

Aula 06: Sensores de posição empregados em determinação, navegação e controle de atitude: Sensores Solares: Sensores Digitais (cont.). Sensores Solares Finos.

Sensores Digitais (cont.)

A calibração dos *bits* codificados é verificada pelo gráfico da saída de cada fotocélula em função do ângulo solar, como mostra a Figura 16 para os dois bits menos significativos (LSBs). Note que o envelope de saída senoidal de ambos os *bits* é, a grosso modo, proporcional a $\cos\theta$ e a saída ATA segue o envelope com metade da amplitude. Uma característica do código Gray é que o pico de saída de um *bit* corresponde a alternar mínimos do próximo *bit* menos significativo. O erro angular típico numa transição *on-off* de um bit é metade do LSB.

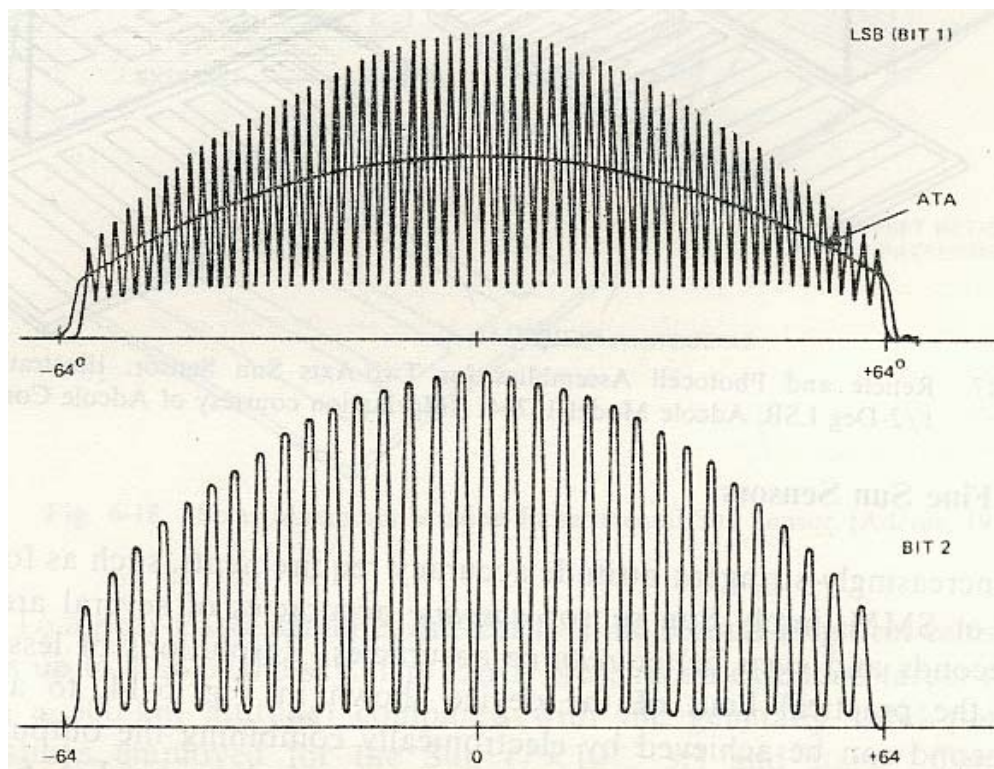


Fig. 16 – Gráfico da saída de fotocélulas representativas em função do ângulo solar para sensores solares digitais da Adcole.

Os bits finos na Figura 14 são usados por um circuito de interpolação para aumentar a resolução. Não é possível somar direta de linhas codificadas para o padrão devido o diâmetro angular do Sol ser $0,53^\circ$ perto da Terra poderia confundir a saída de bits adjacentes. Isso limita efetivamente as transições do código Gray para $0,5^\circ$ LSB. Combinando as saídas de dois ou três padrões deslocados LSB, num circuito de interpolação, são possíveis transições de $\frac{1}{4}^\circ$ ou $\frac{1}{8}^\circ$.

Sensores de dois eixos consistem de dois componentes de medida montados em ângulos retos, obtendo-se um FOV de $64^\circ \times 64^\circ$ ou de $128^\circ \times 128^\circ$, como mostra a Figura 17. A cobertura total de 4π sr para sensores de dois eixos é obtida com a utilização de cinco ou mais sensores de $128^\circ \times 128^\circ$. A lógica a bordo para selecionamento e telemetria de dados do sensor solar iluminado, numa configuração multi-sensor, é baseada no monitoramento da saída da fotocélula ATA e na seleção do sensor com o sinal de saída mais elevado (efetivamente o menor ângulo em relação ao eixo óptico *null*, também chamado *boresight angle*).

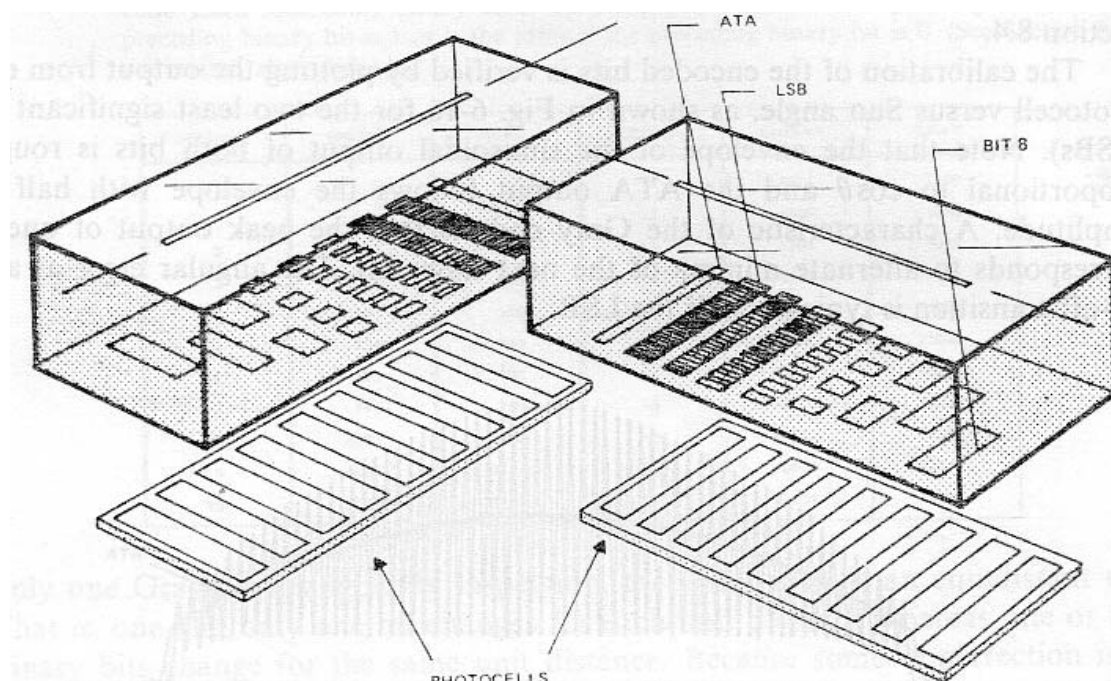


Fig. 17 – Montagens do reticulado e das fotocélulas para um sensor solar de dois eixos. A ilustração representa o modelo Adcole 16764 com $\frac{1}{2}$ grau de LSB.

Sensores Solares Finos

Requisitos mais exigentes na precisão de medidas de atitude, tais como aqueles para os satélites IUE (*International Ultraviolet Explorer*), MAGSAT (*Geomagnetic Field Satellite*), ou SMM (*Solar Maximum Mission*), implicam em precisão *absoluta* variando de alguns minutos de arco até 5 segundos de arco e, mesmo, melhor precisão *relativa*. Resoluções menores que $1/8^\circ$ LSB, o limite prático do dispositivo mostrado na Figura 14, até um LSB de 0,1 segundos de arco, podem ser obtidas combinando eletronicamente a corrente de saída de quatro fotocélulas deslocadas e posicionadas sob um padrão reticulado, como mostra a Figura 18. O sensor solar fino do SMM, mostrado aqui, consiste de um padrão de entrada composto de 72 pares de retângulos opacos e transparentes, que se alternam, de mesma largura (0,064 mm); um espaçador de 1,5 cm; um padrão de saída composto de quatro padrões reticulados e deslocados, cada um com 68 retângulos opacos e transparentes alternados; e quatro fotocélulas, posicionadas sob cada padrão (Adcole,

1977). Os padrões de entrada e saída são separados por vácuo para reduzir o efeito da dispersão espectral na precisão.

A saída do sensor solar é periódica, com um período que pode ser ajustado para satisfazer os requisitos de precisão e de FOV, por exemplo, um período de 2° para o SEASAT com um FOV de $\pm 32^\circ$ e um período de 1° para o SMM com um FOV de $\pm 2^\circ$. O sensor solar fino é combinado com um sensor solar digital para resolver as ambigüidades no ângulo de saída. Dois sensores são montados perpendicularmente, um em relação ao outro, para uma saída de dois eixos. A operação do sensor é descrita mais adiante.

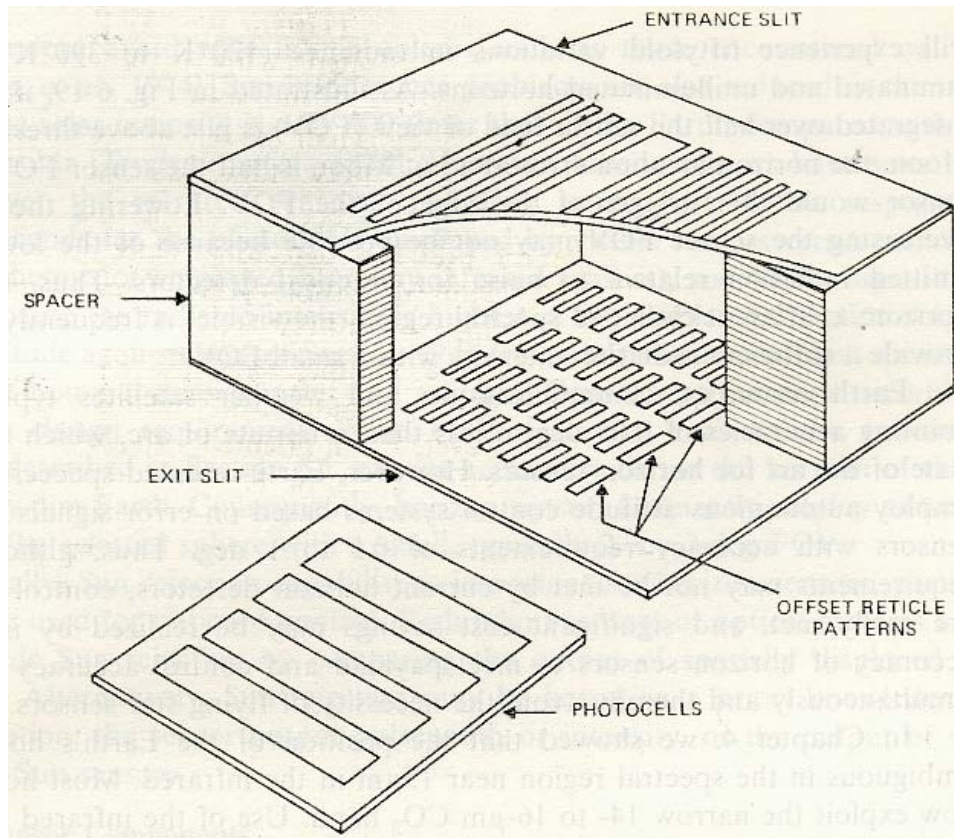


Fig. 18 – Sensor solar da *Solar Maximum Mission Experimental* (Adcole, 1977).