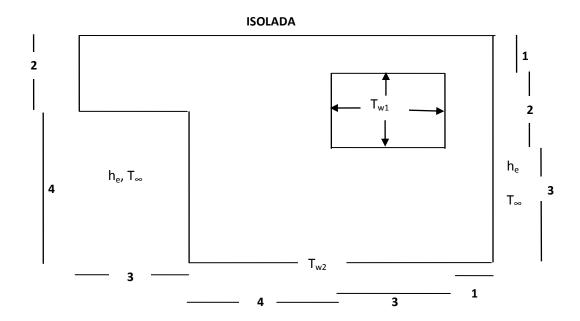
Trabalho de Volumes Finitos - Nome : João Pedro Samarino

1. O trabalho consiste em resolver o seguinte problema:

$$k = 5 + (10);$$
 $h_e = 40 + (10);$ $h_r = 2.5 \times 10^{-8};$ $T_{w1} = 350;$ $T_{\infty} = 250 + (10);$ $T_{w2} = 425 + (10).$



1.1 Fluxo de calor dissipado na face leste:

Esse fluxo de calor foi calculado pelo programa para a face leste e monitorado pelas interações, obtivemos o seguinte resultado:

ITER	HEAT FLOW (FACE LESTE)
0	0.000E+00
1	-7.224E+03
2	-7.705E+03
3	-7.709E+03
4	-7.709E+03
5	-7.709E+03
6	-7.709E+03

Para realizar esses cálculos usamos o seguinte comando dentro de output: HTFLX=HTFLX+ARX(J)*FLUXL1(J,1)

2.1 Podemos notar que com o passar as interações, da terceira para a quarta não podemos notar diferença com essa resolução numérica, o

critério de parada adotado foi o usado pelo os programas do exemplo disponibilizados para os alunos , não se alterou o mesmo.

3.1 Adapt feito para esse problema:

Parte inicial: Não houve mudanças aqui

ccccccccccccccccccccccccccccccccccccccc
SUBROUTINE ADAPT
CTRABALHO FINALJOAO PEDRO SAMARINO
C \$INCLUDE:'COMMON'
C***********************
DIMENSION T(NI,NJ)
EQUIVALENCE (F(1,1,1),T(1,1))
C*************************************
GRID: Se optou por não usar zonas, e também por usar as malhas na
dimensão (24x14), e depois se chama a ezgrid para fazer o resto.
C*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-
ENTRY GRID
HEADER='STEADYYY CONDUCTION WITH MIXED BOUNDARY CONDITIONS' PRINTF='PRINTP2'
PLOTF='PLOTP2'
CALL DATA2(XL,11.,YL,6.)
CALL INTA2(NCVLX,22,NCVLY,12)
CALL EZGRID
RETURN
C*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-*-
BEGIN: Foram definidas as propriedades usadas e também a temperatura
inicial que foi colocada na malha, a temperatura inicial foi a tw2, pois ela
já faz parte do contorno.

OUTPUT: Nessa rotina foi mantida a estrutura do exemplo 2, e alterado somente os valores referente ao problema em questão, a lógica por trás foi mantida, pois as variáveis em questão são as mesmas.

```
ENTRY OUTPUT
  HTFLX=0.
  DO 200 J=2.M2
    HTFLX=HTFLX+ARX(J)*FLUXL1(J,1)
 200 CONTINUE
  DO 210 IUNIT=IU1,IU2
    IF(ITER.EQ.0) WRITE(IUNIT,220)
 220 FORMAT(2X,'ITER',3X,'T(3,3)',4X,'T(5,4)',4X,'T(10,7)'
  1 ,4X,'HEAT FLOW (FACE LESTE)')
    WRITE(IUNIT,230) ITER,T(3,3),T(5,4),T(10,7),HTFLX
 230 FORMAT(2X,I2,2X,1P3E10.2,8X,1PE11.3)
210 CONTINUE
CREATE A CONVERGENCE CRITERION
  IF(ITER.LT.ITRMIN) RETURN
  DIFF=ABS((HTFLX-HTFLXO)/(HTFLX+SMALL))
  HTFLXO=HTFLX
  IF(DIFF.LE.1.E-5.OR.ITER.EQ.LAST) THEN
CALCULATE QUANTITIES FOR OVERALL HEAT BALANCE
  HTR=0.
  DO 231 J=2,M2
    HTR=HTR+ARX(J)*FLUXL1(J,1)
 231 CONTINUE
  HTL=HTFLX
  HTB=0
  HTT=0.
  DO 232 I=2,L2
    IF(X(I).GT.0.7) HTT=HTT+XCV(I)*FLUXM1(I,1)
 232 CONTINUE
  HTOUT=-(HTL+HTR+HTB+HTT)
  GEN=0.
  DO 233 J=2,M2
  DO 233 I=2,L2
    IF(X(I).GT.0.7.AND.Y(J).GT.0.25) GO TO 233
    GEN=GEN+(1000.-4.E-5*T(I,J)**3)*XCV(I)*YCV(J)
 233 CONTINUE
  HTBAL=HTOUT-GEN
CONSTRUCT FINAL PRINTOUT
    DO 240 IUNIT=IU1,IU2
     WRITE(IUNIT,250)
 250
      FORMAT(1X,/,' J',8X,'Y(J)',5X,'FLUX(LEFT)',4X,
  1 'FLUX(RIGHT)')
     DO 260 J=M2,2,-1
       WRITE(IUNIT,270) J,Y(J),FLUXI1(J,1),FLUXL1(J,1)
 270
        FORMAT(1X,12,5X,1PE9.2,3X,1PE9.2,5X,1PE9.2)
 260
       CONTINUE
     WRITE(IUNIT,280)
 280 FORMAT(1X,/,' I',8X,'X(I)',5X,'FLUX(BOTTOM)',2X,
  1 'FLUX(TOP)')
     DO 290 I=2,L2
```

PHI: Essa rotina foi toda refeita, foi feita de acordo com as condições do problema considerando também os fluxos envolvidos e as áreas inativas .

```
ENTRY PHI
  DO 300 J=2,M2
  DO 300 I=2,L2
    GAM(I,J)=AK1
    IF(X(I).GT.7.AND.X(I).LT.10.AND.Y(J).GT.3.AND.
  1 Y(J).LT.5) GAM(I,J)=1E12
    IF(X(I).GT.0.AND.X(I).LT.3.AND.Y(J).GT.0.AND.
  1 Y(J).LT.4) GAM(I,J)=0.
 300 CONTINUE
   SC(18,9)=BIG*TW1
  SP(18,9)=-BIG
COME HERE TO SPECIFY BOUNDARY CONDITIONS
   DO 310 I=2,L2
    IF(X(I).GT.0.AND.X(I).LT.3) THEN
           KBCJ1(I)=2
     FLXCJ1(I)=HE*TINF
           FLXPJ1(I)=-HE
    ELSE
     KBCJ1(I)=1
    ENDIF
           KBCM1(I)=2
 310 CONTINUE
  DO 320 J=2,M2
    IF(Y(J).GT.0.AND.Y(J).LT.4) THEN
           KBCI1(J)=2
           FLXCI1(J)=HE*TINF
           FLXPI1(J)=-HE
    ELSE
           KBCI1(J)=2
    ENDIF
    KBCL1(J)=2
    FLXCL1(J)=HE*TINF+HR*TINF**4+3.*HR*T(L2,J)**4
    FLXPL1(J)=-(HE+4.*HR*T(L2,J)**3)
```

320 CONTINUE RETURN END

4.1 Resultados:

Estes foram os resultados obtidos na saída de arquivo do programa.

STEADYYY CONDUCTION WITH MIXED BOUNDARY CONDITIONS

```
ITER T(3,3) T(5,4) T(10,7) HEAT FLOW (FACE LESTE)
0 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02 0.000E+00
1 3.56E+02 3.94E+02 3.96E+02 -7.224E+03
2 3.21E+02 3.66E+02 3.93E+02
                               -7.705E+03
3 3.09E+02 3.53E+02 3.93E+02
                              -7.709E+03
4 3.02E+02 3.46E+02 3.93E+02 -7.709E+03
                              -7.709E+03
5 2.98E+02 3.41E+02 3.93E+02
6 2.96E+02 3.39E+02 3.93E+02
                              -7.709E+03
    Y(J) FLUX(LEFT) FLUX(RIGHT)
13 5.75E+00 -6.10E-04 -7.90E+02
12 5.25E+00 1.22E-03 -8.55E+02
11 4.75E+00 -9.16E-04 -9.53E+02
10 4.25E+00 -3.05E-04 -1.00E+03
9 3.75E+00 -8.84E-19 -1.01E+03
8 3.25E+00 -6.15E-19 -9.84E+02
7 2.75E+00 -4.90E-19 -9.31E+02
6 2.25E+00 -4.15E-19 -9.40E+02
5 1.75E+00 -3.56E-19 -1.06E+03
4 1.25E+00 -2.98E-19 -1.34E+03
3 7.50E-01 -2.34E-19 -1.98E+03
2 2.50E-01 -1.60E-19 -3.57E+03
1
    X(I) FLUX(BOTTOM) FLUX(TOP)
2 2.50E-01 -1.68E-19 1.49E-08
3 7.50E-01 -2.59E-19 -6.10E-04
4 1.25E+00 -3.65E-19 9.16E-04
   1.75E+00 -5.07E-19 9.16E-04
5
6 2.25E+00 -7.34E-19 -6.10E-04
7 2.75E+00 -1.19E-18 -9.15E-04
8 3.25E+00 2.39E+02 -6.10E-04
   3.75E+00 2.43E+02 6.11E-04
10 4.25E+00 2.53E+02 -3.05E-04
11 4.75E+00 2.67E+02 9.16E-04
12 5.25E+00 2.87E+02 -9.15E-04
13 5.75E+00 3.12E+02 -6.10E-04
14 6.25E+00 3.41E+02 6.10E-04
```

15 6.75E+00 3.75E+02 3.05E-04 16 7.25E+00 4.16E+02 9.15E-04 17 7.75E+00 4.65E+02 -6.11E-04

```
18 8.25E+00 5.31E+02 9.54E-07
19 8.75E+00 6.31E+02 1.91E-06
20 9.25E+00 7.97E+02 -6.07E-04
21 9.75E+00 1.11E+03 -9.08E-04
22 1.03E+01 1.83E+03 -9.12E-04
23 1.08E+01 4.15E+03 -1.22E-03
OVERALL HEAT BALANCE
*******
HEAT OUTFLOW GENERATION DIFFERENCE
1.542E+04 -9.886E+03 2.530E+04
I = 1 2 3 4 5 6 7
X = 0.00E+00 2.50E-01 7.50E-01 1.25E+00 1.75E+00 2.25E+00 2.75E+00
I = 8 9 10 11 12 13 14
X = 3.25E+00 3.75E+00 4.25E+00 4.75E+00 5.25E+00 5.75E+00 6.25E+00
I = 15 16 17 18 19 20 21
X = 6.75E+00 7.25E+00 7.75E+00 8.25E+00 8.75E+00 9.25E+00 9.75E+00
I = 22 23 24
X = 1.03E+01 1.08E+01 1.10E+01
                4 5 6
J = 1 2 3
                              7
Y = 0.00E+00 2.50E-01 7.50E-01 1.25E+00 1.75E+00 2.25E+00 2.75E+00
J = 8 9 10 11 12 13 14
Y = 3.25E+00 3.75E+00 4.25E+00 4.75E+00 5.25E+00 5.75E+00 6.00E+00
***** TEMPERATURE *****
I = 1 2 3 4 5 6 7
14 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.79E+02 3.79E+02
13 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.79E+02 3.79E+02
12 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.79E+02
11 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02
10 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.80E+02 3.81E+02
9 2.60E+02 3.36E+02 3.55E+02 3.65E+02 3.72E+02 3.77E+02 3.81E+02
8 2.60E+02 3.17E+02 3.38E+02 3.53E+02 3.65E+02 3.74E+02 3.82E+02
7 2.60E+02 3.07E+02 3.28E+02 3.44E+02 3.59E+02 3.72E+02 3.84E+02
6 2.60E+02 3.01E+02 3.20E+02 3.37E+02 3.53E+02 3.69E+02 3.85E+02
5 2.60E+02 2.95E+02 3.13E+02 3.30E+02 3.47E+02 3.66E+02 3.86E+02
4 2.60E+02 2.90E+02 3.05E+02 3.21E+02 3.39E+02 3.60E+02 3.85E+02
3 2.60E+02 2.84E+02 2.96E+02 3.10E+02 3.26E+02 3.48E+02 3.79E+02
2 2.60E+02 2.76E+02 2.85E+02 2.95E+02 3.07E+02 3.26E+02 3.59E+02
1 2.60E+02 2.60E+02 2.60E+02 2.60E+02 2.60E+02 2.60E+02
I = 8 9 10 11 12 13 14
```

14 3.78E+02 3.77E+02 3.75E+02 3.72E+02 3.69E+02 3.65E+02 3.61E+02

```
13 3.78E+02 3.77E+02 3.75E+02 3.72E+02 3.69E+02 3.65E+02 3.61E+02
12 3.79E+02 3.78E+02 3.76E+02 3.73E+02 3.70E+02 3.65E+02 3.61E+02
11 3.80E+02 3.79E+02 3.77E+02 3.75E+02 3.71E+02 3.66E+02 3.61E+02
10 3.82E+02 3.81E+02 3.80E+02 3.77E+02 3.73E+02 3.68E+02 3.62E+02
9 3.86E+02 3.85E+02 3.83E+02 3.80E+02 3.77E+02 3.71E+02 3.64E+02
8 3.90E+02 3.89E+02 3.88E+02 3.85E+02 3.81E+02 3.76E+02 3.69E+02
   3.95E+02 3.95E+02 3.93E+02 3.91E+02 3.87E+02 3.83E+02 3.77E+02
6 4.02E+02 4.01E+02 4.00E+02 3.97E+02 3.95E+02 3.91E+02 3.86E+02
5 4.08E+02 4.08E+02 4.07E+02 4.05E+02 4.03E+02 4.00E+02 3.96E+02
4 4.16E+02 4.15E+02 4.14E+02 4.13E+02 4.12E+02 4.09E+02 4.07E+02
3 4.23E+02 4.23E+02 4.22E+02 4.22E+02 4.21E+02 4.20E+02 4.18E+02
2 4.31E+02 4.31E+02 4.31E+02 4.31E+02 4.30E+02 4.30E+02 4.29E+02
1 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02
I = 15
          16 17 18
                          19
                                20
                                      21
J
14 3.57E+02 3.53E+02 3.51E+02 3.49E+02 3.45E+02 3.40E+02 3.29E+02
13 3.57E+02 3.53E+02 3.51E+02 3.49E+02 3.46E+02 3.41E+02 3.30E+02
12 3.56E+02 3.52E+02 3.50E+02 3.49E+02 3.48E+02 3.45E+02 3.39E+02
11 3.54E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02
10 3.54E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02
9 3.55E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02
8 3.59E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02 3.50E+02
7 3.69E+02 3.60E+02 3.57E+02 3.56E+02 3.54E+02 3.50E+02 3.43E+02
6 3.81E+02 3.75E+02 3.71E+02 3.67E+02 3.62E+02 3.54E+02 3.42E+02
5 3.92E+02 3.88E+02 3.84E+02 3.79E+02 3.73E+02 3.63E+02 3.49E+02
4 4.04E+02 4.01E+02 3.98E+02 3.93E+02 3.87E+02 3.78E+02 3.63E+02
3 4.16E+02 4.14E+02 4.12E+02 4.09E+02 4.05E+02 3.98E+02 3.86E+02
2 4.29E+02 4.28E+02 4.27E+02 4.26E+02 4.25E+02 4.22E+02 4.17E+02
1 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02
I = 22
          23 24
1
14 3.11E+02 2.88E+02 4.35E+02
13 3.12F+02 2.88F+02 2.75F+02
12 3.17E+02 2.91E+02 2.77E+02
11 3.29E+02 2.95E+02 2.78E+02
10 3.31E+02 2.96E+02 2.79E+02
9 3.32E+02 2.97E+02 2.80E+02
8 3.30E+02 2.96E+02 2.79E+02
7 3.22F+02 2.93F+02 2.78F+02
6 3.21E+02 2.93E+02 2.78E+02
5 3.27E+02 2.97E+02 2.80E+02
4 3.41E+02 3.07E+02 2.86E+02
3 3.65E+02 3.28E+02 2.98E+02
2 4.07E+02 3.77E+02 3.29E+02
1 4.35E+02 4.35E+02 4.35E+02
```

4.1 Discussão do resultado:

Podemos perceber com os resultados, quem fornece um fluxo positivo de calor é a barreira sul, logo esse fluxo é direcionado para as bordas não isoladas. Uma coisa interessante que podemos notar é que na parte rachurada superior da diagonal

esquerda quase toda a extensão tem uma mesma temperatura, esse fato ocorre devido a parede superior e lateral esquerda ser isolada, então o calor se divide por igual em toda a aleta nessa parte. Outro fato relevante e a temperatura do objeto no regime estacionário variar entre a media de 380 a 400 K, ou seja, a convecção não e suficientemente forte para abaixar consideravelmente a temperatura.

Por fim das analises, chegamos a conclusão que o método de volumes finitos aplicado é muito eficiente e rápido para resolver problemas reais, coisa que o método analítico é incapaz de fazer.