

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Efeitos da atmosfera na medição eletrônica de distância

Caio Henrique Chrisóstomo Mendonça¹

Curso de Graduação em Engenharia Cartográfica, UNESP, Presidente Prudente, SP

João Carlos Chaves² Nemer Ricardo Amaral Ferreira³

Departamento de Cartografia, UNESP, Presidente Prudente, SP

1 Efeitos da refração atmosférica

Distâncias espaciais podem ser medidas através de diferentes métodos, sendo o EDM (do inglês, *Electronic Distance Measurement*) o método mais utilizado, baseando-se no método da diferença de fase da onda portadora. Quando a onda eletromagnética se propaga através das infinitas camadas da atmosfera, esta sofre algumas mudanças, tanto em velocidade, quanto em direção, devido a refração atmosférica. Esta mudança é causada, de acordo com [2], devido as densidades heterogêneas no ar. Assim, a refração atmosférica introduz erros no comprimento de onda, uma vez que a distância D_i baseia-se no índice de refração padrão n_0 , o qual, normalmente, difere do índice de refração n onde são realizadas as observações, obtido, segundo [1], em função dos componentes atmosféricos.

2 Correção do índice e do coeficiente de refração

Considerando o exposto na seção anterior, o efeito do erro no comprimento de onda na medida de uma distância fornecida pelo instrumento é dado, de acordo com [2], por:

$$K_n = D_i \frac{n_0 - n}{n} \quad (1)$$

Esta correção K_n é chamada de primeira correção da velocidade de propagação. O índice de refração do ar do grupo n , válido para as condições atmosféricas onde são realizadas as observações, pode ser expresso por:

$$n = 1 + (n_0 - 1) \frac{273,16p}{(273,16 + t)1013,25} - \frac{11,20 \times 10^{-6}}{273,16 + t} e \quad (2)$$

Onde n_0 é o índice de refração do grupo padrão, t é a temperatura do ar em $^{\circ}C$, p é a pressão atmosférica em $mbar$ e e é a pressão parcial do vapor d'água em $mbar$. O valor

¹caiomendonca94@gmail.com

²jcchaves@fct.unesp.br

³nemer@fct.unesp.br

do índice de refração do grupo padrão n_0 obtido em condições específicas, $t = 0^\circ C$, $p = 1013,25 \text{ mbar}$ e $0,03\%$ de CO_2 , para instrumentos eletro-óticos, aqueles que transmitem luz infra-vermelho ou laser, pode ser obtido, de acordo com [2], utilizando a seguinte equação:

$$n_0 = 1 + \left(278,604 + 3 \frac{1,6288}{\lambda^2} + 5 \frac{0,0136}{\lambda^4} \right) \times 10^{-6} \quad (3)$$

Onde λ é o comprimento de onda em μm . Já o valor da pressão parcial do vapor d'água em $mmHg$, pode ser determinado através da Equação de Tetens:

$$e = \frac{4,581 \exp^{\frac{17,269t}{(t+237,3)}} UR}{100} \quad (4)$$

Onde t é a temperatura do ar em $^\circ C$ e UR é a umidade relativa do ar em $\%$. Outro erro introduzido pela refração atmosférica é chamado de segunda correção da velocidade de propagação, influenciado pelo coeficiente de refração. Porém, de acordo com [2], esta correção é desprezível para instrumentos eletro-óticos. Portanto, a distância entre dois pontos é obtida através da seguinte equação:

$$D = D_i + K_n \quad (5)$$

3 Exemplo

Considerando uma distância medida por um instrumento eletro-ótico $D_i = 83,143 \text{ m}$, cuja comprimento de onda seja $\lambda = 0,69 \mu m$, realizada nas seguintes condições atmosféricas: $p = 973,250 \text{ mbar}$, $t = 25,4 \text{ }^\circ C$ e $UR = 41\%$.

Através da equação (3), determinou-se que o índice de refração padrão é $n_0 = 1,000298$. Já o índice de refração para as condições de observação foi determinado pela equação (2), sendo $n = 1,000262$. Assim, o efeito da refração atmosférica na medida da distância foi obtido pela equação (1), onde $K_n = 0,003045 \text{ m}$. Portanto, através da equação (5) determinou-se a distância corrigida dos efeitos atmosféricos, sendo $D = 83,146 \text{ m}$.

4 Conclusões

A atmosfera provoca erros nas distâncias obtidas por equipamentos EDM, devendo estes serem considerados nas aplicações das diversas áreas da Engenharia, uma vez que este efeito cria um erro sistemático na medida de distâncias.

Referências

- [1] J. C. Rüeger. *Electronic Distance Measurement: an Introduction*. University of New South Wales. 4th ed. Sydney, 1996. DOI: 10.1007/978-3-642-80233-1.
- [2] S. Kuang. *Geodetic Network Analysis and Optimal Design: Concepts and Applications*. Ann Arbor Press, Inc., Chelsea Michigan, 1996.