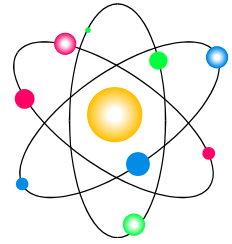


TUTORIAL 2_____



TEORIA

DAS

TRANSMISSÕES DIGITALIZADAS

RTTY

RTTY (**R**adio **T**eletype) ou rádio-teletipo, é um modo de transmissão digital, via rádio. A exemplo da transmissão em telegrafia, o RTTY usa um código para gerar os números, letras e alguns caracteres. Este código é composto de **sete dígitos** e é conhecido internacionalmente como Código Baudot ou Murray. Destes sete dígitos, cinco são utilizados para gerar os dados de informação e os outros dois para controle de tráfego.

1. Características principais:

Velocidade de transmissão.....	Lenta
Código utilizado.....	Código Baudot
Combinação de caracteres.....	Limitado
Recepção dos sinais.....	Sensível a interferência
Recepção de arquivos.....	Pouco confiável (*)

(*) Não existe correção automática de erro.

2. Velocidade de transmissão

A velocidade normalmente usada pelos radioamadores é de 45,5 bauds, o que equivale a 60 ppm (palavras por minuto). Nas transmissões comerciais, são utilizadas outras velocidades, podendo chegar a 300 bauds.

3. Código utilizado

O código utilizado para transmissão de RTTY é o **International Telegraph Alphabet Number 2** (ITA 2), também conhecido como Código Baudot ou Código Murray. Este código é composto de um **bit de partida** (Start Bit), **cinco bits** que ao se combinarem formam o código Baudot e um **bit de parada** (Stop Bit).

Como todo sinal binário, ele possui dois estados: **alto** e **baixo**. Na linguagem de RTTY estes estados são conhecidos como **MARCA** (com sinal) e **ESPAÇO** (sem sinal). Eles são formados por duas frequências, que podem ser de áudio ou RF, com uma diferença entre si (no caso dos radioamadores) de 170 Hz. Esta diferença de frequências é chamada **SHIFT**, ou desvio. Nas transmissões comerciais são usados outros valores de SHIT (425 e 850Hz). Quando utilizamos frequências de RF para gerar os sinais de RTTY, o método usado é o **FSK** (**F**requency **S**hif**t** **K**eying), e quando usamos frequências de áudio, **AFSK**. Neste caso, estas frequências são geradas pelo próprio TNC, as quais são injetadas na entrada de microfone.

Nas frequências de radioamadores, os valores mais utilizados são os seguintes:

TIPO	MARCA	ESPAÇO	SHIFT
AFSK	2.125 Hz	2.295 Hz	170 Hz
FSK	1.275 Hz	1.445 Hz	170 Hz

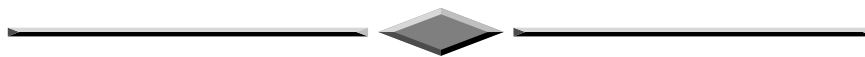
Adotou-se como padrão mundial no radioamadorismo, o emprego do AFSK e do uso do transceptor em LSB nas faixas de HF para transmissão de sinais digitais, embora no passado, o uso do AFSK estivesse restrito às faixas de VHF.

4. Combinação de caracteres

Como o Código Baudot é composto de apenas cinco dígitos, este número limita a combinação até um limite de 32 caracteres. Isto, obviamente não proporciona combinações suficientes para todas as 26 letras do alfabeto mais os números e os sinais de pontuação. Para contornar este problema, dois comandos especiais estão reservados: LETTERS SHIFT e FIGURES SHIFT. Com estes dois comandos o número de combinações é ampliado para 64 caracteres.

Na prática, quando você inicia uma transmissão em RTTY, o sistema se posiciona automaticamente em LETTERS SHIFT, permitindo desta forma que as letras do alfabeto sejam transmitidas. Quando você digita números ou sinais de pontuação, o terminal automaticamente insere o comando especial FIGURES SHIFT, permitindo assim a transmissão desses caracteres.

Um outro problema é a falta de confiabilidade na transmissão de textos. Como o controle de envio dos caracteres é definido pelos dígitos Start/Stop bits, a estação que envia os dados não tem um controle efetivo se o caractere foi recebido na estação de destino corretamente. Qualquer ruído ou interferência que ocasione a reversão da polaridade do sinal, resulta na perda de dados.



ASCII

Abreviatura de **American Standard Code for Interchange Information**, é um modo de transmissão digital que usa um código de 8 bits. Este número de bits torna desnecessário o uso do artifício empregado em RTTY para gerar todos os caracteres, números, etc.

1. Características principais:

Velocidade de transmissão.....	Maior velocidade de transmissão.
Código utilizado.....	Código ASCII Internacional. (8 bits)
Combinação de caracteres.....	Maior número de combinações.
Recepção dos sinais.....	Sensível a interferência
Recepção de arquivos.....	Pouco confiável (*)

(*) Não existe correção automática de erro.

2. Código utilizado

O código utilizado na transmissão em ASCII, leva o seu próprio nome. Entretanto, este modo de transmissão digital de dados, na realidade, é uma transmissão de rádio-teletipo, com algumas características próprias. Senão vejamos:

O código ASCII, utilizado internacionalmente para a transferência de dados, foi empregado com vantagem nas transmissões de rádio-teletipo pois permite 256 combinações, proporcionando a possibilidade de transmitir todos os caracteres do alfabeto, os números, os sinais de pontuação e os caracteres de controle dos comunicados. Como em RTTY, o chaveamento das frequências para gerar o código ASCII, tanto pode ser feito em FSK, como em AFSK.

3. Velocidade de transmissão

A velocidade de transmissão em ASCII, normalmente usada pelos radioamadores é de 110 bauds e o desvio (SHIFT), a exemplo do RTTY é de 170Hz.

4. Limitações e desvantagens

Apesar da transferência de dados ser efetuada numa velocidade maior, o mesmo problema existente na recepção em RTTY, também estão presentes nesta modalidade, isto é: os sinais transmitidos podem não ser decodificados corretamente na estação de destino, pois não existe um controle efetivo neste sentido.

AMTOR

Amateur Teleprint Over Radio. Esta modalidade de transmissão foi desenvolvida para evitar os problemas existentes nas modalidades RTTY/ASCII. O conceito básico do AMTOR é assegurar que um erro na recepção do sinal transmitido não será impresso ou mostrado na tela. Isto é conseguido, transmitindo-se junto com os dados os caracteres extras de controle. Neste sistema, uma transmissão em AMTOR é composto de sete bits de dados ao invés de cinco. Quatro bits são de polaridade H (alta e o restante de polaridade L (baixa). Existem 35 combinações possíveis de sete bits e 32 delas são traduzidas para os caracteres standards do código Baudot (RTTY). As três combinações restantes são usadas como sinais de controle especiais. Qualquer sinal recebido na estação receptora que não esteja dentro da relação 4H/3L será recebido como erro.

AMTOR é composto de três diferentes modos:

- A -ARQ (Automatic Request)
- B - FEC (Forward Error Correction
- L (Listen)

O **modo ARQ**, também conhecido como **modo A** é usado para comunicação entre duas estações específicas, linkadas por um sistema especial chamado **SELCAL** (Select Call). O SELCAL é uma espécie de senha, composta de 4 caracteres, normalmente quatro letras do indicativo do próprio operador. No SELCAL só é permitido o uso de letras do alfabeto, não sendo aceito números ou sinais de pontuação. No modo ARQ, após a recepção de um erro, a estação receptora (IRS - Information Receiving Station) automaticamente solicita da estação transmissora (ISS - Information Sending Station) para repetir os últimos caracteres transmitidos, até que sejam recebidos corretamente. Neste modo, a comunicação só é permitida entre as duas estações que estão linkadas pelo SELCAL.

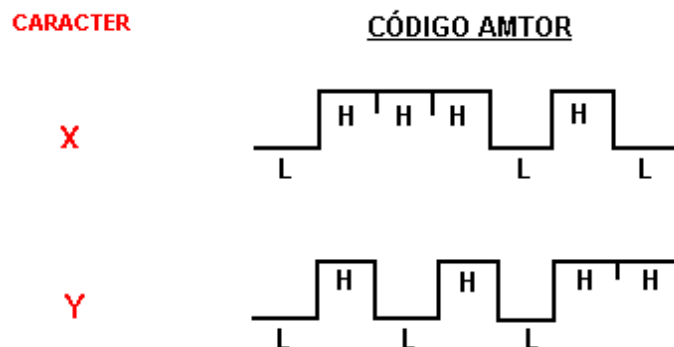
O **modo FEC** é usado para ser ouvido por um grande número de estações. Pode ser usado para a transmissão de mensagens, boletins, ou fazer um chamado geral (CQ). No modo FEC, caracteres de sete bits são transmitidos duas vezes. A estação receptora, por sua vez, seleciona qual dos dois caracteres tem a relação 4H/3L e assim imprimirá o caracter correto. Este modo do AMTOR é considerado uma combinação mais confiável do que a transmissão convencional de RTTY, porém ainda sujeita a erros, pois nela não existe a correção automática de sinal (CRC). A estação oficial da ARRL (W1AW) usa este modo para a transmissão de seus boletins.

O **modo L** é usado para podermos escutar o comunicado entre duas estações que estejam linkadas e transmitindo entre elas no modo ARQ. Como, obviamente, a estação que está escutando não está linkada, conseqüentemente não receberá o sinal de controle e assim, certamente, poderá perder parte das mensagens transmitidas entre as duas estações.

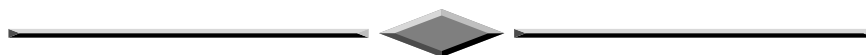
Construção da informação em AMTOR.

Um caracter consiste de sete data-bits. Quatro bits são em estado-alto (H) e três em estado-baixo (L). A transmissão é feita em blocos de 3 caracteres. Cada bloco é transmitido pela estação ISS em 210ms, em seguida escuta durante 240ms uma resposta da estação IRS e então transmite mais 3 caracteres. A estação ISS guarda na memória os três últimos caracteres transmitidos até receber o acknowledgment “recebido” da estação IRS. Ao receber a confirmação, a estação ISS passa a transmitir os próximos três caracteres. Quando qualquer sinal é recebido com uma relação que não seja 4H/3L, a estação receptora (IRS) automaticamente solicitará da estação transmissora (ISS) que repita o sinal enviado. São necessários 70 milisegundos para a transmissão de um caracter de sete bits a uma velocidade de 100 bauds.

Exemplo da construção de um sinal em AMTOR.



Um bloco é composto de um grupo de 3 caracteres de sete bits (210 milisegundos) transmitido em série. Após a transmissão de um bloco, o transceptor retorna para recepção por 240 milisegundos, para receber o sinal de controle de sete bits da estação receptora com a qual estiver linkado. O sinal de controle é que determinará o próximo grupo de 3 caracteres a ser transmitido. No caso de ser detectado um erro, o mesmo bloco será retransmitido até que seja decodificado corretamente. Não existe a possibilidade de ser impresso um erro. A transmissão é feita em blocos consecutivos de 3 caracteres cada.

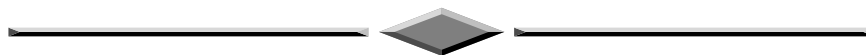


PACTOR

O **Pactor** é a combinação das melhores características do Packet e do Amtor. Ele possui seleção automática da taxa de transferência de dados (baud rate), compressão de dados, otimização do comprimento do pacote, memória para correção automática do sinal recebido e outras características, como a transferência de dados isenta de erros, através do uso de um código de detecção de erro, composto de 2 bytes (CRC, 8 bits para transferência de dados e acima de 8 bytes para identificação, permitindo o uso do indicativo para controle de linkagem.

A transmissão de dados pode ocorrer em 100 ou 200 bauds. O controlador de Pactor determinará automaticamente a velocidade ótima, dependendo das condições de propagação, ruído, fading, da faixa de HF. Se o link não é perfeito durante a transmissão a 200 bauds, o controlador (TNC) automaticamente diminuirá a velocidade para 100 bauds. Se a transferência de dados prosseguir normalmente a 100 bauds, o TNC novamente aumentará a velocidade para 200 bauds, e assim sucessivamente.

O Pactor também tem a possibilidade de comprimir os dados, usando a técnica de compressão **Huffman**. Em 200 bauds, o Pactor normalmente irá transmitir 20 caracteres de dados em cada pacote (frame). Com a técnica de compressão, é possível transmitir acima de 20 caracteres. Em 100 bauds, cada frame normalmente comporta 8 caracteres, mas com a compressão mais caracteres poderão ser transmitidos. A técnica de compressão é aplicada frame a frame. Desta forma um frame pode estar comprimido e outro não. Este processo de compressão é totalmente controlado pelo TNC. Finalmente, nas transmissões em Pactor, os frames repetidos com erro são combinados até formarem um bom frame. Este processo é chamado **Memory-ARQ**.



CLOVER II

CLOVER, foi desenvolvido por volta do ano de 1995, nos Estados Unidos. O seu sistema fundamenta-se na correção dos efeitos adversos que a propagação nas faixas de HF impõe aos sinais digitais. São eles, a relação sinal/ruído e o multipath, que provoca o fading seletivo. O principal problema do Packet em HF, a 300 bauds. Sua característica principal é a variação dinâmica da taxa de transferência de dados, que varia de 31,25 bauds por segundo quando a propagação está ruim, até 500 bits por segundo em boas condições de propagação. O CLOVER trabalha a uma velocidade de 31,25 bauds. Apesar de ser uma velocidade menor até mesmo que a utilizada no RTTY, o CLOVER consegue atingir maiores taxas de transferência de dados, utilizando algumas técnicas, como veremos a seguir.

A modulação usada é em PSK com duas, quatro, oito até dezesseis fases distintas para codificar de 1 até 4 bits de informação em cada pulso. Esse sinal é então transmitido num sistema de quatro tons de áudio (a modulação em PSK utiliza somente dois) resultando em uma largura de banda de somente 500 Hz, o que é facilmente recebido, utilizando-se os filtros de CW já existentes nos rádios modernos.

Quando as condições de propagação estão boas, o CLOVER vai mais além e adiciona dois ou quatro níveis de modulação em amplitude, para atingir a maior taxa de transferência de dados possível, sem alterar a velocidade de modulação que é de 31,25 bauds. Com isso ele passa a transmitir 8 ou 16 bits em cada alternância de fase ou de amplitude. Multiplicando-se 16 por 31,25 chegaremos a 500 bits por segundo!

A modulação em PSK pode ser um problema, porque a largura de banda resultante é muito grande. O CLOVER evita isto chaveando os quatro tons com uma forma de pulso cuidadosamente escolhida, chamada função Dolph-Chebyshev e alterando as fases do sinal somente nos cruzamentos por zero. O resultado disso é que a energia de um sinal CLOVER de quatro tons está extremamente concentrada dentro de 500 Hz de banda. Com o limite de 60 dB imposto pela quantização no conversor digital-analógico (DAC), as bandas laterais transmitidas pelo sistema CLOVER ficam 50 dB atenuadas fora dos 500 Hz de banda ocupados pelo sinal. Duas transmissões em CLOVER podem ser espaçadas de somente 500 Hz (borda-a-borda) com uma rejeição mútua de 55 dB.

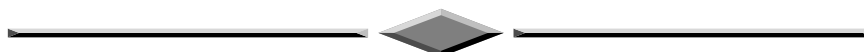
Gráficos do espectro de sinais do CLOVER, PACKET e AMTOR mostram que o CLOVER é muito mais concentrado. Não somente isso, ele é também mais rápido em condições similares nas faixas de HF.

O sistema CLOVER utiliza uma técnica de correção de erros conhecida como “Codificação Reed-Solomon”. Esta técnica transmite uns poucos bits extras e usa uma redundância cuidadosamente codificada nos dados para corrigir os eventuais bits recebidos errados, sem necessitar de retransmissões. Assim sendo, uma codificação Reed-Solomon com uma eficiência projetada de 60% pode corrigir 25 bits errados em um bloco de 255 bits. Por ter essa facilidade de corrigir dados recebidos com erro, o CLOVER está apto a enviar frames mais longos sem perda significativa de dados.

Há 8 modos de modulação básicos no CLOVER que podem ser escolhidos (diferentes números de fases e amplitudes para cada pulso), vezes 4 tamanhos de frames, mais 4 codificações Reed-Solomon diferentes de variadas eficiência e capacidade de correção de erros,

para um total de 128 modulações diferentes! Cada uma dessas 128 modulações tem a mesma largura de banda de 500 Hz. O CLOVER controla também a potência de saída do transmissor.

(Estas informações sobre CLOVER, foram obtidas do Packet Status Register, boletim editado pela Tucson Amateur Packet Radio, nr. 46 de Abril/92)



TERMINOLOGIA

- ACK** - Abreviatura de *ACKNOWLEDGMENT*. Nas transmissões de *AMTOR* e *PACTOR* as estações trocam *ACK* para verificarem se a informação foi recebida sem erro.
- AFSK** - Abreviatura de *Audio Frequency Shift Keying*.
- AMICON** - Abreviatura de *Amsat International Computer Network*. Rede de packet envolvendo o satélite *OSCAR-10* que age como gateway para as estações terrestres.
- AMTOR** - Abreviatura de *Amateur Teleprint Over Radio*. Uma modalidade de transmissão digital que emprega uma técnica de correção automática de erro.
- ASCII** - Abreviatura de *American Standard Code for Information Interchange*. Um código que consiste de sete bits de informação. Modalidade de transmissão usada no radioamadorismo.
- AX25** - Protocolo usado nas transmissões de packet pelos radioamadores.
- BAUD** - Unidade de velocidade de transmissão de dados digitais.
- BAUDOT** - Código usado nas transmissões de *RTTY*, onde cinco bits representa um caracter.
- BBS** - Abreviatura de *Bulletin Board System*. Nome genérico dado às estações que utilizam softwares que permitem a troca de mensagens e boletins, upload e download de arquivos, etc. O programa mais famoso é o *FBB*.
- BELL 103** - Modem ou TNC que transmite a 300 bauds, full-duplex, usando 200 Hz de shift, FSK e frequências de tons de 1170 e 2125 Hz.
- BELL 202** - Modem ou TNC Standard que transmite a 1200 bauds, marca de 1200 Hz e espaço 2200 Hz, usado em packet nas faixas de VHF-FM
- BIT** - Abreviatura de *Binary Digit*. Unidade de medida binária.
- BYTE** - Grupo de oito bits, capaz de representar um caracter.
- CRC** - Abreviatura de *Cyclic Redundancy Check*. Uma operação matemática cujo resultado é enviado junto com um bloco de transmissão. A estação receptora usa o CRC para verificar se os dados foram recebidos integralmente.
- DIGIPEATER** - Estação usada como repetidora de sinais digitais, permitindo o link entre estações que não se escutam.
- DOWNLOAD** - Ato de “baixar” arquivos de um BBS ou FTP Server.
- FEC** - Abreviatura de *Forward Error Correction*. Uma técnica de controle de erros usada em *AMTOR*, que permite o controle de vários erros na transmissão de dados.
- FLAG** - Bytes usados para iniciar e terminar um frame em packet.
- FRAME** - Bloco de transmissão de dados, usado em packet, consistindo dos seguintes campos: opening flag, address, control, information, frame-check-sequence, ending flag
- FSK** - Abreviatura de *Frequency-Shift Keying*.
- FTP** - Abreviatura de *File Transfer Protocol*.
- GATEWAY** - Usado para permitir a transmissão de dados entre frequências diferentes. Ponto de ligação entre a rede de packet e a Internet.
- NODE** - Estação usada para retransmissão de sinais, agindo de forma inteligente, podendo rotear o sinal entre outras funções.

PACKET-RADIO - *Modalidade de transmissão digital que emprega a técnica de transmissão de pequenos frames de dados, contendo endereçamento, controle e checagem de erro em cada transmissão.*

PACSAT - *Satélites com a capacidade de armazenar e enviar dados em packet.*

PROTOCOL - *Um conjunto de regras e procedimentos para troca de informações dentro de uma rede.*

RTTY - *Abreviatura de Radioteletipo.*

SSID - *Identificador de estação secundária. No protocolo AX25, um oitavo dígito que identifica várias estações operando sob um mesmo prefixo.*

TNC - *Abreviatura de Terminal Node Controller. Um dispositivo que permite a montagem e desmontagem de um pacote.*

