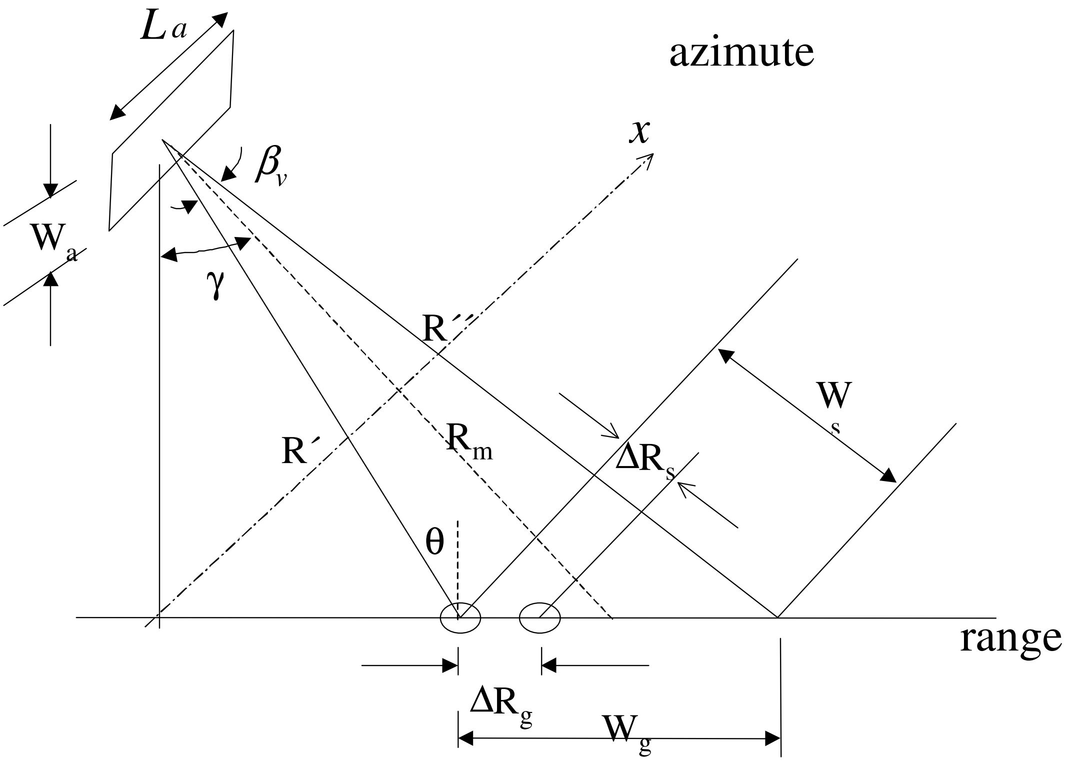
Dimensões mínimas de uma antena SAR



Geometria Radar ilustrando a faixa imageada, W_g, a largura do feixe β_a, ângulo de apontamento γ, dimensões da antena W_a e L_a

Vimos que a resolução azimutal do radar é, na melhor das hipóteses:

$$r_a = \delta x = \frac{L_a}{2}$$

Esta equação nos diz que uma resolução arbitrariamente fina é conseguida pela redução do comprimento da antena. Na prática existem limites para a dimensão da antena.

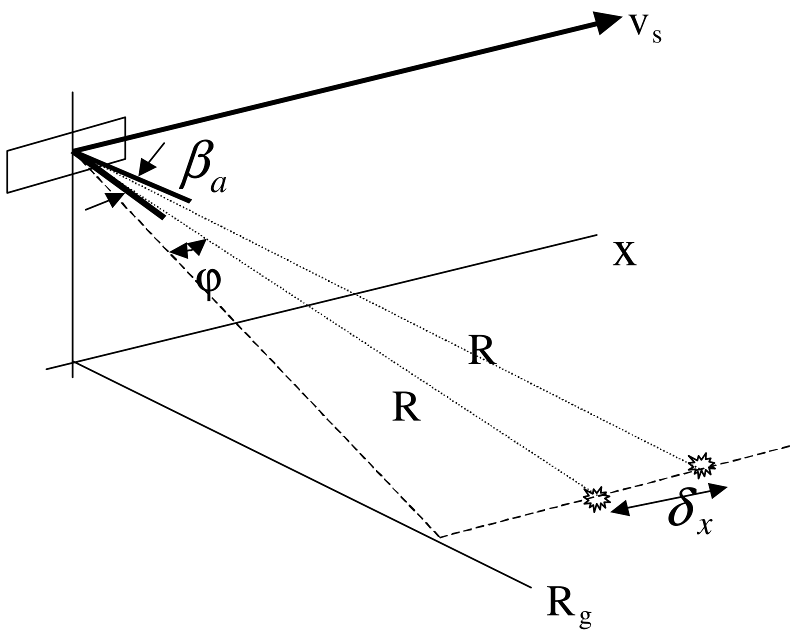
Impõe-se que o tempo de recepção do primeiro eco de um dado pulso ocorra após a recepção do último eco do pulso anterior. Se os ranges próximo e distante são R´ e R´´, isto implica que

$$2R'/c + T_p > 2R''/c$$

em que $T_p = 1/f_p$ é o período intre pulsos (isto é, separação no tempo entre dois pulsos) e f_p é a Frequência de Repetição de Pulso (PRF). Então, a faixa imageada é limitada por

$$W_s = R'' - R' < cT_p/2 = c/2f_p$$

Entretanto, é também necessário considerar a frequência Doppler, (que é a mudança na diferença de fase entre a onda transmitida e a recebida devido a mudança da posição relativa entre o radar e o alvo em pulsos consecutivos). Para relacionar de forma não ambígua a mudança na diferença de fase à frequência Doppler, a largura de banda Doppler precisa ser menor que a PRF, $B_D < fp$.



Da figura acima, a variação Doppler relativa a frequência transmitida é:

$$f_D = 2V_s sen\varphi/\lambda \approx 2V_s x/\lambda R$$

em que *x* é a coordenada em relação azimutal (em relação a direção ortogonal do vetor velocidade).

Então a banda Doppler é limitada por:

$$\begin{aligned} B_D &= f_{D,max} - f_{D,min} \\ &= (2V_s / \lambda)[sen(\varphi/2) - sen(\varphi/2)] \approx 2V\varphi / \lambda \\ &= 2V_s / L_a = V_s / \delta x < f_p \end{aligned}$$

Esta equação estabelece que o radar precisa transmitir pelo menos um pulso cada vez que a plataforma se desloca de uma distância equivalente a metade do comprimento da antena.

Combinando as equações anteriores, temos

$$W_s < c/2f_p < \left(\frac{c}{2V_s}\right)\delta x$$

O que implica que a largura da faixa imageada deve decrescer se a resolução azimutal é melhorada (isto é, para um menor δx).

Podemos re-arranjar a última equação na forma

$$W_s/\delta x < c/2V_s$$

O lado direito desta inequação é da ordem de 20000 para uma satélite orbital.

Verifica-se que

$$W_s = W_g sen\theta \cong \frac{\lambda R_m}{W_a cos\,\theta} sen\theta = \frac{\lambda R_m tan\,\theta}{W_a}$$

A última inequação nos conduz a uma requerimento sobre a área da antena de

$$A_a = W_a L_a > 4 V_s \lambda R_m \tan\theta / c$$

que é o tamanho mínimo para realização de um SAR de máxima resolução.

Quanto maior for o comprimento de onda, maior deve ser a área (e o tamanho da antena) para a realização deste critério.