

PROGETTO 32

EFFETTI DELLA COMBUSTIONE DEI COMBUSTIBILI SUL BIOSSIDO DI CARBONIO

INTRODUZIONE AL PROBLEMA

Questo progetto vuole studiare gli effetti della combustione dei combustibili fossili sul biossido di carbonio nell'atmosfera terrestre. Un minimo aumento infatti della percentuale presente in atmosfera ha profonde implicazioni per il nostro clima. Il modello matematico impiegato per descrivere il fenomeno in questione è stato formulato da Walker JCR ed è stato portato alla nostra attenzione da Eric Roben.

DESCRIZIONE DEL MODELLO MATEMATICO E PARAMETRI

Il modello simula l'interazione delle diverse forme di carbonio che sono memorizzati in tre regimi: l'atmosfera, il mare poco profondo, il profondo oceano.

Le cinque variabili di stato sono tutte funzioni del tempo:

- p, pressione parziale del biossido di carbonio in atmosfera;
- σ_s , concentrazione totale di carbonio disciolto nel mare poco profondo
- σ_d , concentrazione totale di carbonio disciolto nel profondo oceano
- α_s , alcalinità nel mare poco profondo
- α_d , alcalinità del profondo oceano.

Il modello prevede anche altri tre parametri che sono coinvolti nelle equazioni di equilibrio del mare poco profondo:

- hs, carbonato di idrogeno nel mare poco profondo
- ps, pressione parziale del biossido di carbonio gassoso nel mare poco profondo

$$h_s = \frac{\sigma_s - \sqrt{\sigma_s^2 - k_3 \alpha_s * (2\sigma_s - \alpha_s)}}{k_3}$$

$$p_s = 2k_4 \frac{h_s^2}{(\alpha_s - h_s)}$$

Il tasso di variazione delle 5 principali variabili di stato è dato dal sistema ODE:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{p_s - p}{d} + \frac{f(t)}{\mu_1}.$$

$$\frac{d\sigma_s}{dt} = \frac{1}{v_s} \left((\sigma_d - \sigma_s)w - k_1 - \frac{p_s - p}{d} \mu_2 \right)$$

$$\frac{d\sigma_d}{dt} = \frac{1}{v_d} (k_1 - (\sigma_d - \sigma_s)w)$$

$$\frac{d\alpha_s}{dt} = \frac{1}{v_s} ((\alpha_d - \alpha_s)w - k_2)$$

$$\frac{d\alpha_d}{dt} = \frac{1}{v_d} (k_2 - (\alpha_d - \alpha_s)w)$$

Il termine di origine $f(t)$ è inserito nella prima equazione del sistema di equazioni differenziali, e descrive la combustione di combustibili fossili nel moderno dell'era industriale; è una funzione che associa ad un intervallo di tempo scelto ($1000 \leq t \leq 5000$) i tassi di rilascio del biossido di carbonio della combustione dei combustibili fossili, in particolare benzina.

Determinare la funzione $f(t)$ per interpolazione spline dei punti:

```
%% F(t) determinare mediante interpolante spline dai dati:
% valori iniziali
xt=[1000 1300 1400 1450 1500 1600 1700 1800 1850 1900 1950 1980 2000 2050 2080
2100 2120 2150 2225 2300 2500 2600 2750 3000 3500 4000 5000];
yt=[0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 4 5 8 10 10.5 10 8 3.5 2 0 0 0 0 0 0 0];
```

Nel periodo tra il 1850 ed il 2500 la $f(t)$ mostra un aumento di carbonio prodotto bruciando combustibili fossili, che entra nel sistema.

Si determini numericamente la risposta del sistema ottenuta con vari solutori ODE.

Si visualizzino i grafici delle 5 variabili di stato: l'atmosfera, il mare poco profondo, il profondo oceano, e gli andamenti dei due valori di alcalinità (che dovrebbero rimanere costanti per tutta la simulazione). Si dovrebbe notare dal grafico che il carbonio nei tre regimi è quasi in equilibrio e così i tassi difficilmente variano prima del 1850. Inoltre, nel periodo tra il 1850 ed il 2500 la $f(t)$ dovrebbe mostrare un aumento di carbonio prodotto bruciando combustibili fossili, che entra nel sistema. L'atmosfera è la prima ad esserne interessata, mostrando più di un quadruplice aumento di 500 anni.

DATI

```
%% COSTANTI
d=8.64;
mu1=4.95*10^2;
mu2=4.95*10^(-2);
Vs=0.12;
Vd=1.23;
w=10^(-3);
k1=2.19*10^(-4);
k2=6.12*10^(-5);
k3=0.997148;
k4=6.79*10^(-2);

%% CONDIZIONI INIZIALI al t=1000
pi=1.00; % la i sta a significare i valori iniziali
sigsi=2.01;
sigdi=2.23;
alfasi=2.20;
alfadi=2.26;
```