**integra.f90**

 program integra

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 external f1,f2,f3,f4,f5,f6

 open(unit=1,file='inpint.txt',status='old')

 open(unit=2,file='outint.txt',status='unknown')

 open(unit=3,file='distnorm.txt',status='unknown')

 open(unit=4,file='curvanorm.txt',status='unknown')

!

!

!

 read(1,\*)ndiv,a,b

 write(\*,\*)'ndiv=',ndiv,'a=',a,'b=',b

!

!

!

 call simp(f1,-1.d0,1.d0,20,res)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 1-simp eh',res

 write(2,\*)'o resultado da integral 1-simp eh',res

 call trap(f1,-1.d0,1.d0,20,res)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 1-trap eh',res

 write(2,\*)'o resultado da integral 1-trap eh',res

 call simp(f2,0.d0,3.d0,6,res1)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 2-simp eh',res1

 write(2,\*)'o resultado da integral 2-simp eh',res1

 call trap(f2,0.d0,3.d0,6,res1)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 2-trap eh',res1

 write(2,\*)'o resultado da integral 2-trap eh',res1

 call simp(f3,-1.d0,6.d0,6,res1)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 3-simp eh',res1

 write(2,\*)'o resultado da integral 3-simp eh',res1

 call trap(f3,-1.d0,6.d0,6,res1)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 3-trap eh',res1

 write(2,\*)'o resultado da integral 3-trap eh',res1

 call simp(f4,1.d0,9.d0,8,res1)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 4-simp eh',res1

 write(2,\*)'o resultado da integral 4-simp eh',res1

 call trap(f4,1.d0,9.d0,8,res1)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 4-trap eh',res1

 write(2,\*)'o resultado da integral 4-trap eh',res1

 call simp(f5,1.d0,11.d0,10,res1)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 5-simp eh',res1

 write(2,\*)'o resultado da integral 5-simp eh',res1

 call trap(f5,1.d0,11.d0,10,res1)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 5-trap eh',res1

 write(2,\*)'o resultado da integral 5-trap eh',res1

 call simp(f6,-1.d0,6.d0,6,res1)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 6-simp eh',res1

 write(2,\*)'o resultado da integral 6-simp eh',res1

 call trap(f6,-1.d0,6.d0,6,res1)

 write(\*,\*)'o resultado da integral 6-trap eh',res1

 write(2,\*)'o resultado da integral 6-trap eh',res1

! graficos da curva e da distribuicao normal

 pi=4\*atan(1.)

 dx=(b-a)/ndiv

 xb=a+dx

 temp=0.

 write(3,\*)a,temp

 temp=f4(a)

 write(4,\*)a,temp

 do i=1,ndiv

 call simp(f4,a,xb,50,res)

 temp=res/sqrt(2\*pi)

 write(3,\*)xb,temp

 temp=f4(xb)/sqrt(2\*pi)

 write(4,\*)xb,temp

 xb=xb+dx

 enddo

 close(2)

 close(3)

 close(4)

 call system("notepad curvanorm.txt")

 call system("notepad distnorm.txt")

 call system("wgnuplot dados-curva.gnu")

 stop

 end

!

!\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

!

 subroutine simp(func,a,b,n,sum)

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 external func

 sum=0.d0

 h=(b-a)/n

 nend=n/2

 do i=1,nend

 a1=(2\*i-2)\*h+a

 a2=(2\*i-1)\*h+a

 a3=2\*i\*h+a

 fa=func(a1)

 fb=func(a2)

 fc=func(a3)

 sum=sum+(fa+4\*fb+fc)

 enddo

 sum=h\*sum/3

 return

 end

!

!\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

!

 subroutine trap(func,a,b,n,sum)

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 external func

 sum=0.d0

 h=(b-a)/n

 x=a

 do i=1,n

 sum=sum+(func(x)+func(x+h))

 x=x+h

 enddo

 sum=h\*sum/2

 return

 end

!

!\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

 function f1(x)

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 ! f1=cos(2.d0\*x)

 f1=cos(x)/exp(x)+asin(x)

 return

 end

!\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

 function f2(x)

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 f2=x\*\*2

 return

 end

!\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

 function f3(x)

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 f3=sin(x)/x+atan(x)

 return

 end

!\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

 function f4(x)

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 f4=exp(-x\*x/2)

 return

 end

!\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

 function f5(x)

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 f5=sin(x)\*sin(x)\*log(x)

 return

 end

!\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

 function f6(x)

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 f6=sin(x)/x\*exp(-x\*x)

 return

 end

!\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

**inpint.txt**

100 -5.d0 5.d0

**dados-curva.gnu**

set data style linespoints

set grid

set xlabel 'x'

set ylabel 'y=exp(-x^2/2)/sqrt(2\*pi) e erf(x)=integral(y)'

set title 'Curva e Distribuicao (area) Normal Standard'

plot 'curvanorm.txt','distnorm.txt'

pause -1

6.2) Graciano et al. (2014) publicaram um estudo de modelagem e simulação de motores de combustão interna (MCI) de ignição por compressão (ICO) movidos a misturas de diesel, biodiesel e biogás. A seguir são detalhadas equações desse modelo a serem utilizadas neste projeto.

A pressão média indicada no cilindro é calculada como se segue:

 (1)

onde  – pressão média indicada no cilindro, N m-2;  – trabalho indicado do cilindro, kJ.

A pressão média de atrito no cilindro é obtida usando uma correlação empírica para motores a combustão interna (MCI) com injeção direta (Heywood, 1988), que expressa as perdas (e.g., atrito, bombeamento) na forma de uma perda de pressão:

 (2)

 (3)

onde  – pressão de atrito media no cilindro, N m-2;  – constante, 75.000 N m-2 (Heywood, 1988);  – pressão média efetiva no cilindro, N m-2, e a velocidade média do pistão .

 A potência líquida fornecida por um cilindro, e a potência líquida, e torque no eixo fornecidos pelo motor são calculadas por:

 (4)

 (5)

 (6)

em que , – potência líquida fornecida por um cilindro, e pelo motor, respectivamente, kW; – tempo de duração de um ciclo motor (período), s;  – torque líquido do motor, kN m, e  – número de cilindros do motor.

Neste projeto, pede-se que seja escrito um programa computacional para extrair dados de um diagrama pressão-volume, conforme o mostrado na Fig. Pj6.2 que permita o cálculo de  – trabalho indicado do cilindro, kJ. Esse trabalho é composto por vários termos correspondentes a cada tempo do motor, i.e., . Cada termo é calculado a partir de , em que j = admissão, compressão, expansão e exaustão, com os dados extraídos do diagrama pressão-volume. A Figura Pj6.2 mostra dados de simulação numérica obtidos a partir do trabalho de Graciano e Vargas (2014) para um motor ICO movido a mistura de diesel, biodiesel e biogás operando com N = 3000 rpm. A seguir, o programa deve utilizar as Eqs. (1) – (6) para calcular  e  para um motor de 4 cilindros e com . Estude o impacto da variação de na saída de potência e de torque efetivos desse motor para N = 3000 rpm.



Figura Pj6.2 – Diagrama pressão-volume para um cilindro de um motor ICO operando com mistura de combustíveis a N = 3000 rpm.

Obs:

1. Apresente um relatório do seu trabalho (título, resumo, introdução, teoria, resultados e discussão, e conclusões), com todos os programas computacionais escritos no apêndice, e
2. Recomenda-se utilizar aritmética de dupla precisão em seus cálculos.

**mci.f90**

 program mci ! Projeto 6.2 - livro texto

 implicit real \*8 (a-h,o-z)

 parameter (nmax=1000)

 dimension vol(nmax),pres(nmax)

 open(unit=1,file='inpint.txt',status='old')

 open(unit=2,file='outint.txt',status='unknown')

 open(unit=3,file='diag-p-x-V.txt',status='unknown')

!

!

!

 read(1,\*)npontos,rpm,ncil

 write(2,\*)'npontos=',npontos,' rpm = ',rpm,' ncil = ',ncil

!

 do i=1,npontos

 read(1,\*)vol(i),pres(i)

 write(2,\*)vol(i),pres(i)

 write(3,\*)vol(i),pres(i)

 enddo

! Calcula trabalho indicado

!

! Ciclo completo

!

 sum=0.d0

 do i=1,npontos-1

 h=vol(i+1)-vol(i)

 sum=sum+h\*(pres(i)+pres(i+1))/2

 write(2,\*)'h= ',h

 enddo

 write(2,\*)'W\_adm\_comp\_comb\_exp\_exaustao =',sum,' J'

 ! Calculo do tempo de 2 rotacoes (1 ciclo completo)

 t\_ciclo=2.d0/(rpm/60)

 write(2,\*)'t\_ciclo =',t\_ciclo,' s'

 ! Calculo da potencia desenvolvida pelo ciclo do motor com 4 cilindros

 Pot\_1\_cil=sum/t\_ciclo/1000 ! kW

 write(2,\*)'Pot\_1\_cil =',Pot\_1\_cil,' kW'

 Pot\_total=ncil\*Pot\_1\_cil

 write(2,\*)'Pot\_total =',Pot\_total,' kW'

 Pot\_total\_hp=Pot\_total/0.736d0

 write(2,\*)'Pot\_total\_HP =',Pot\_total\_hp,' HP'

 close(2)

 close(3)

 call system("notepad outint.txt")

 call system("wgnuplot dados-p-x-V.gnu")

 stop

 end

!

!\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

!

**inpint.txt**

30 3000.d0 6 ! npontos = Nr de pontos de integracao; rpm = rotacao do motor; ncil = Nr de cilindros do motor

6.d-5 1.d5 ! Admissao

1.d-4 5.d4

5.d-4 4.d4

1.d-3 3.d4

1.04d-3 3.d4

6.d-4 1.d5 ! Compressao

4.d-4 2.d5

3.d-4 2.5d5

2.d-4 4.d5

1.5d-4 6.d5

1.d-4 1.d6

6.d-5 2.d6

7.d-5 2.6d6 ! Combustao

1.d-4 2.25d6 ! Expansao

1.5d-4 1.8d6

2.d-4 1.4d6

3.d-4 1.d6

4.d-4 7.d5

5.d-4 4.d5

6.d-4 3.d5

7.d-4 2.5d5

8.d-4 2.3d5

9.d-4 2.d5

1.d-3 1.8d5

1.04d-3 1.7d5

1.d-3 1.d5 ! Exaustao

3.d-4 2.5d5

1.3d-4 3.d5

1.d-4 2.7d5

6.d-5 1.d5

**dados-p-x-V.gnu**

set data style linespoints

set grid

set xlabel 'V (m3)'

set ylabel 'P (N/m2)'

set title 'Diagrama P x V - Motor a Combustao Interna ICO - MCI'

plot 'diag-p-x-V.txt'

pause -1