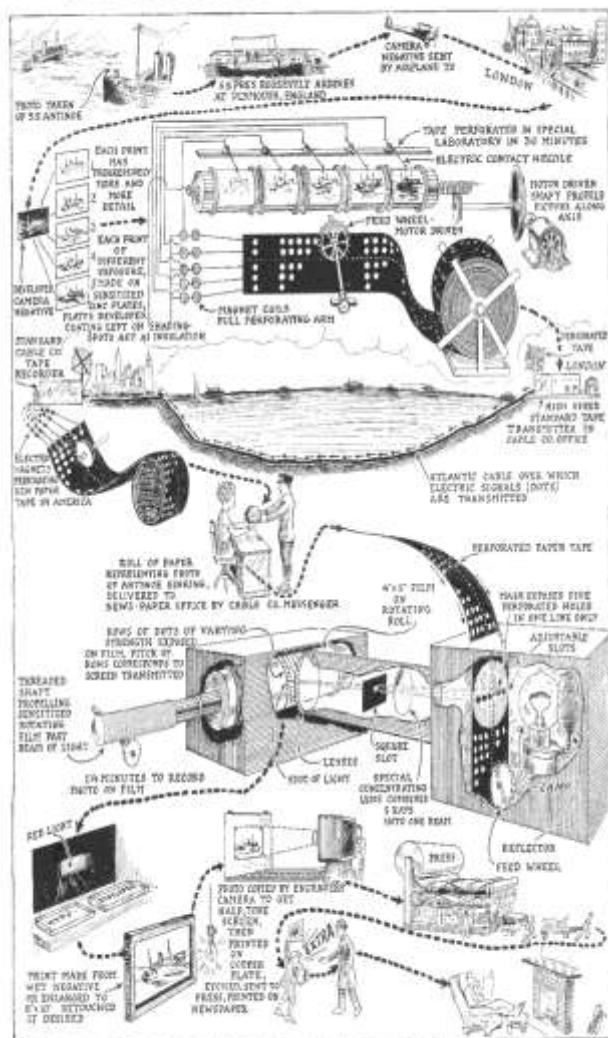
Além do SSTV, radioamadores também praticam outras modalidades de transmissão de imagens e vídeos, embora algumas sejam apenas para recepção. Abaixo listamos algumas destas tecnologias. Caso tenha interesse no assunto, sugerimos pesquisar e conhecer:

- ATV** (*Amateur Television*) - Transmissão de vídeo ao vivo, analógico ou digital.
- FSTV** (*Fast Scan Television*) - Vídeo ao vivo com taxa de quadros rápida.
- HF FAX** (*Weather Fax*) - Transmissão de gráficos e mapas meteorológicos via HF.
- MFSK** - Modos digitais que podem transmitir imagens simples.
- HamDRM** - Transmissão digital de alta qualidade, incluindo imagens.
- Packet Radio** - Transmissão de dados, incluindo imagens, por rádio.

Science and Invention for April, 1958

1087

How Photos Are Cabled Across Atlantic



Considerações Finais

Curiosidade: eventualmente a ISS (Estação Espacial Internacional) transmite imagens em SSTV aos radioamadores, em 145.80MHz nos modos PD120 ou Martin (FM).



Nesta apresentação vimos parte da história de transmissão de imagens por rádio, até chegarmos ao SSTV no radioamadorismo. Todavia, e inevitavelmente, pesquisas históricas que envolvem tecnologias militares, deparam-se com fatos imprecisos e/ou conflitantes. Algumas fontes citam que o SSTV surgiu em 1957 para uso pela NASA em aplicações espaciais, outras fontes citam que o SSTV surgiu em 1955 para uso militar de espionagem aérea. Ademais, alguns aspectos técnicos da tecnologia SSTV foram aqui bastante resumidos, de forma que um radioamador que ainda não conheça a tecnologia, possa a entender de forma fácil, ao menos os conceitos básicos.

Aos experientes em História ou SSTV, algumas informações neste conteúdo podem parecer imprecisos, e de fato o são, sejam por fontes conflitantes, ou por tecnicidades muito resumidas. A estes, solicitamos a compreensão, por tratar-se de conteúdo destinado a leigos e entusiastas.

Ao final deste documento, sugerimos uma lista bibliográfica para consulta.



AGRADECEMOS PELA ATENÇÃO

#NetBR Ed.289

Bibliografia sugerida:

https://en.wikipedia.org/wiki/Slow-scan_television
https://en.wikipedia.org/wiki/Video_camera_tube#Vidicon
<https://www.worldradiohistory.com/Archive-Electrical-Experimenter/EE-1915-08.pdf>
https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_picture_transmission
<https://vu2nsb.com/cw-digital-radio/slow-scan-tv-sstv/>

•O Autor deste artigo (PY2UTU) e seus divulgadores (DVBrazil) não assumem responsabilidade sobre atos ou omissões de terceiros que venham mencionar o conteúdo deste artigo em outros conteúdos e materiais e meios. Algumas imagens presentes são de domínio público, as demais imagens presentes neste conteúdo foram geradas por AI e cedidas a DVBrazil. Reprodução ou divulgação, ainda que parcial, requer prévia autorização da DVBrazil.