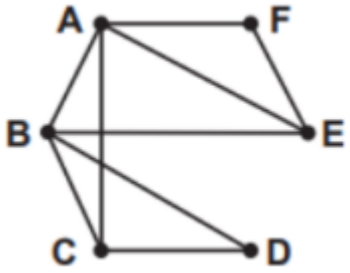
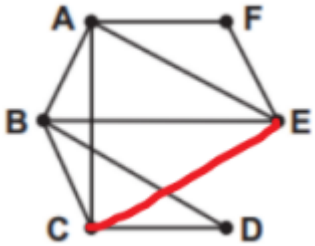
Resolução do teste MACS Novembro 2026 11º 42

1) De acordo com a descrição, o que pretendemos é um circuito euleriano. Estamos perante um grafo conexo onde existem apenas dois vértices com grau ímpar. Basta ligar estes dois para que todos os vértices fiquem com grau par. Como a sugestão de ligação é entre L5 e L7, só podem ser estes a ter grau ímpar inicialmente. Isso corresponde à tabela **B**.

2) Como o grafo a construir tem as letras como vértices, estes serão: A, B, C, D; E, F. Como as arestas são as peças, o grafo terá o aspeto:



A sequência pretendida podia começar em C, que tem grau 3(ímpar) e terminar em E, que tem grau 3(grau ímpar), e teríamos uma sequência como a pedida… (trilho euleriano), no entanto, como se pretende que exista uma sequência deste tipo, independentemente da primeira peça a ser jogada, é necessário que seja possível começar a sequência em qualquer letra. Para que tal seja possível, é necessário que o grafo constitua um circuito euleriano. Sabemos, pelo desenho, que é conexo, resta apenas garantir que todos os vértices tenham grau par. Então bastaria ligar C a E e ficariam todos os vértices com grau par.



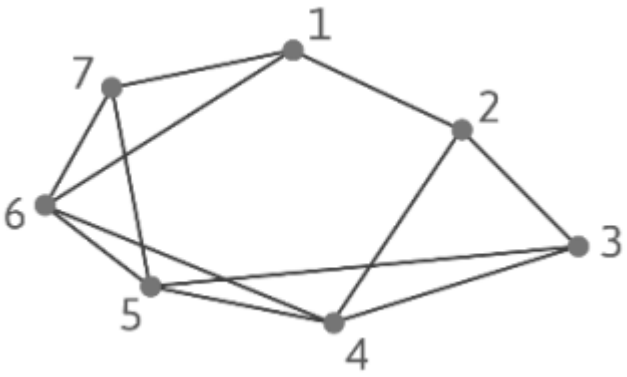
Agora temos um grafo nas condições pretendidas. Resposta: Acrescentar a aresta **[CE]** (ou [EC]).

3.1) No grafo completo de ordem 6, todos os 6 vértices têm grau 5, pelo que a soma dos graus dos seus vértices é 6×5=30. Por outro lado, o número de arestas é $\frac{6\times5}{2} = 15$, isto é, metade de 30.

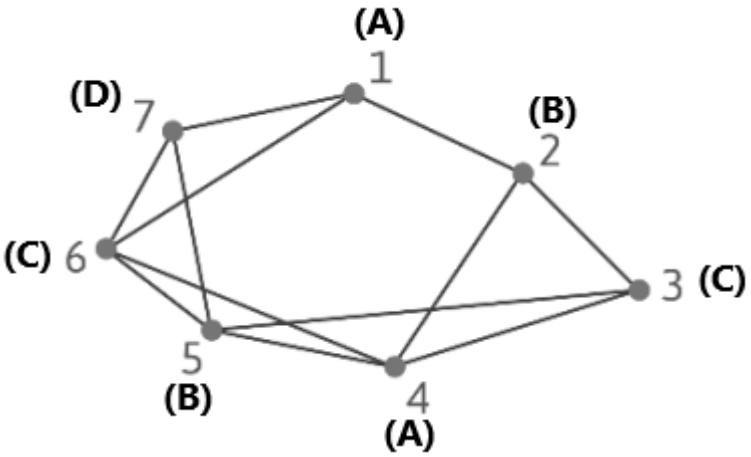
3.2) Como a soma dos graus é 1056, o número de arestas será metade, isto é, 528

$\frac{n\times(n-1)}{2} = 528$ por tentativas temos $\frac{33\times32}{2} = 528$ resposta: são 33 vértices.

4) Um grafo representativo desta situação pode ser, por exemplo:



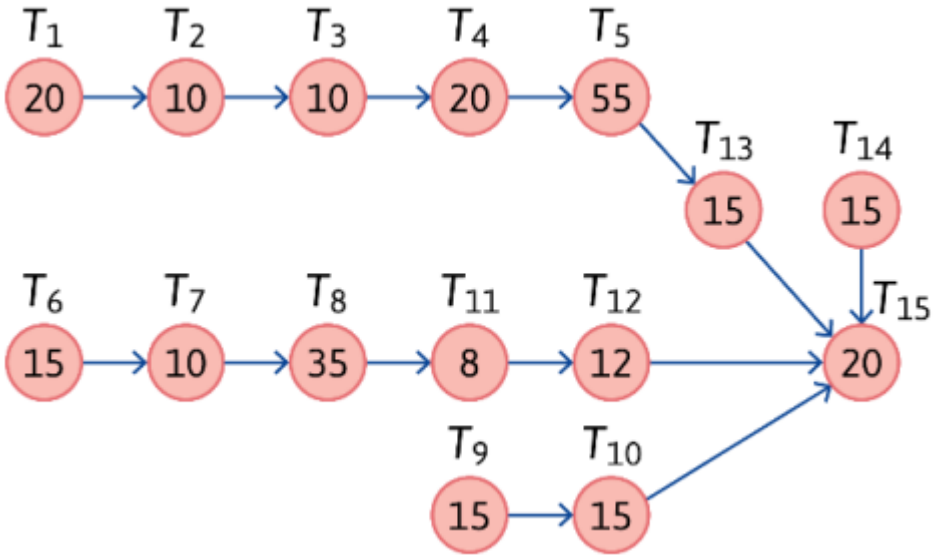
Começamos, por exemplo, pelo vértice 4, que que vamos colocar no compartimento A, bem como o vértice 1, que não lhe é adjacente. Passamos ao vértice 5, que vamos colocar no compartimento B, bem como vértice 2, que não lhe é adjacente. Repetimos o processo agora com o vértice 6, para o compartimento C, bem como vértice 3, que não lhe é adjacente. Por fim, colorimos o vértice 7 no compartimento D.



Assim precisaríamos, no mínimo, de 4 compartimentos para o transporte dos sete produtos.

Uma combinação possível para acondicionar os produtos será, por exemplo, 1 e 4, 2 e 5, 3 e 6, e 7.

5) Considerando os tempos necessários à concretização de cada uma das tarefas e às suas precedências, podemos traduzir os dados da tabela no grafo seguinte:



As possíveis sequências de tarefas são:

$T_1 \rightarrow T_2 \rightarrow T_3 \rightarrow T_4 \rightarrow T_5 \rightarrow T_{13} \rightarrow T_{15}$	150 minutos
$T_6 \rightarrow T_7 \rightarrow T_8 \rightarrow T_{11} \rightarrow T_{12} \rightarrow T_{15}$	100 minutos
$T_9 \rightarrow T_{10} \rightarrow T_{15}$	50 minutos
$T_{14} \rightarrow T_{15}$	35 minutos

Uma vez que o caminho crítico é formado pelas tarefas cuja realização demora 150 minutos, o que corresponde a 2 horas e meia, para o almoço ser servido às 13h00, a Maria João deve começar os preparativos às 10h30.

6.1.1)

$$A \xrightarrow[18]{} E \xrightarrow[28]{} C \xrightarrow[32]{} F \xrightarrow[29]{} B \xrightarrow[4]{} D \xrightarrow[33]{} A \quad (\text{total} = 144 \text{ km})$$

$$B \xrightarrow[4]{} D \xrightarrow[33]{} A \xrightarrow[18]{} E \xrightarrow[28]{} C \xrightarrow[32]{} F \xrightarrow[29]{} B \quad (\text{total} = 144 \text{ km})$$

$$C \xrightarrow[28]{} E \xrightarrow[18]{} A \xrightarrow[21]{} B \xrightarrow[4]{} D \xrightarrow[44]{} F \xrightarrow[32]{} C \quad (\text{total} = 147 \text{ km})$$

$$D \xrightarrow[4]{} B \xrightarrow[21]{} A \xrightarrow[18]{} E \xrightarrow[28]{} C \xrightarrow[32]{} F \xrightarrow[44]{} D \quad (\text{total} = 147 \text{ km})$$

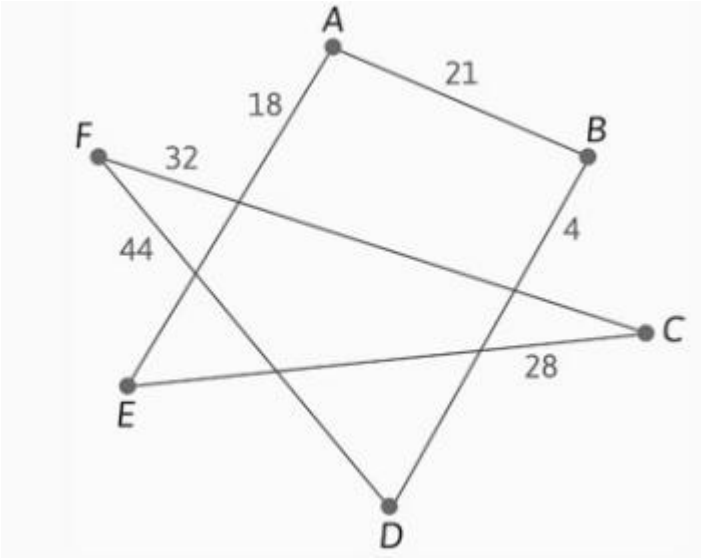
$$E \xrightarrow[18]{} A \xrightarrow[21]{} B \xrightarrow[4]{} D \xrightarrow[44]{} F \xrightarrow[32]{} C \xrightarrow[28]{} E \quad (\text{total} = 147 \text{ km})$$

$$F \xrightarrow[29]{} B \xrightarrow[4]{} D \xrightarrow[33]{} A \xrightarrow[18]{} E \xrightarrow[28]{} C \xrightarrow[32]{} F \quad (\text{total} = 144 \text{ km})$$

Os melhores percursos são os iniciados em A, B e F, cuja distância é de 144 quilómetros.

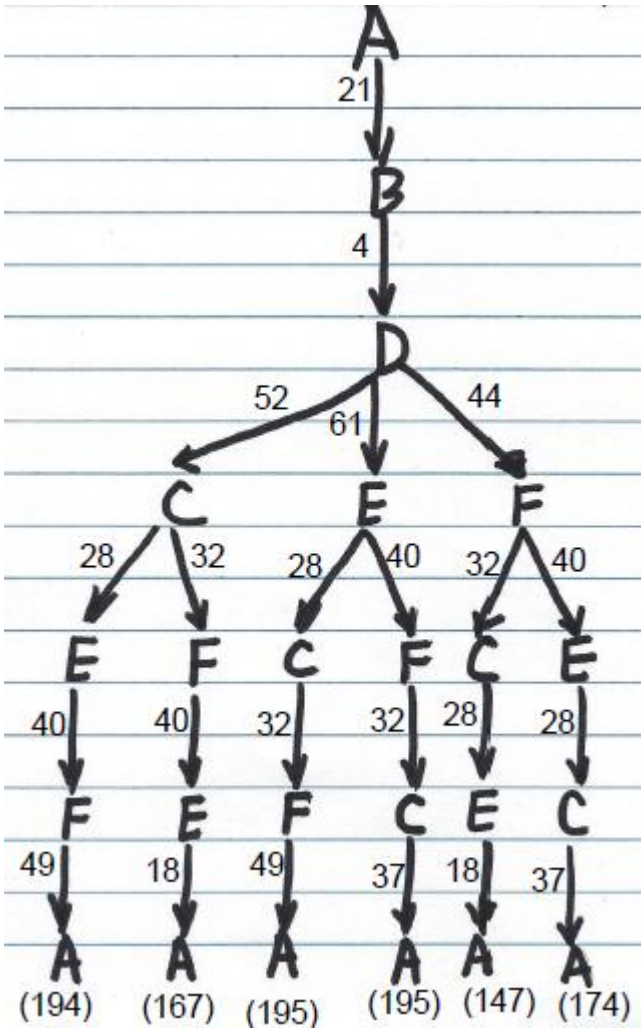
6.1.2) Ordenação dos pesos das arestas:

$$B \xrightarrow[4]{} D\ ;\ A \xrightarrow[18]{} E\ ;\ A \xrightarrow[21]{} B\ ;\ C \xrightarrow[28]{} E\ ;\ F \xrightarrow[29]{} B\ ;\ C \xrightarrow[32]{} F\ ;\ B \xrightarrow[33]{} C\ ;$$
$$A \xrightarrow[37]{} C\ ;\ F \xrightarrow[40]{} E\ ;\ D \xrightarrow[44]{} F\ ;\ A \xrightarrow[49]{} F\ ;\ B \xrightarrow[50]{} E\ ;\ C \xrightarrow[52]{} D\ ;\ E \xrightarrow[61]{} D$$



Distância Total: $18 + 28 + 32 + 44 + 4 + 21 = \mathbf{147}$ km

6.2)



Todas as Possibilidades:

$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow A$ Total:$21 + 4 + 52 + 28 + 40 + 49 = 194$

$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow A$ Total:$21 + 4 + 52 + 32 + 40 + 18 = 167$

$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow A$ Total:$21 + 4 + 61 + 28 + 32 + 49 = 195$

$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow C \rightarrow A$ Total:$21 + 4 + 61 + 40 + 32 + 37 = 195$

$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow A$ Total: $21 + 4 + 44 + 32 + 28 + 18 = 147$

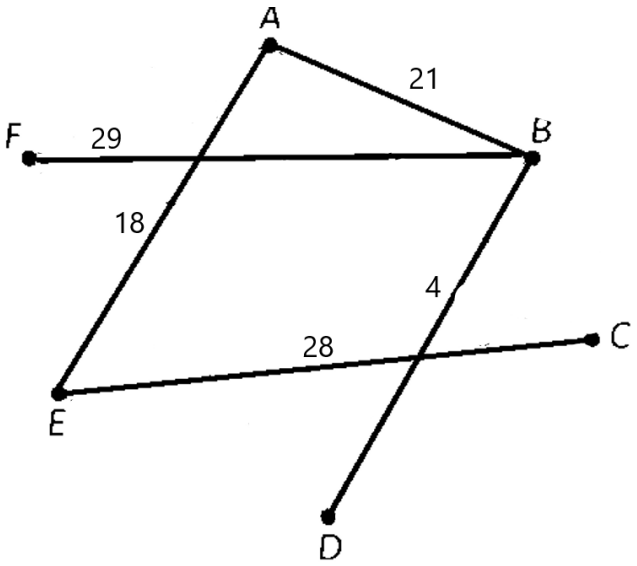
$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow E \rightarrow C \rightarrow A$ Total: $21 + 4 + 44 + 40 + 28 + 37 = 174$

Conclusão

A solução mais curta é o percurso $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow A$, com uma distância total de **147**.

6.3) Utilizemos a ordenação apresentada na alínea 6.1.2):

$$B \underset{4}{\longrightarrow} D\,;\ A \underset{18}{\longrightarrow} E\,;\ A \underset{21}{\longrightarrow} B\,;\ C \underset{28}{\longrightarrow} E\,;\ F \underset{29}{\longrightarrow} B\,;\ C \underset{32}{\longrightarrow} F\,;\ B \underset{33}{\longrightarrow} C\,;$$
$$A \underset{37}{\longrightarrow} C\,;\ F \underset{40}{\longrightarrow} E\,;\ D \underset{44}{\longrightarrow} F\,;\ A \underset{49}{\longrightarrow} F\,;\ B \underset{50}{\longrightarrow} E\,;\ C \underset{52}{\longrightarrow} D\,;\ E \underset{61}{\longrightarrow} D$$



Comprimento total: 4+18+21+28+29=100