r;

Breve relatório com os resultados obtidos durante o modulo-4

Aluno: Ruben Esteche Araújo

CPF: 109.429.904-98

Dando continuidade ao que foi abordado no módulo passado, os problemas vistos nesse módulo foram os mesmos, todavia, a abordagem foi diferente em alguns aspectos, na intenção de aprendermos uma forma de resolução que pode eventualmente vir a ser mais eficiente quanto a resolução de problemas em que haja necessidade (ou praticidade maior) em poder observar a evolução das interações do programa.

Ainda utilizando um método simplético de segunda ordem (EULER_CROMER), montamos em cima do programa elaborado na aula passada arrays para salvar nossas variáveis dentro das interações; dessa forma, podemos então desrever a evolução temporal de diversos estados simultâneamente a execução o programa. O programa que desenvolvi pode ser conferido logo a seguir:

Programa Arrays: C/C++

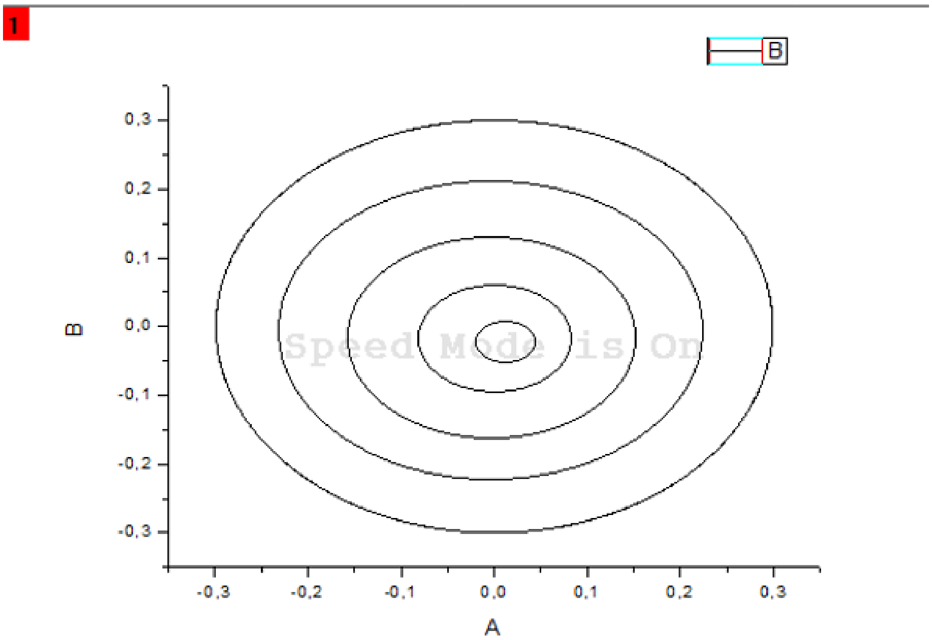
```
#include<stdlib.h>

#include<math.h>

#include<stdio.h>


int main(){


  //Definindo variáveis de movimento

  int n,i,p, r, g=10,j,q,k=10,c;

  double l=10,t, dt=0.001, gama=0.9, w;


        //Arrays

        double x[10], vx[10], w0[10], teta[10];


        //matriz de condições iniciais

  r=0;

        for(q=0;q<k;q++){

    for(c=0;c<k;c++){

      vx[r]= 1 + (2*q);
```

```
        x[r]=1 + (2*c);
        r= r+1;
        }
                }
 r=0;
                for(q=0;q<k;q++){
    for(c=0;c<r;c++){
        w0[r]= 1 + (2*q);
        teta[r]=1 + (2*c);
        r= r+1;
        }
                }



//quantidade de interações
n=50000;



//Seleção de qual programa executar


printf("Selecione qual problema voce deseja resolver:\n01.Pendulo simples(1)\n02.Oscilador(2)\n");
scanf("%d",&p);


if(p==1){


//arquivo
FILE *Rx_pendulo;
Rx_pendulo = fopen("posição (pendulo).txt","w+");


//Variáveis do pêndulo
//printf("Digite velocidade inicial:\n");
//scanf("%lf",&w0);
printf("Digite o angulo inicial:\n");
scanf("%lf",&teta);


//interações
for(i=0;i<n;i++){



for(r=0;r<10;r++){
  fprintf(Rx_pendulo,"%lf   %lf", w0[r], teta[r]);
```

```
  w0[r] = w0[r] -((g/l)*sin(teta[r]))*dt;
  teta[r] = teta[r] + w0[r]*dt;
  t= t+dt;
                }
                fprintf(Rx_pendulo,"\n");
}

//fechando o arquivo
fclose(Rx_pendulo);



}if(p==2){

//arquivo
FILE *Rx_oscilador;
Rx_oscilador = fopen("posição (oscilador).txt","w+");

//Variáveis do oscilador
//printf("Digite velocidade inicial:\n");
//scanf("%lf",&vx);
printf("Digite a frequência angular inicial:\n");
scanf("%lf",&w);




//interações

for(i=0;i<n;i++){



   for(r=0;r<10;r++){
      fprintf(Rx_oscilador,"%lf   %lf", vx[r], x[r]);
      vx[r] = vx[r] - (w*w*x[r])*dt; //-(vx*gama)*dt + (cos(1*t))*dt;  //força resistiva com gama e força motriz externa em cosseno
      x[r]=  x[r] + vx[r]*dt;
      t= t+dt;
                           }
                           fprintf(Rx_oscilador,"\n");
}

//fechando o arquivo
fclose(Rx_oscilador);
```

```
}

printf("seu arquivo foi criado com sucesso");

return 0;
}
```

O programa em questão se mostrou funcional. Como podemos observar no gráfico a seguir, diversos estados iniciais puderam ser simulados no estado de fase, onde os resultados batem com o resultado teórico esperado; Todavia, encontrei muita dificuldade para reorganizar o arquivo onde as interações estavam sendo salvas e com o software que estava utilizando para plotar os gráficos (em questão, o Origin) visto que cada linha do arquivo continha a informação de fase de um condição inicial diferente, e elas evoluiíam no arquivo horizontalmente, enquanto o Origin somente lê informação verticalmente, o que tornou o trabalho para plotar um gráfico simples muito custoso.



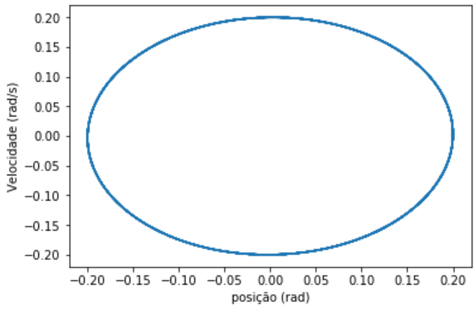
Decidi então migrar para a linguagem Python, por ser de alto nível (e, sinceramente, facilitar bastante a minha vida) e já permitir para o usuário em questão plotar gráficos diretamente da interface do compilador. Os programas que desenvolvi para simular os sistemas do pêndulo e da OHS podem ser conferidos a seguir, com seus respectivos gráficos que atestam sua eficácia dados resultados teóricos já conhecidos por nós.

Programa OHS:

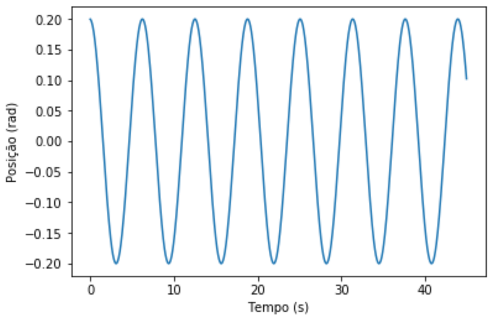
```
# -*- coding: utf-8 -*-

"""

Created on Thu Sep 20 13:58:15 2018


@author: ruben

"""


import numpy as np

from math import *

import matplotlib.pyplot as plt


def simpleOHSSimulation(pos0,vel0,tau,m,k,w0,numSteps,plotFlag):


        # initialize vectors


        time_vec = [0]*numSteps

        pos_vec = [0]*numSteps

        vel_vec = [0]*numSteps

        KE_vec = [0]*numSteps

        PE_vec = [0]*numSteps


        # set initial conditions


        pos = pos0

        vel = vel0

        time = 0


        # begin time stepping


        for i in range(0,numSteps):


                vel_old = vel

                pos_old = pos

                # update the values

                vel = vel_old - (w0*w0*pos)*tau

                pos = pos_old + vel*tau

                # record the values

                time_vec[i] = tau*i

                pos_vec[i] = pos
```

```
        vel_vec[i] = vel

        KE_vec[i] = (1/2)*m*vel*vel

        PE_vec[i] = (1/2)*k*pos*pos


    TE_vec = np.add(KE_vec,PE_vec)


    # make graphs


    if plotFlag == 1:


        plt.figure(0)

        plt.plot(time_vec,pos_vec)

        plt.xlabel('Tempo (s)')

        plt.ylabel('Posição (rad)')

        plt.savefig('plot1.png', bbox_inches='tight')


        plt.figure(1)

        plt.plot(time_vec,KE_vec,label='Energia cinética')

        plt.plot(time_vec,PE_vec,label='energia potencial')

        plt.plot(time_vec,TE_vec,label='energia total')

        plt.legend(loc='upper left')

        plt.xlabel('Tempo (s)')

        plt.ylabel('Energia (J)')

        plt.savefig('plot2.png', bbox_inches='tight')


        plt.figure(2)

        plt.plot(pos_vec,vel_vec)

        plt.xlabel('posição (rad)')

        plt.ylabel('Velocidade (rad/s)')

        plt.savefig('plot3.png', bbox_inches='tight')


        plt.show()


    # return the vectors


simpleOHSSimulation(0.2,0,0.03,1,1,1,1500,1)
```

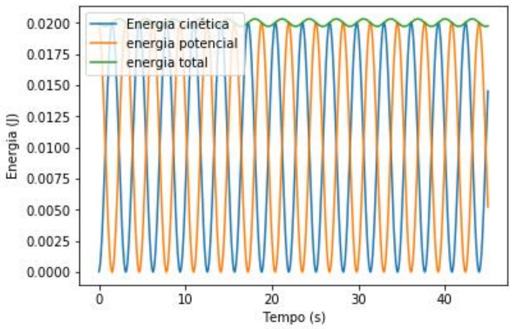
Espaço de fase:



Posição:



Energia:



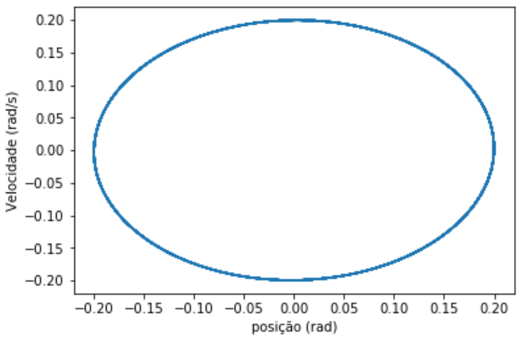
Programa Pêndulo:

```
# -*- coding: utf-8 -*-

"""

Created on Wed Sep 19 18:17:57 2018


@author: ruben

"""


import numpy as np

from math import *

import matplotlib.pyplot as plt
```

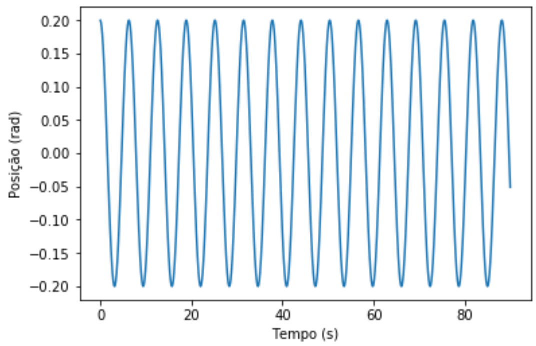
```
def simplePendulumSimulation(theta0,omega0,tau,m,g,l,numSteps,plotFlag):

    # initialize vectors

    time_vec = [0]*numSteps
    theta_vec = [0]*numSteps
    omega_vec = [0]*numSteps
    KE_vec = [0]*numSteps
    PE_vec = [0]*numSteps

    # set initial conditions

    theta = theta0
    omega = omega0
    time = 0

    # begin time stepping

    for i in range(0,numSteps):

        omega_old = omega
        theta_old = theta
        # update the values
        omega = omega_old - (g/l)*sin(theta_old)*tau
        theta = theta_old + omega*tau
        # record the values
        time_vec[i] = tau*i
        theta_vec[i] = theta
        omega_vec[i] = omega
        KE_vec[i] = (1/2)*m*l**2*omega**2
        PE_vec[i] = m*g*l*(1-cos(theta))

    TE_vec = np.add(KE_vec,PE_vec)

    # make graphs

    if plotFlag == 1:

        plt.figure(0)
        plt.plot(time_vec,theta_vec)
        plt.xlabel('Tempo (s)')
```

```
            plt.ylabel('Posição (rad)')
            plt.savefig('plot1.png', bbox_inches='tight')

            plt.figure(1)
            plt.plot(time_vec,KE_vec,label='Energia cinética')
            plt.plot(time_vec,PE_vec,label='energia potencial')
            plt.plot(time_vec,TE_vec,label='energia total')
            plt.legend(loc='upper left')
            plt.xlabel('Tempo (s)')
            plt.ylabel('Energia (J)')
            plt.savefig('plot2.png', bbox_inches='tight')

            plt.figure(2)
            plt.plot(theta_vec,omega_vec)
            plt.xlabel('posição (rad)')
            plt.ylabel('Velocidade (rad/s)')
            plt.savefig('plot3.png', bbox_inches='tight')

            plt.show()

    # return the vectors

simplePendulumSimulation(0.2,0,0.03,1,1,3000,1)
```

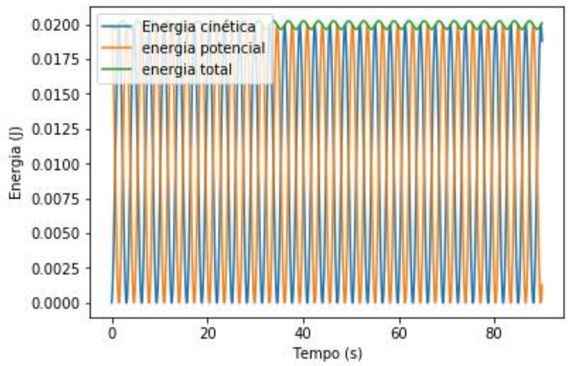
Espaço de fase:



Posição:



Energia:



Agora, verificando a funcionalidade do novo desenvolvimento em Python para a tarefa especifica demandada, tenho aqui o exemplo de um gráfico simples de um tempo (inicial) com os arrays mostrando o espaço de fase do sistema dadas várias condições iniciais diferentes: