Exercício 2 - Placa com vários Componentes Eletrônicos

Considere a placa abaixo com três componentes eletrônicos dissipando calor. A base da placa está fixa e tem uma temperatura constante de Tba = 45 oC e as outras faces estão isoladas. A espessura da placa é epl = 1.6 mm de epoxi e é coberta com um filme de cobre de aproximadamente eco = 0.035mm. A condutividade térmica equivalente é keq = 8.81 W/mK. O ar está a 20 oC.

As características dos componentes estão apresentadas na tabela a seguir.

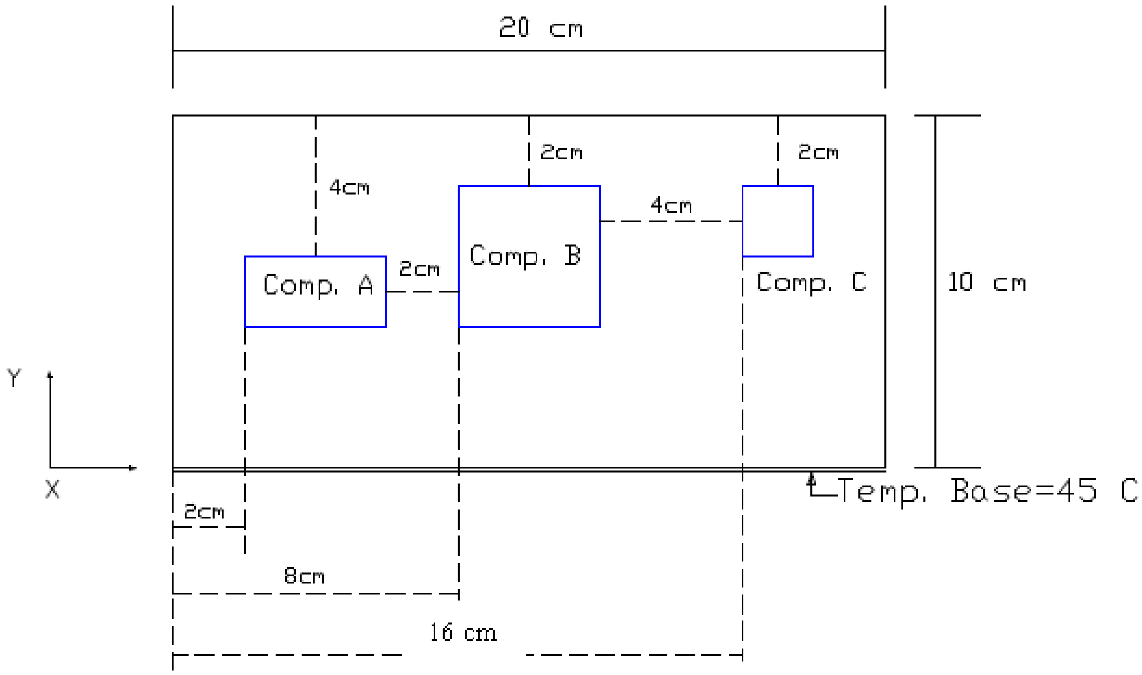


Tabela - Características dos Componentes

Componente	Dissipação (Watts)	Leads (Pernas)	Dimensão X (mm)	Dimensão Y (mm)
A	1	14	40	20
B	4	28	40	40
C	0.5	8	20	20

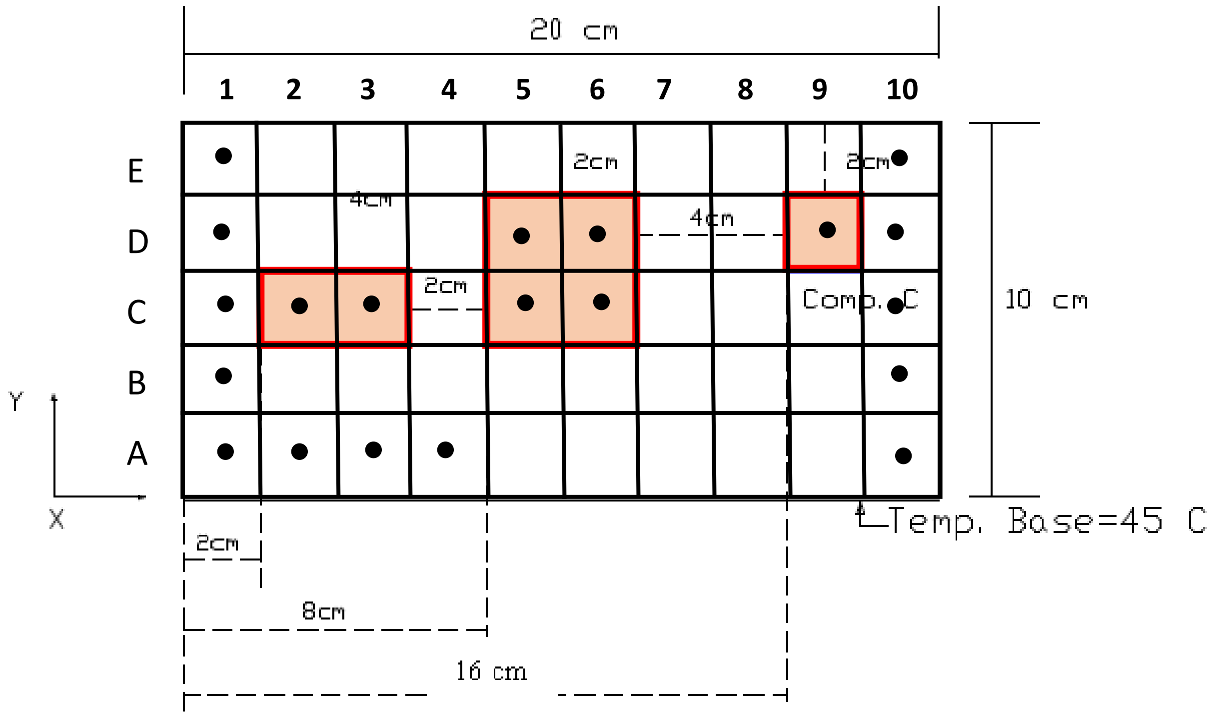
Determine:

a) Considerando um coeficiente de convecção h = 10 w/m^{2}K, calcule a distribuição de temperaturas na placa.

b) Faça uma análise de sensibilidade entre coeficiente de convecção (har) e a temperatura dos componentes.

<u>Solução</u>:

1. Discretização da placa



2. Dados

Geometria e propriedades da placa

Ly = 0,1 {m}
Lx = 0,2 {m}
epl = 1,6 x 10^{-3} {m}
eco = 0,035 x 10^{-3} {m}
kpl = 8,81 {W/mk}

Temperaturas

Tar = 20 {^{o}C}
Tpl = 45 {^{o}C}
h = 10 {W/m^2k}

Propriedades dos componentes

Qa = 1 {W}
npa = 14
Lxa = 40 x 10^{-3} {m}
Lya = 20 x 10^{-3} {m}
Dp = 1,0 x 10^{-3} {m}

Qb = 4 {W}
Npb = 28
Lxb = 40 x10^{-3} {m}
Lyb = 40 x 10^{-3} {m}
Dp = 1,0 x 10^{-3} {m}

Qc = 0,5 {W}
npc= 8
Lxc = 20 x10^{-3} {m}
Lyc = 20 x10^{-3} {m}
Dp = 1,0 x 10^{-3} {m}

Definições das propriedades da malha

nx = 10
ny = 5
dx = Lx/nx
dy = Ly/dy
A = dx*dy

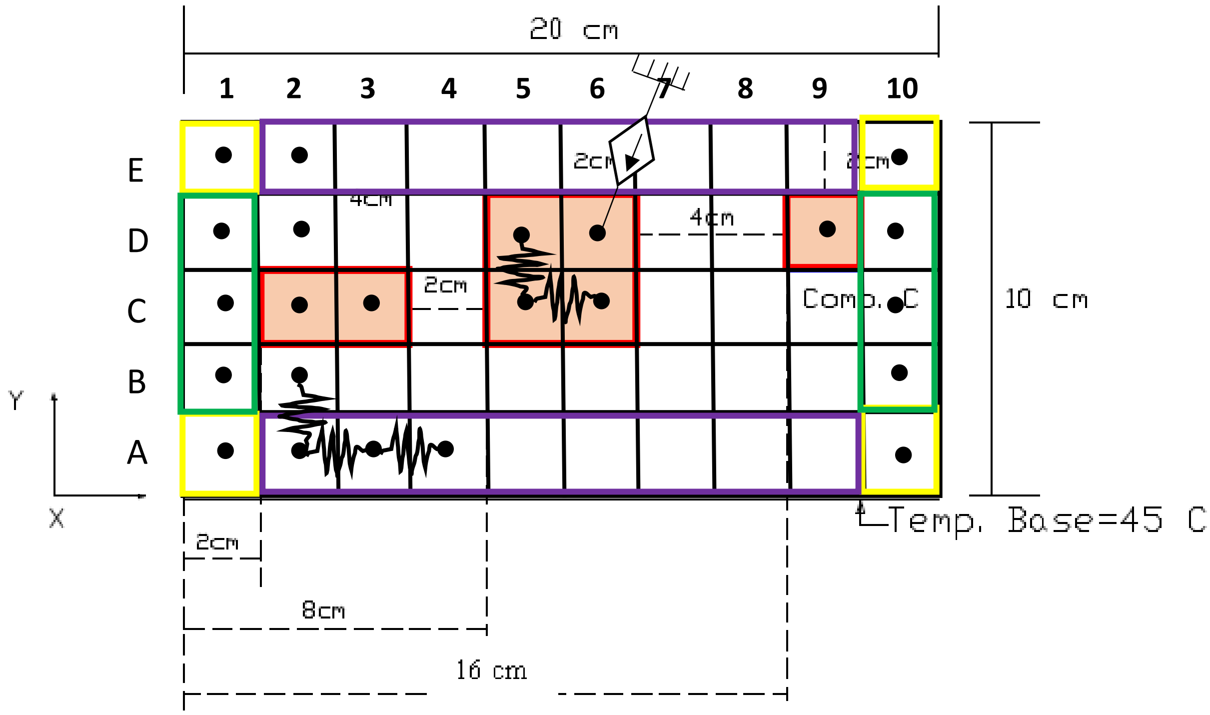
Definições das condutâncias (G)

gc = k*A/dx
Ap = 3,14*Dp*Dp/4
gcpa = npa*kco*Ap/dx
gcpb = npb*kco*Ap/dx
gcpc = npc*kco*Ap/dx
gcc= 2*gc
gconv = h*A

Escrevendo as equações de energia para regime permanente

São 10 colunas x 5 linhas = 50 equações (?)

É possível fazer simplificações ? Importante verificar sempre!



Para os nós i = 2 até 9, colunas A e E:

0 = gc*(Te[i-1] -Te[i]) + gc*(Te[i+1] -Te[i]) + gc*(Td[i] -Te[i]) + gconv*(Tar -Te[i])

0 = gc*(Ta[i-1] -Ta[i]) + gc*(Ta[i+1] -Ta[i]) + gc*(Tb[i] -Ta[i]) + gcc*(Tpl – Ta[i]) + gconv*(Tar -Ta[i])

Para os nós i = 1 e 10, colunas B a D:

0 = gc*(Ta[1] -Tb[1]) + gc*(Tb[2] -Tb[1]) + gc*(Tc[1] -Tb[1]) + gconv*(Tar -Tb[1])

0 = gc*(Tb[1] -Tc[1]) + gc*(Tc[2] -Tc[1]) +gc*(Td[1]-Tc[1]) + gconv*(Tar -Tc[1])

0 = gc*(Tc[1]-Td[1])+gc*(Td[2]-Td[1])+gc*(Te[1]-Td[1])+gconv*(Tar-Td[1])

0 = gc*(Ta[10]-Tb[10]) + gc*(Tb[9] -Tb[10]) + gc*(Tc[10] -Tb[10]) +gconv*(Tar-Tb[10])

0 = gc*(Tb[10] - Tc[10]) + gc*(Tc[9] - Tc[10]) + gc*(Td[10] - Tc[10]) + gconv*(Tar - Tc[10])

$0 = gc*(Tc[10] - Td[10]) + gc*(Td[9] - Td[10]) + gc*(Te[10] - Td[10]) + gconv*(Tar - Td[10])$

Para os nós i = 1A, 10A, 1E e 10E:

$0 = gc*(Ta[2] - Ta[1]) + gc*(Tb[1] - Ta[1]) + gcc*(Tpl - Ta[1]) + gconv*(Tar - Ta[1])$

$0 = gc*(Tb[10] - Ta[10]) + gc*(Ta[9] - Ta[10]) + gcc*(Tpl - Ta[10]) + gconv*(Tar - Ta[10])$

$0 = gc*(Td[1] - Te[1]) + gc*(Td[2] - Td[1]) + gc*(Te[1] - Td[1]) + gconv*(Tar - Td[1])$

$0 = gc*(Te[9] - Te[10]) + gc*(Tb[2] - Tb[1]) + gc*(Tc[1] - Tb[1]) + gconv*(Tar - Tb[1])$

Para os nós 2C, 3C, 5C, 5D, 6C, 6D e 9D:

$0 = gc*(Tc[1] - Tc[2]) + gc*(Tc[3] - Tc[2]) + gc*(Td[2] - Tc[2]) + gc*(Tb[2] - Tc[2]) + gconv*(Tar - Tc[2]) + 0{,}5*gcpa*(Tpl - Tc[2]) + 0{,}5*Qa$

$0 = gc*(Tc[2] - Tc[3]) + gc*(Tc[4] - Tc[3]) + gc*(Td[3] - Tc[3]) + gc*(Tb[3] - Tc[3]) + gconv*(Tar - Tc[3]) + 0{,}5*gcpa*(Tpl - Tc[3]) + 0{,}5*Qa$

$0 = gc*(Tc[4] - Tc[5]) + gc*(Tc[6] - Tc[5]) + gc*(Td[5] - Tc[5]) + gc*(Tb[5] - Tc[5]) + gconv*(Tar - Tc[5]) + 0{,}25*gcpb*(Tpl - Tc[5]) + 0{,}25*Qb$

$0 = gc*(Td[4] - Td[5]) + gc*(Td[6] - Td[5]) + gc*(Te[5] - Td[5]) + gc*(Tc[5] - Td[5]) + gconv*(Tar - Td[5]) + 0{,}25*gcpb*(Tpl - Td[5]) + 0{,}25*Qb$

$0 = gc*(Tc[5] - Tc[6]) + gc*(Tc[7] - Tc[6]) + gc*(Td[6] - Tc[6]) + gc*(Tb[6] - Tc[6]) + gconv*(Tar - Tc[6]) + 0{,}25*gcpb*(Tpl - Tc[6]) + 0{,}25*Qb$

$0 = gc*(Td[5] - Td[6]) + gc*(Td[7] - Td[6]) + gc*(Te[6] - Td[6]) + gc*(Tc[6] - Td[6]) + gconv*(Tar - Td[6]) + 0{,}25*gcpb*(Tpl - Td[6]) + 0{,}25*Qb$

$0 = gc*(Td[8] - Td[9]) + gc*(Td[10] - Td[9]) + gc*(Te[9] - Td[9]) + gc*(Tc[9] - Td[9]) + gconv*(Tar - Td[9]) + gcpc*(Tpl - Td[9]) + Qc$

Para os nós i = 2 até 9, coluna B:

$0 = gc*(Tb[i-1] - Tb[i]) + gc*(Tb[i+1] - Tb[i]) + gc*(Tc[i] - Tb[i]) + gc*(Ta[i] - Tb[i]) + gconv*(Tar - Tb[i])$

Para os nós i = 4,7,8 e 9, coluna C:

0 = gc*(Tb[i-1] - Tb[i]) + gc*(Tb[i+1] - Tb[i]) + gc*(Tc[i] - Tb[i]) + gc*(Ta[i] - Tb[i]) + gconv*(Tar -Tb[i])

Para os nós i = 2,3,4,7 e 8, coluna D:

0 = gc*(Tb[i-1] - Tb[i]) + gc*(Tb[i+1] - Tb[i]) + gc*(Tc[i] - Tb[i]) + gc*(Ta[i] - Tb[i]) + gconv*(Tar -Tb[i])

- Para resolver esse sistema de equações de 50 x 50 é preciso utilizar um programa computacional adequado.
- Nesse caso não considerou correlações para cálculo das propriedades dos fluidos mas, se for o caso, os cálculos ficam mais complicados.