

**Aula 18: Sensores de posição empregados em determinação, navegação e controle de atitude: Sensores de Estrelas: Rastreador de estrelas de cabeça fixa da BBRC, CT-401.**

---

**Rastreador de estrelas de cabeça fixa BBRC CT-401.**

Como um exemplo de rastreador de estrelas de cabeça fixa descreve-se o modelo CT-401, fabricado pela firma Ball Brothers Research Corporation e mostrado na Fig. 42. O modelo CT-401 voou nas missões SAS-3 e HEAO-1 e foi planejado para voar nas missões HEAO-C e MAGSAT. Esquemáticamente, o rastreador é similar ao instrumento mostrado na Fig. 39. A precisão especificada para o rastreador sobre o seu campo de visada de  $8^\circ$  por  $8^\circ$  é  $\pm 3$  minutos de arco, sem calibração, ou  $\pm 10$  segundos de arco após aplicar correções para distorção eletro-óptica, temperatura, campo magnético ambiente e intensidade estelar obtida de calibração anterior ao vôo. Devido ao fato desse instrumento ser capaz de observar várias estrelas dentro de um período de tempo relativamente curto, ele é freqüentemente chamado de *câmera estelar*.

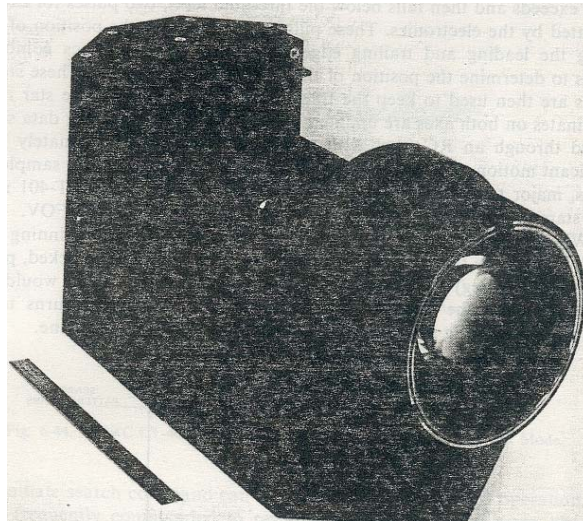


Fig. 42 - Rastreador de Estrelas de Cabeça Fixa BBRC CT-401 (Cortesia da firma Ball Brothers Research Corporation).

O rastreador tem quatro comandos de limiares correspondendo a estrelas mais brilhantes que, aproximadamente,  $+3,0$ ,  $+4,0$ ,  $+5,0$  e  $+6,5$   $m_v$ . Esses ajustes aumentam a flexibilidade do instrumento, porque ele pode ser usado tanto para determinação grosseira ou aquisição de atitude, quando ajustado para  $+3,0$   $m_v$ , quanto para determinação fina de atitude, quando ajustado a  $+6,5$   $m_v$ . Como será discutido adiante, muito poucas estrelas são medidas a  $+3,0$   $m_v$  comparado a  $+6,5$   $m_v$ , o que permite identificação estelar com uma atitude grosseira a priori. Uma *abertura de recebimento* de 9 por 9 minutos de arco (IFOV) varre o FOV de  $8^\circ$  por  $8^\circ$  usando o *padrão de busca* mostrado na Fig. 43. A varredura do FOV continua até a estrela ser encontrada, o que excede o nível de limiar. Quando isso ocorre, a varredura por linha é encerrada e inicia-se o *padrão de rastreo* mostrado nas Figs. 43 e 44. Um sistema realimentado no conjunto da eletrônica centra o padrão de

rastreio na imagem da estrela. Os sinais da posição da estrela em dois eixos são determinados pelo conjunto da eletrônica a partir dos bordos de subida e descida da imagem da estrela. Estes sinais,  $u$  e  $v$ , determinam as coordenadas do plano tangente da estrela, como será visto mais adiante. Quando a estrela se move no FOV devido a mudanças na atitude, o padrão de rastreio segue e mantém o IFOV centrado na imagem da estrela. O rastreio da mesma estrela continua até que o rastreador seja comandado a retornar ao padrão de busca, ou o sinal caia abaixo do valor de limiar ou, ainda, a estrela deixe o FOV.

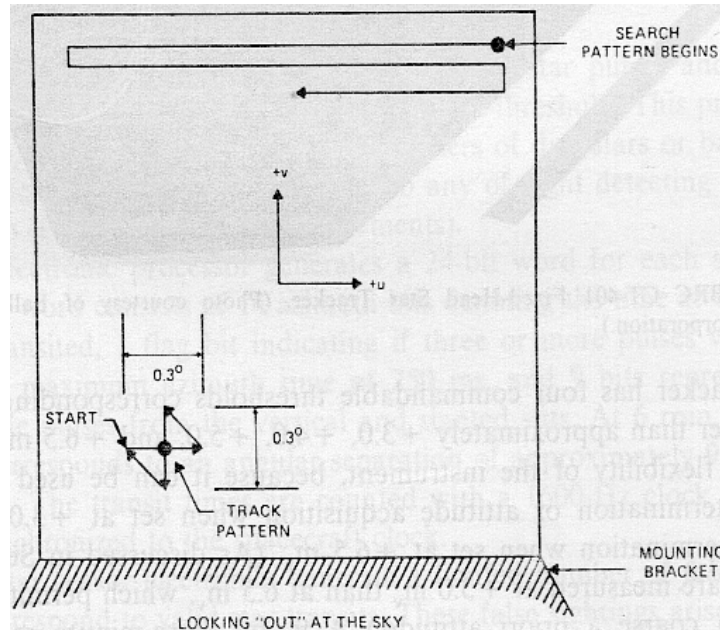


Fig. 43 - Rastreador de Estrelas de Cabeça Fixa BBRC CT-401. Modos de busca e de rastreio.

A Figura 44 mostra o procedimento eletrônico de amostragem usado no modo de rastreio. Um sinal de vídeo é produzido quando o IFOV passa através da imagem da estrela. Quando esse sinal excede e logo após cai abaixo do nível de limiar, dois pulsos por eixo são gerados pela eletrônica. Esses pulsos correspondem às posições do IFOV durante os cruzamentos de subida e descida. A eletrônica combina esses sinais para determinar a posição da estrela no FOV. Esses sinais de posição da estrela são usados para manter o padrão de rastreio centrado sobre a imagem da estrela. As coordenadas estelares em ambos os eixos são atualizadas a cada 100 ms. Os dados amostrados são filtrados utilizando-se um filtro RC cuja constante de tempo é de 450 ms. Surgem maiores problemas quando ocorre um movimento significativo da imagem estelar com relação à amostragem previamente realizada. Por exemplo, o rastreio do CT-401 pode falhar se a velocidade com que as estrelas se movem no FOV é maior que 0,6 °/s.

Quando o modo de busca reinicia, a coordenada  $v$  inicial de busca será a coordenada  $v$  da estrela que foi rastreada por último, mais um incremento de 0,4° para evitar rastrear novamente a mesma estrela. Se esse deslocamento colocar a abertura além dos limites do FOV, o padrão de busca retorna a posição inicial. A coordenada  $u$  inicial de busca está no início da nova linha.

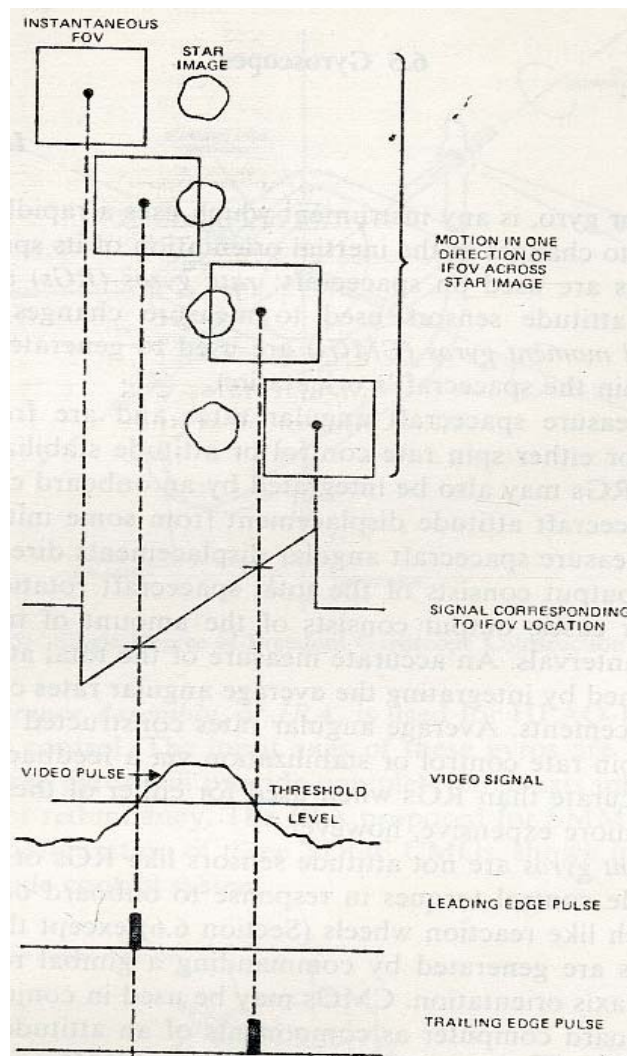


Fig. 44 - Rastreador de Estrelas de Cabeça Fixa BBRC CT-401. Seqüência de amostragem no modo de rastreo.

O comando de busca define o estilo de operação. Se o rastreador é comandado freqüentemente para iniciar busca, ele estará operando mais como um mapeador do que como um rastreador. Se ele raramente é comandado para iniciar busca, ele estará operando como um rastreador. Um sensor de objeto brilhante e um obturador protegem o tubo dissecador de imagem do excesso de energia do Sol, Lua ou da Terra iluminada. O sensor fecha o obturador quando um objeto brilhante aproxima-se do FOV. Para o CT-401, isso ocorre quando o Sol está dentro de um cone cujo ângulo de meio cone é  $42^\circ$  em relação ao eixo óptico. Sinais de saída adicionais do rastreador incluem a indicação do modo (busca ou rastreo), sinal de ON/OFF para o sensor de objeto brilhante, sinal de monitoramento de alta tensão e sinal de monitoramento de temperatura. O sinal de monitoramento de temperatura pode ser usado para corrigir as coordenadas de posição estelar devido a efeitos de temperatura, como será descrito em breve. Detalhes adicionais quanto ao rastreador CT-401 são dados em Cleavinger e Mayer (1976) e em Gottlieb, *et al.*, (1976).