

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOFÍSICA

PROVA DE FORTRAN

Prof. Cícero Régis

23/07/21

Sondagem magnetotelúrica

Uma sondagem magnetotelúrica (MT) consiste em uma série de medidas do campo eletromagnético natural na superfície. A partir das medidas de campo são geradas grandezas no domínio da frequência chamadas de impedâncias (\mathcal{Z}). Estas são números complexos e são funções da frequência (f) e da distribuição de resistividades na subsuperfície. As impedâncias geradas nas frequências altas são sensíveis às zonas mais rasas e aquelas nas frequências baixas são sensíveis às zonas mais profundas.

Tradicionalmente, os dados MT são interpretados inicialmente na forma de dois parâmetros chamados de resistividade aparente (ρ_a) e fase (ϕ), que são calculadas usando o módulo ($|\mathcal{Z}|$) e o ângulo de fase (ϕ) da impedância na superfície através das seguintes fórmulas:

$$\rho_a = \frac{1}{\omega \mu_0} |\mathcal{Z}|^2, \quad (1)$$

$$\phi = \arctan \left(\frac{\text{Im}\{\mathcal{Z}\}}{\text{Re}\{\mathcal{Z}\}} \right), \quad (2)$$

em que $\omega = 2\pi f$ é a frequência angular e $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m é a permeabilidade magnética do vácuo.

Nesta questão, você irá ler valores de impedâncias gerados a partir de um modelo de sondagem magnetotelúrica em um meio estratificado (1D). O objetivo é simplesmente fazer você trabalhar com números complexos no Fortran.

Você deve escrever um programa para ler as informações contidas no arquivo `mt1d.out`. A primeira linha do arquivo contém apenas um valor inteiro com o número de frequências (ou seja, o número de dados) na sondagem; a partir da segunda linha as informações estão organizadas em duas colunas: na primeira estão listadas as frequências e na segunda estão as impedâncias na forma de números complexos escritos no padrão do Fortran (**Re,Im**).

Seu programa deve ler estes dados; a partir deles calcular a resistividade aparente e a fase da impedância para cada frequência e salvar os valores calculados num arquivo para serem visualizados na forma de gráficos.

Para o cálculo da fase, use a função intrínseca `atan2`. Esta função tem dois argumentos de entrada: `atan2(y,x)`, sendo que o primeiro é a parte imaginária do número complexo e o segundo é a parte real dele. Ela retorna o valor da fase em radianos.

Tradicionalmente, os gráficos de resistividade aparente e fase são feitos em função do período T ao invés da frequência ($T = 1/f$) para que primeiro venham os valores correspondentes às camadas mais rasas e depois às mais profundas. Também é tradicional interpretar os ângulos de fase em graus ao invés de radianos.

Após calculados os valores de ρ_a e ϕ , o programa deve gerar um arquivo de saída organizado da seguinte maneira: na primeira coluna vão os períodos; na segunda, os valores de ρ_a e na terceira os valores de ϕ em graus.

Os dados no arquivo `mt1d.out` foram gerados por um modelo com 3 camadas. Para sua referência, os gráficos de resistividade aparente e fase correspondentes às impedâncias no arquivo são os seguintes:

