

Documentação MCD - ARAM

25 de setembro de 2016

1 Desenvolvimento da MCD

Sabendo-se que o diâmetro solar aparente na abóboda celeste é de $0,5^\circ$, adotou-se como FoV(Fiel of View), campo de visão, para cada cilindro de elemento sensor de 2° , correspondendo a uma região de detecção de 4 diâmetros solares, o diâmetro de um LDR de 4mm (R). Tomou-se como desenho base a figura 1.

Os seguintes cálculos foram desenvolvidos para se projetar os tubos colimadores que comportariam cada elemento sensor(LDR).

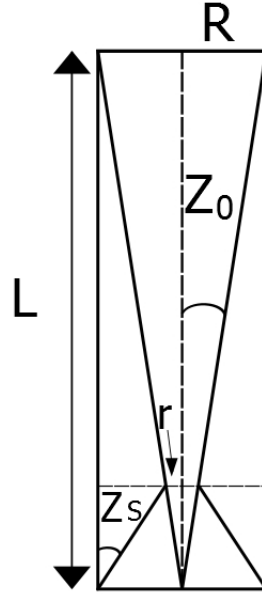


Figura 1: Primeira versão de um tubo da matriz de sensores.

$$\frac{R}{L} = \tan(Z_0); \quad R = \frac{D_{LDR}}{2}, \quad Z_0 = \frac{FoV}{2}$$
$$L = \frac{R}{\tan(Z_0)} \longrightarrow L = \frac{2}{\tan(1^\circ)} \longrightarrow L \cong 115mm$$

Notou-se que o comprimento deste tubo foi muito grande em relação ao seu diâmetro, o que comprometeria o processo de impressão 3D com qualidade, portanto foi necessário adicionar o parâmetro Z_s ao tubo, alterando a geometria do tubo para a de um tronco cônico, permitindo a conservação do FOV do tubo e a redução de seu comprimento em aproximadamente 50%, características que facilitariam na prototipagem rápida em plástico resistente e na proporcionalidade do modelo. Os cálculos dessa etapa seguem abaixo.

$$\begin{aligned} \tan(Z_s) &= \frac{(R - r)}{L_{novo}}; \text{ onde : } r = 1mm \text{ e } L_{novo} = 60mm \\ \tan(Z_s) &= \frac{(2 - 1)}{60} \longrightarrow Z_s = \tan^{-1}(0,0167) \therefore Z_s \cong 1^\circ \end{aligned}$$

Uma vez tendo dimensionado cada tubo de forma individual, outro problema encontrado foi o de ter mais de um sensor localizando o sol ao mesmo tempo, havendo a necessidade portanto de se inclinar os eixos dos cilindros, pois como o sol se encontra à milhões de quilômetros de distância da base: se todos os cilindros estivessem com eixos paralelos, estariam apontando para uma mesma direção no céu algo que dificultaria a implementação do algoritmo de apontamento fino.

A fim de sanar esta problemática desenvolveu-se a MCD (Matriz Circular Detectora), composta por 25 tubos dispostos em círculos concêntricos na superfície de uma calota esférica. Os parâmetros calculados abaixo dizem respeito ao raio da seção transversal (X), distância do centro da esfera suporte (teórica) até o início da MCD (d), o tamanho de flecha (F) e o FoV sólido da matriz (FoV_S).

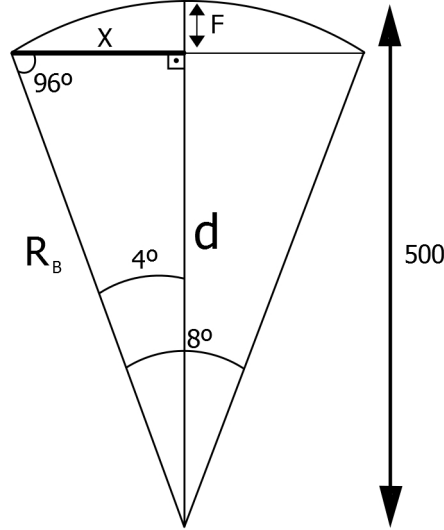


Figura 2: MCD.

$$\frac{X}{\sin(4^\circ)} = \frac{R_B}{\sin(90^\circ)} \longrightarrow X = \frac{R_B \times \sin(4^\circ)}{\sin(90^\circ)} \longrightarrow X = \frac{500 \times 0,06975}{1} \therefore X = 34,87mm$$

$$d = \sqrt{500^2 - 34,87^2} \therefore d = 498,78mm; F = 500 - 498,78 \therefore F = 1,22mm$$

$$A_{\perp} = \pi \times (34,87)^2 \therefore A_{\perp} = 3.819,92mm^2$$

$$FOV_S = \frac{A_{\perp}}{(R_B)^2} \longrightarrow FoV_S = \frac{3.819,92}{500^2} \therefore FOV_S = 0,0153 \text{ strad}$$

Posteriormente calculou-se a distância entre cada camada de tubos da MCD, medida entre centros (S), na condição do apontamento indicado por um único tubo.

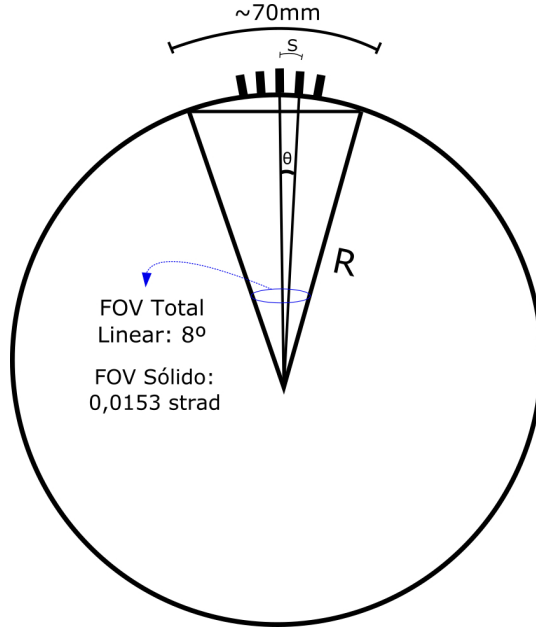


Figura 3: MCD corte lateral.

$$\pi \longleftrightarrow 180^\circ$$

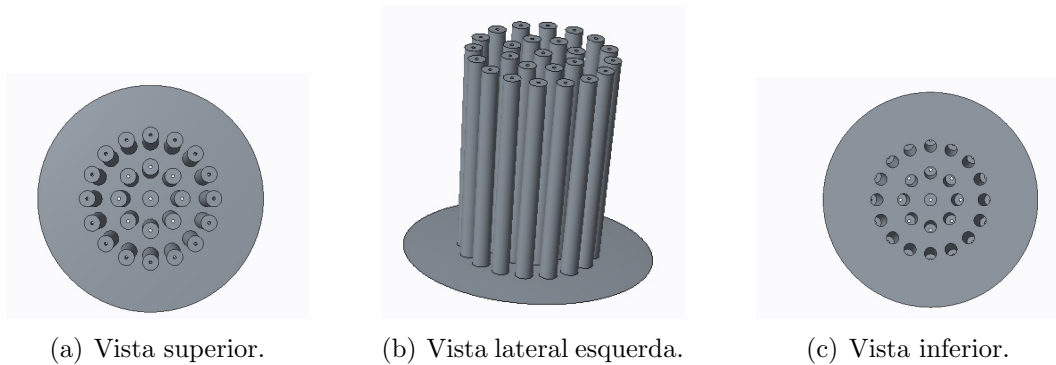
$$X_S \longleftrightarrow 1^\circ$$

$$X_S = \frac{\pi}{180^\circ} \therefore X_S = 0,01745 \text{ strad}$$

$$\therefore \theta = 1^\circ = 0,01745 \text{ strad}$$

$$S = R \times \theta \longleftrightarrow S = 500 \times 0,01745 \therefore S = 8,7\text{mm}$$

Por fim, desenvolveu-se o modelo da MCD no software Creo Parametric. Nesta etapa a geometria de cada elemento colimador voltou a ser de tubo, porém, para garantir a mesma funcionalidade e FoV, cada tubo apresenta um orifício de 1mm. As figuras 4.a, 4.b e 4.c representam o modelo desenvolvido.



(a) Vista superior.

(b) Vista lateral esquerda.

(c) Vista inferior.

Figura 4: MCD - modelo no Creo Parametric.

2 Algoritmo de apontamento fino

Após realizar o apontamento grosso, por efemérides, um dos sensores da MCD detecta o sol. Em seguida o algoritmo de apontamento fino calcula a distância entre o sensor que encontrou o sol e o sensor central da MCD. Com auxílio do par de motores ortogonais, o algoritmo de detecção guia o apontamento sol para o sensor que se encontra no centro da matriz de sensores.

O sensor central foi projetado para estar alinhado com o radiômetro em escala reduzida. Pode-se dizer que este algoritmo de apontamento fino faz com que o instrumento esteja apontando efetivamente para o sol, conduzindo o eixo principal do instrumento até a posição aonde estava o eixo do cilindro que detectou o sol. As figuras abaixo ilustram o procedimento.

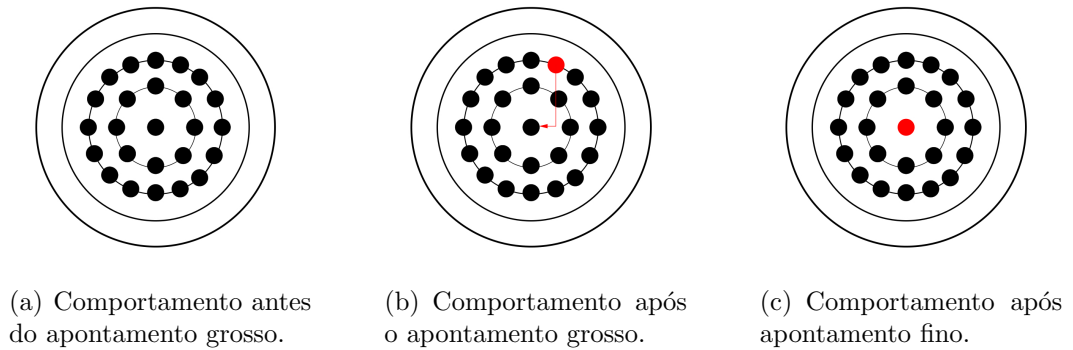


Figura 5: Etapas do algoritmo de apontamento fino.