

APÊNDICE 2

Código de Tempo *IRIG*

Os sistemas de comunicação, de rastreamento de mísseis e veículos espaciais e de telemetria requerem informações de tempo para correlação com os dados recebidos. Os códigos de tempo são utilizados, pois constituem um sistema de datação muito eficiente. Estes padrões de códigos são necessários para assegurar a compatibilidade do sistema de tempo entre os vários centros de lançamentos ao redor do mundo que participam de projetos de cooperação interacional; para o sincronizar as redes de rastreamento de solo e para correlacionar a datação de tempo ao processamento e redução de dados de telemetria. O padrão *IRIG* define as características de seis códigos de tempo seriais que são utilizadas pelas agências do governo e indústria privada americanas, e há muitos anos, adotado pelos centros de lançamento brasileiros.

Esta padronização dos códigos de tempo seriais consiste de uma formatação da informação de tempo em três expressões ou palavras (Range Commanders Council 1999). A primeira palavra do quadro de código de tempo é a datação de um ano descrita na forma binária *BCD* (*Binary Coded Decimal*) e estão distribuídos em sub-palavras: dias do ano, horas, minutos, segundos e frações de segundos dependendo da taxa do quadro (*code-frame rate*); a segunda palavra é um conjunto de bits reservados para codificação de vários controles, identificações e outras funções com propostas específicas de interesse do Centro de Lançamento, a terceira palavra é apresentada em notação *SBS* (*Straight Binary Seconds*) e corresponde a datação em uma seqüência contínua de um dia, em segundos, na forma de potenciação ($2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4, \dots 2^{16}$). Entre todos os formatos, somente o *IRIG-A* e *B* contêm esta palavra de código de tempo opcional *SBS*.

Os formatos dos códigos de tempo serial *IRIG* são designados como *A, B, D, E, G* e *H*, e o mais utilizado para aplicações aeroespaciais é o formato *B*, que é descrito nesta dissertação.

Para o código de tempo, cada pulso é denominado de bit, e a taxa de repetição destes bits corresponde ao “*bit rate*”. Cada bit está associado a uma identificação numérica de contagem. Uma “contagem de intervalo” correspondente ao intervalo de tempo entre dois bits consecutivos na mudança de nível lógico (de 0 para 1).

O ponto de referência do quadro (on-time) corresponde ao início da contagem (contagem igual a zero) e aumenta de uma unidade a cada “contagem de intervalo” até completar o “tempo de um quadro” (para o código *IRIG-B* são iguais a 10 ms e 1 segundo respectivamente). Este quadro de código de tempo está subdividido em 100 intervalos, mostrados na figura A1.



Figura A1: Contagem de intervalos *IRIG-B*

A taxa de bit (*bit rate*) e a contagem de intervalos dos vários formatos de código de tempo *IRIG* são mostradas na tabela A3 (Range Commanders Council 1999).

Tabela A3: Taxa de Bit e contagem de intervalos

FORMATO	TAXA DE BIT	INTERVALO DE CONTAGEM ENTRE 2 Bits
A	1 kpps	1 millisecond
B	100 pps	10 milliseconds
D	1 ppm	1 minute
E	10 pps	0.1 second
G	10 kpps	0.1 millisecond
H	1 pps	1 second

No código *BCD*, o bit menos significativo (*LSB*) da sub-palavra de segundos é transmitido primeiro, e a contagem de intervalo inicial é igual a 1. Os bits do código binário de tempo estão entre os identificadores de posição P0 e P5 e estão separados em sub-palavras de 7 bits para os segundos, 7 para os minutos, 6 para as horas, e 10 para os dias. O código de tempo *BCD* é reciclado a cada ano. As sub-palavras são codificadas em uma representação binária do tipo $1n, 2n, 4n, 8n$, onde $n=1, 10, 100, 1k, \dots, N$ e mostradas na figura A2 (Range Commanders Council 1999).

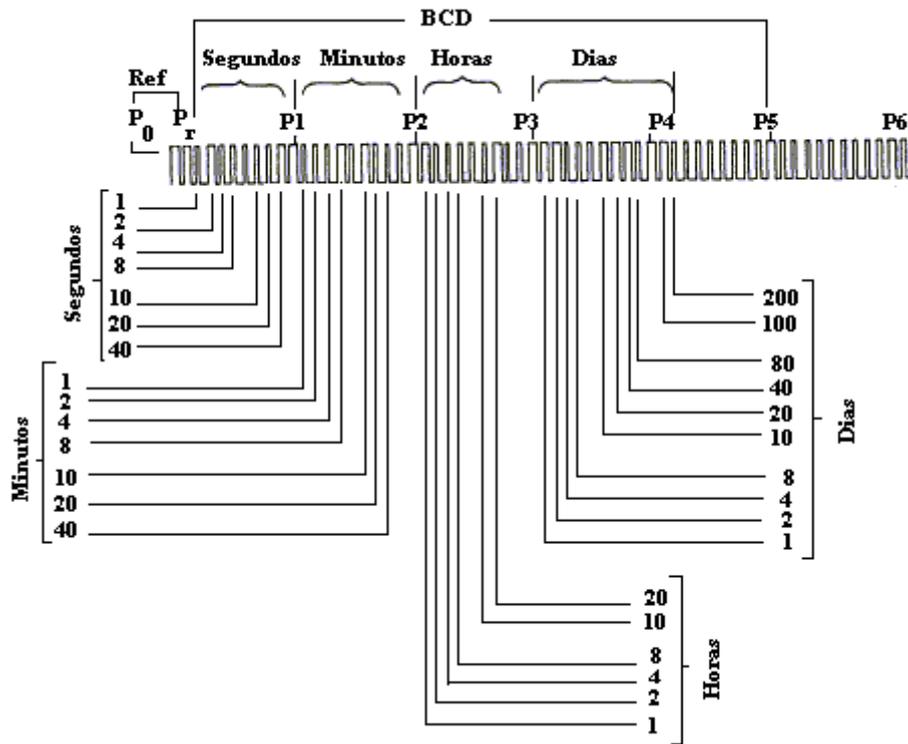


Figura A2: Representação Binária das sub-palavras

A taxa de repetição dos quadros dos diversos formatos do padrão *IRIG* é dada em quadros por segundo *fps* (*frame per second*), quadros por minuto *fpm* (*frame per minute*), ou quadros por hora *fph* (*frame per hour*), mostrada na tabela A4 (Range Commanders Council 1999).

Tabela A4: Taxa de Quadro e Tempo de intervalo de Quadro

FORMATO	TAXA DE QUADRO	TEMPO DO INTERVALO DO QUADRO
A	10 fps	0.1 second
B	1 fps	1 second
D	1 fph	1 hour
E	6 fpm	10 seconds
G	100 fps	10 ms
H	1 fpm	1 minute

O quadro do código de tempo (*time code frame*) começa com um indicador de referência de posição P_0 (identificador de posição) seguido por uma referência de bit P_r , ambas com duração de 0,8 do intervalo de contagem do respectivo código de tempo. O início do quadro do código de tempo (*on-time*) corresponde à mudança de nível lógico (de 0 para 1) do bit de referência P_r . A posição dos identificadores tem uma duração de 0,8 do intervalo de contagem do respectivo código. A mudança de nível lógico (de 0 para 1) do identificador de posição P_0 ocorre em um intervalo de contagem antes do ponto de

referência de quadro P_r e os outros identificadores de posição ($P_2, P_3, P_4, \dots, P_0$) ocorrem a cada 10 bits seqüencialmente. A taxa de repetição destes identificadores de posição é igual a 0,1 da taxa de bit. O quadro do código de tempo e a posição dos identificadores do padrão *IRIG-B* são mostrados na figura A3 (Range Commanders Council 1999).

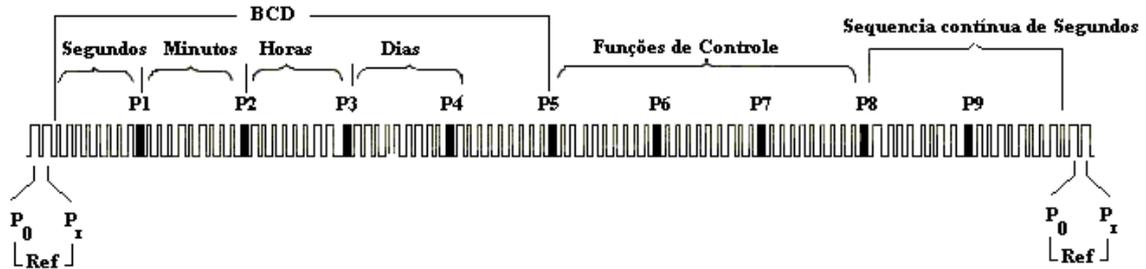


Figura A3: Posição dos Identificadores do Padrão *Irig-B*.

Para permitir uma separação visual entre os dígitos decimais em cada sub-palavra é inserido um “index marker” de duração igual a 0,2 do intervalo de contagem. A representação numérica *BCD* de 22 horas é mostrada na figura A4.

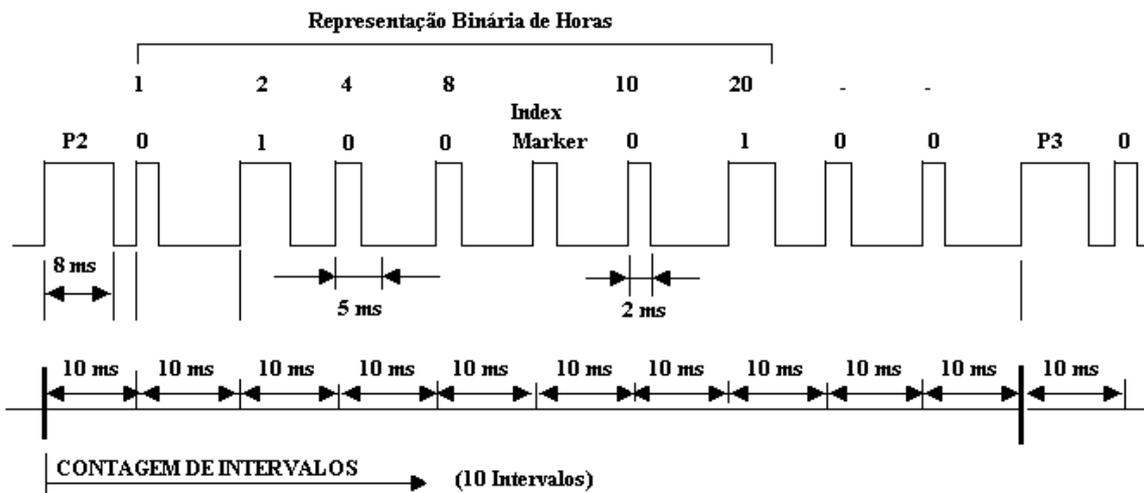


Figura A4: Representação Binária de Horas (*BCD- IRIG-B*)

O código de tempo *IRIG-B* (Range Commanders Council 1999) possui 74 bits, sendo os 30 bits codificados em *BCD* distribuídos em: dias do ano, horas, minutos e segundos; os 17 bits são de informação de segundos do dia, representados em uma seqüência contínua de segundos *SBS*, esta contagem é zerada a cada novo dia (ou a cada 86400 segundos), e 27 bits são para funções de controle de interesse do Centro de Lançamento.

Os bits das funções de controle iniciam-se com a contagem de intervalos igual a 50, exceção aos bits reservados para a posição do identificador (P_6 e P_7).

A palavra *SBS* inicia-se com o bit *LSB* (2^0) e contagem de intervalos igual a 80, finalizando com o bit *MSB* (2^{16}) e contagem igual a 97 do quadro de tempo, conforme mostrado na figura A5 (Range Commanders Council 1999).

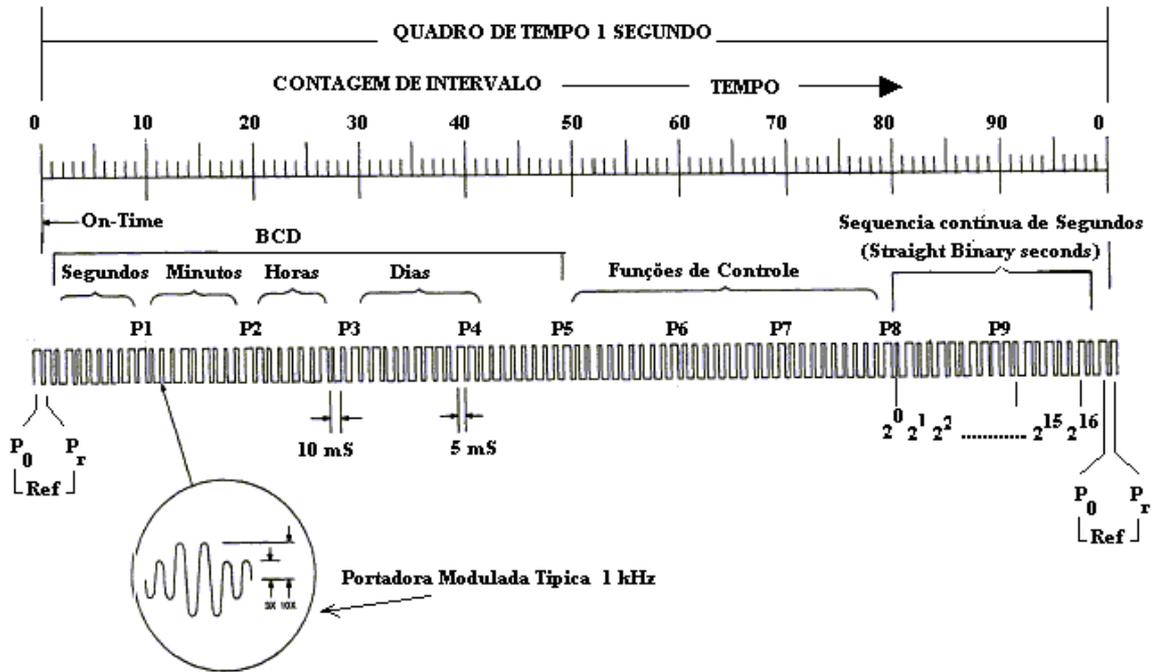


Figura A5: Quadro de Código de Tempo IRIG-B

O sinal serial e digital do quadro de códigos de tempo é modulado para gravação magnética e transmissão da informação de tempo. Uma portadora senoidal padronizada de acordo com cada formato *IRIG* é modulada pelo sinal serial que contém as palavras dos códigos de tempo. A técnica de modulação mais simples é a de Chaveamento por Deslocamento de Amplitude *ASK* (*Amplitude Shift Keying*), onde a amplitude da portadora é comutada entre dois valores analógicos correspondentes aos sinais binários (Carlson, 1981).

A onda resultante é um sinal senoidal de amplitude E_{mk} e outro de amplitude E_{sp} que representam respectivamente os dígitos binários “0” e “1” das palavras dos códigos de tempo. Esta técnica corresponde a uma modulação com um sinal modulante na forma de um pulso retangular, mostrada na figura A6.

A portadora modulada em amplitude pelo sinal do código de tempo está sincronizada com a transição positiva do bit, o cruzamento no eixo da abscissa do sinal senoidal é coincidente com a mudança de nível lógico dos bits.

O tempo universal *UTC* (*Coordinated Universal Time*) é obtido de um gerador de código de tempo serial *IRIG* e utilizado como referência de tempo para todas as aplicações do campo de lançamento.

Durante o lançamento, os dados de telemetria e a informação de tempo modulada em amplitude são gravados simultaneamente e em uma mesma fita magnética, com várias pistas individuais de registros. Desta forma, no pós-processamento, é possível fazer uma correlação dos dados recebidos com a informação de tempo.

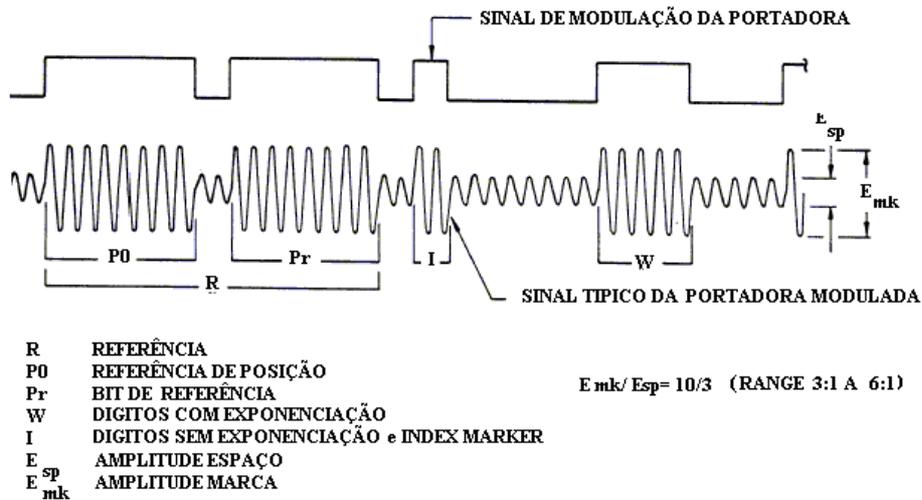


Figura A6: Sinal Típico da Portadora Modulada ASK