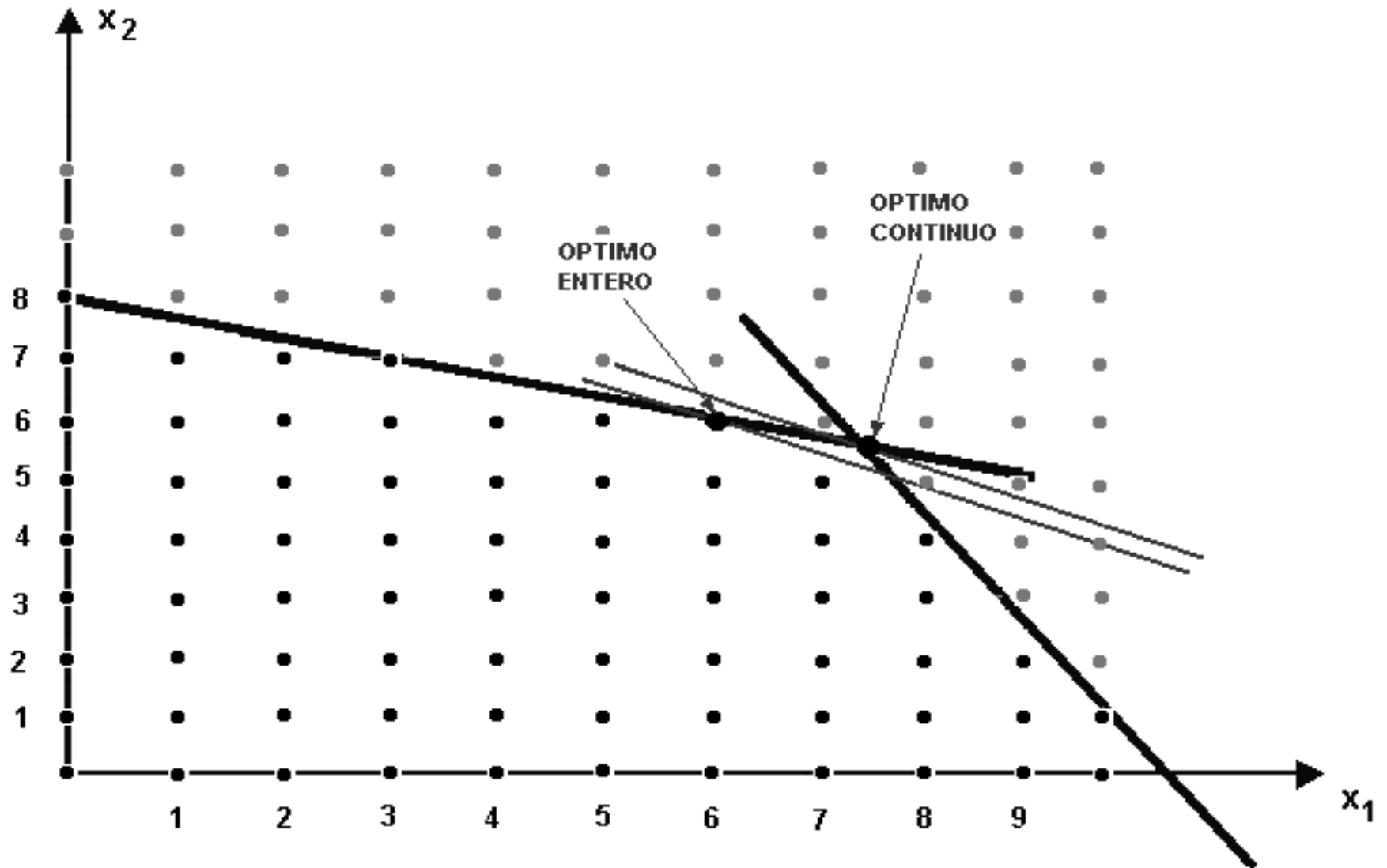
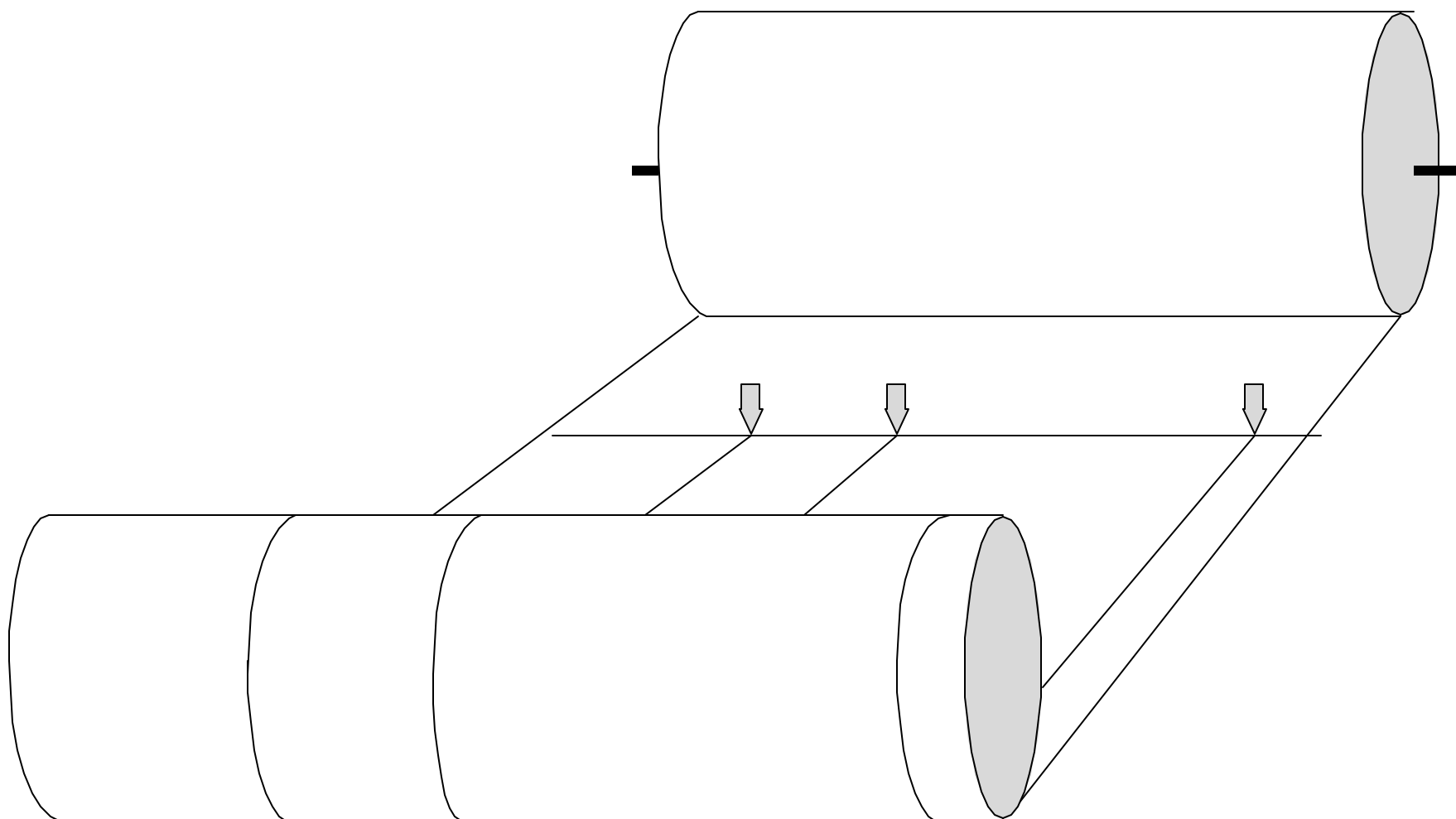


PROGRAMACIÓN ENTERA





- ANCHO DE BOBINA: 60"
- REQUERIMIENTOS:
 - 28"..... 30 BOBINAS.
 - 20"..... 60 BOBINAS.
 - 15"..... 48 BOBINAS
- OBJETIVO: Minimizar desperdicio

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7		RHS
28)	2	1	1					$\geq$	30
20)		1		3	2	1		$\geq$	60
15)			2		1	2	4	$\geq$	48
Z)	4	12	2	0	5	10	0	$\Rightarrow$	Min

N_i no negativas, enteras

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7		RHS
28)	2	1	1					$\geq$	30
20)		1		3	2	1		$\geq$	60
15)			2		1	2	4	$\geq$	48
Z)	1	1	1	1	1	1	1	$\Rightarrow$	Min

N_i no negativas, enteras

MAX: $60 x_1 + 50 x_2$

Sujeto a: $2 x_1 + 4 x_2 \leq 80$

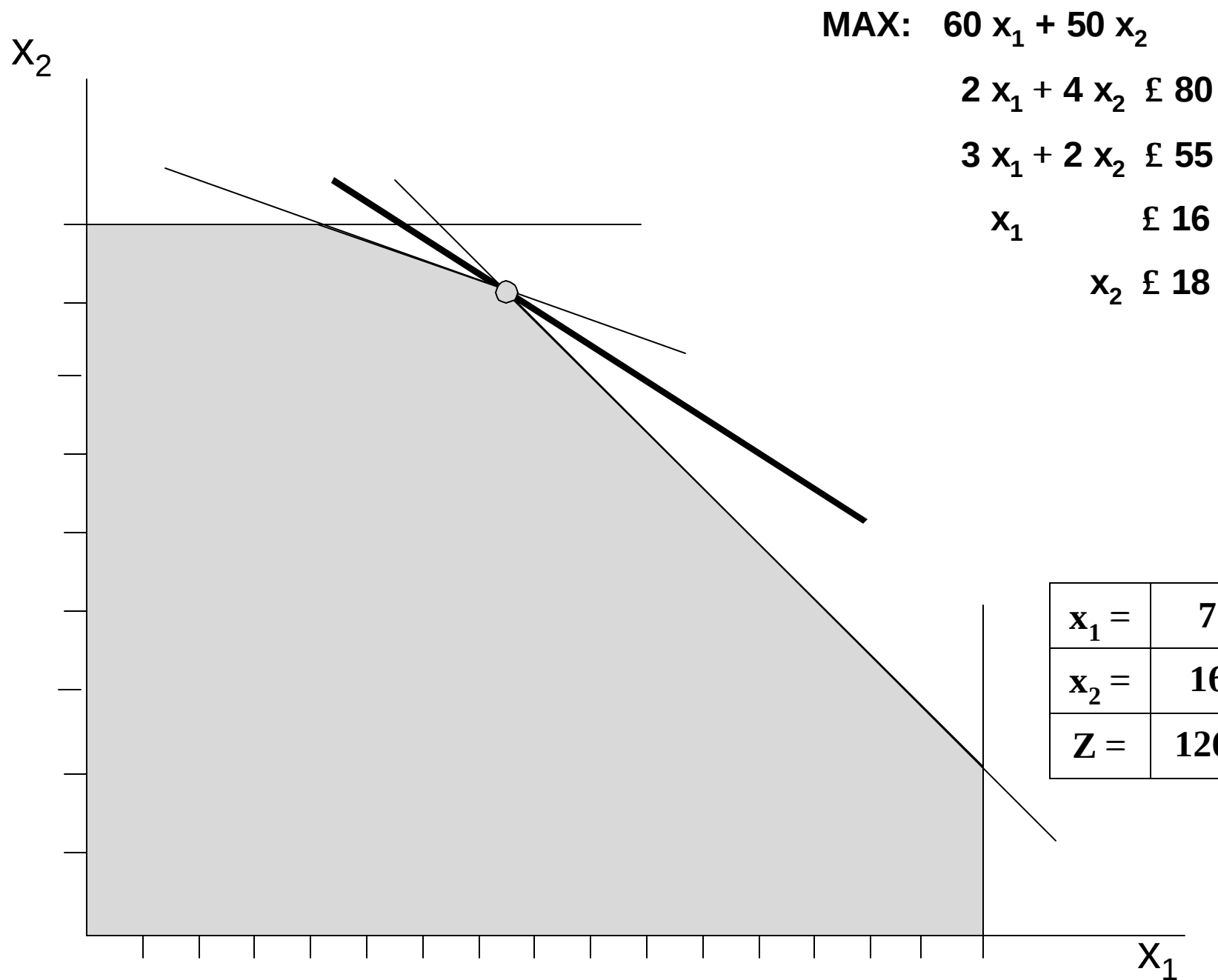
$$3 x_1 + 2 x_2 \leq 55$$

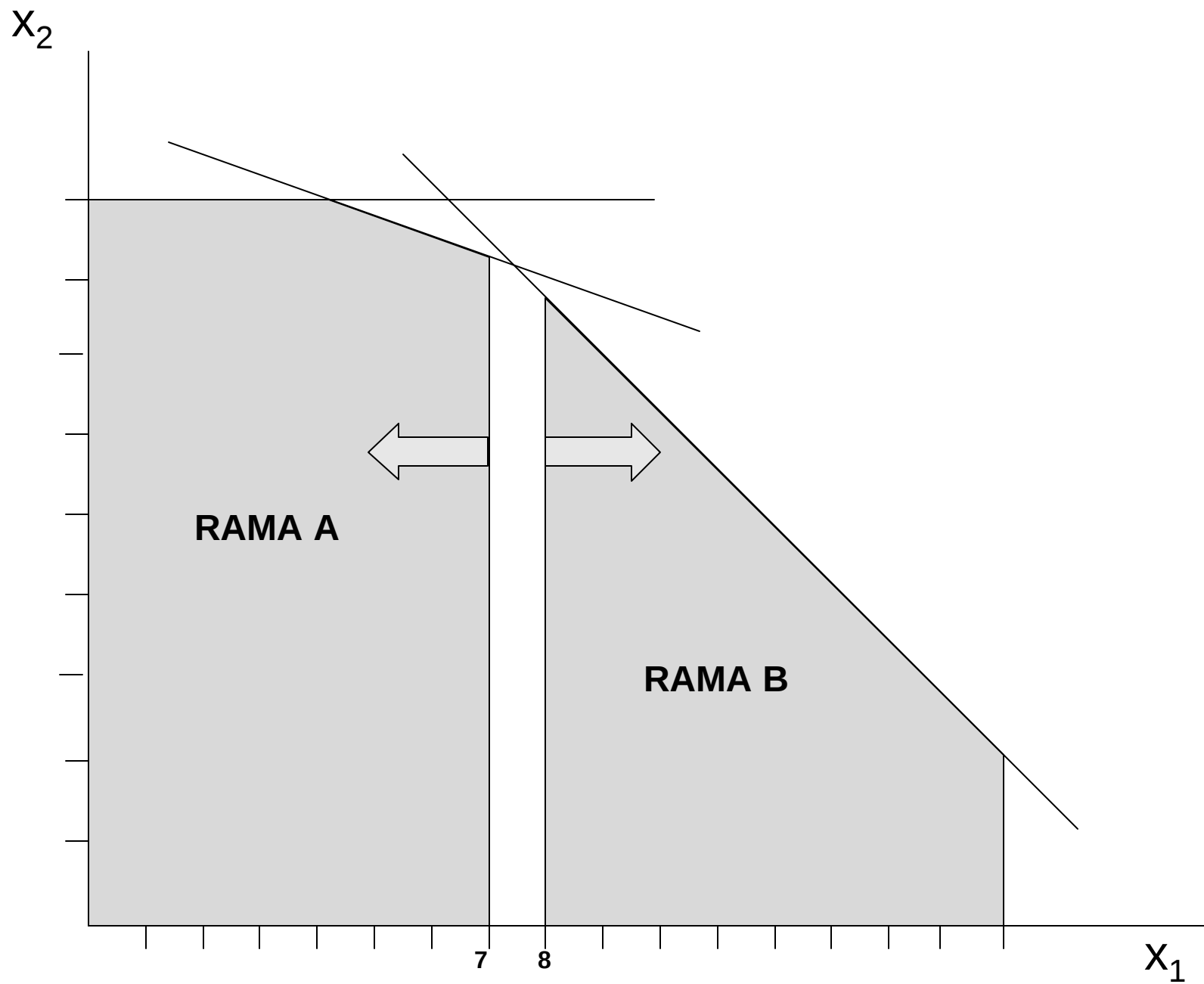
$$x_1 \leq 16$$

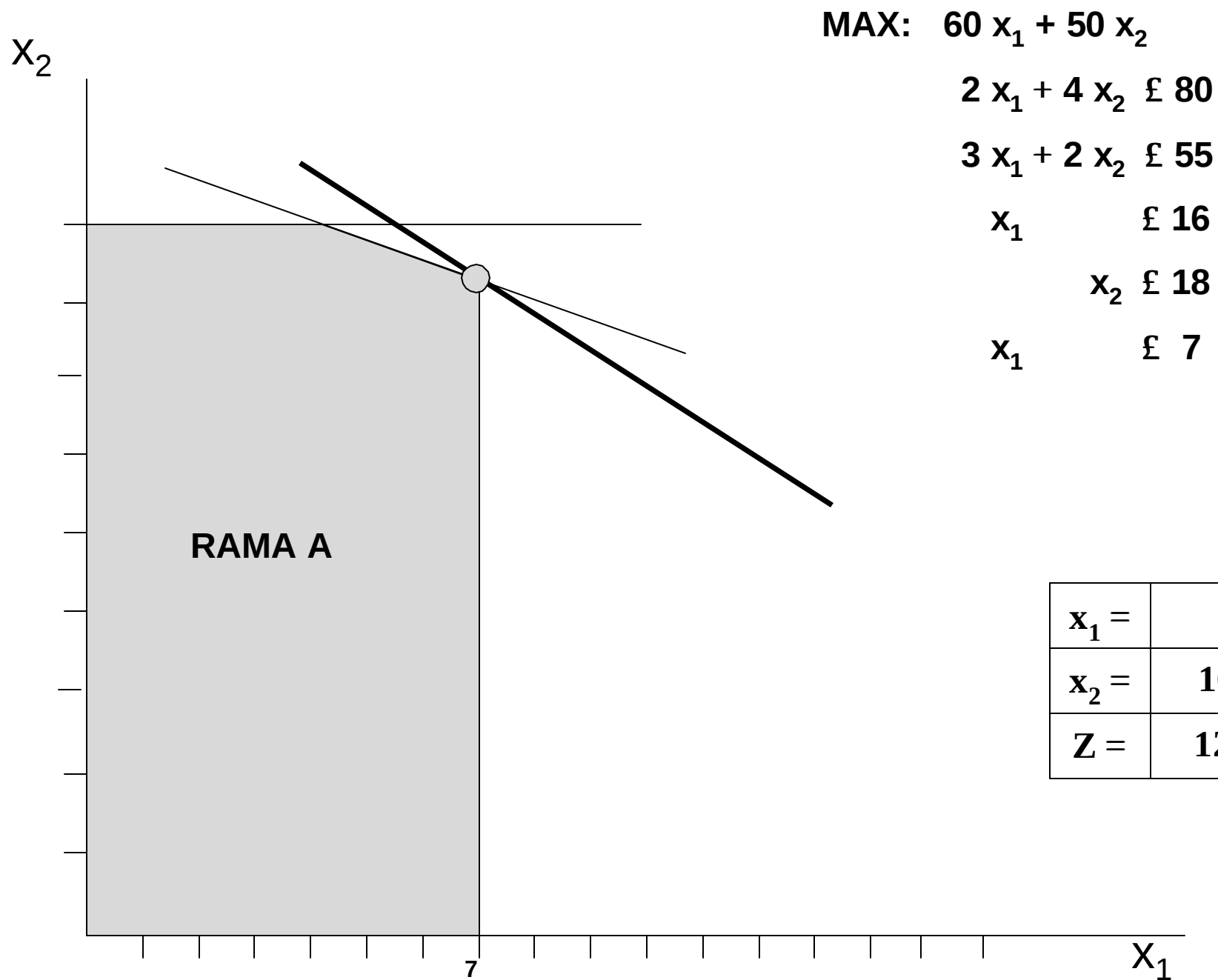
$$x_2 \leq 18$$

siendo: x_1, x_2 enteras y NN

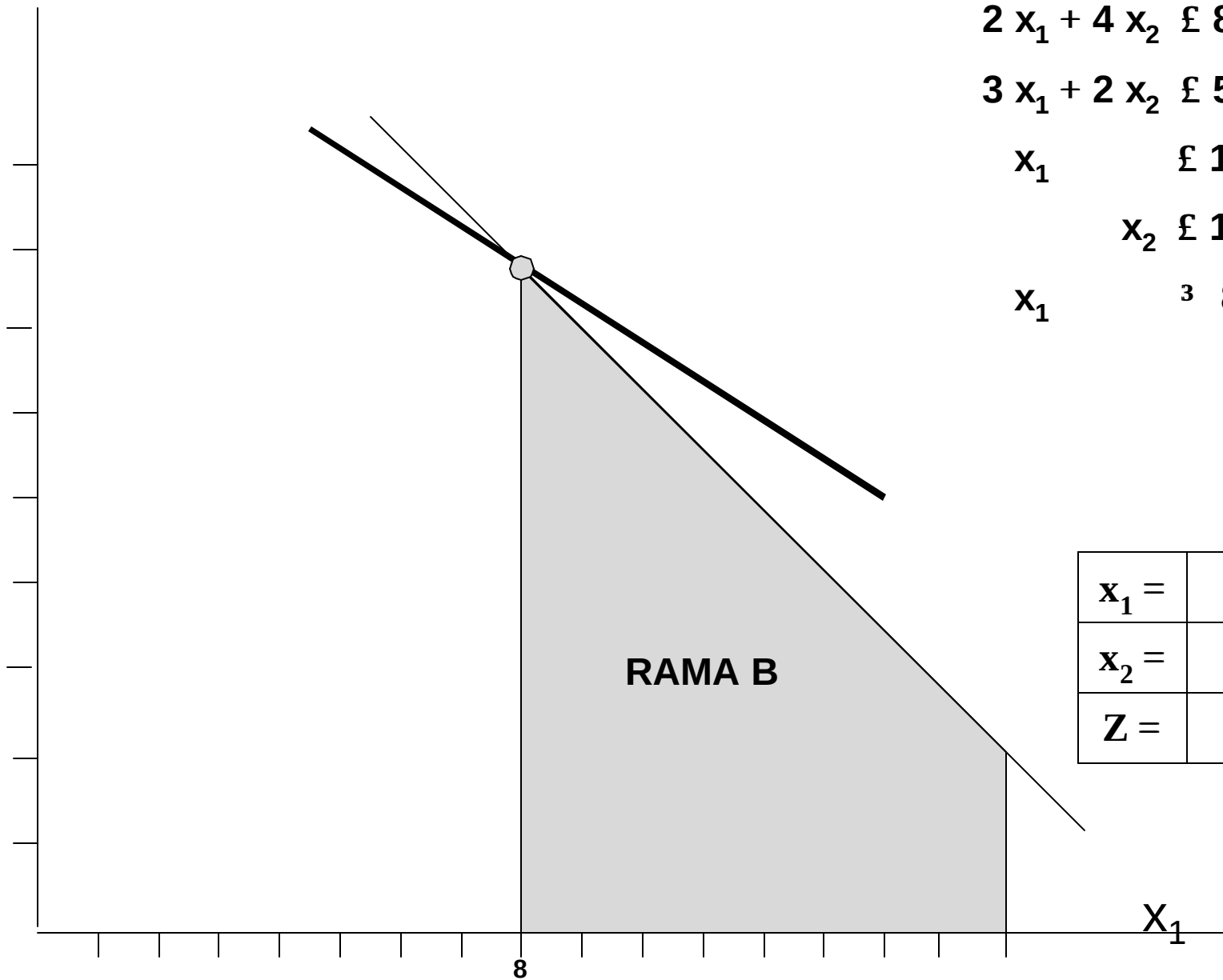
$x_1 =$	7.50
$x_2 =$	16.25
$Z =$	1262. 5







$x_1 =$	7
$x_2 =$	16.5
$Z =$	1245

x_2 

$$\text{MAX: } 60x_1 + 50x_2$$

$$2x_1 + 4x_2 \leq 80$$

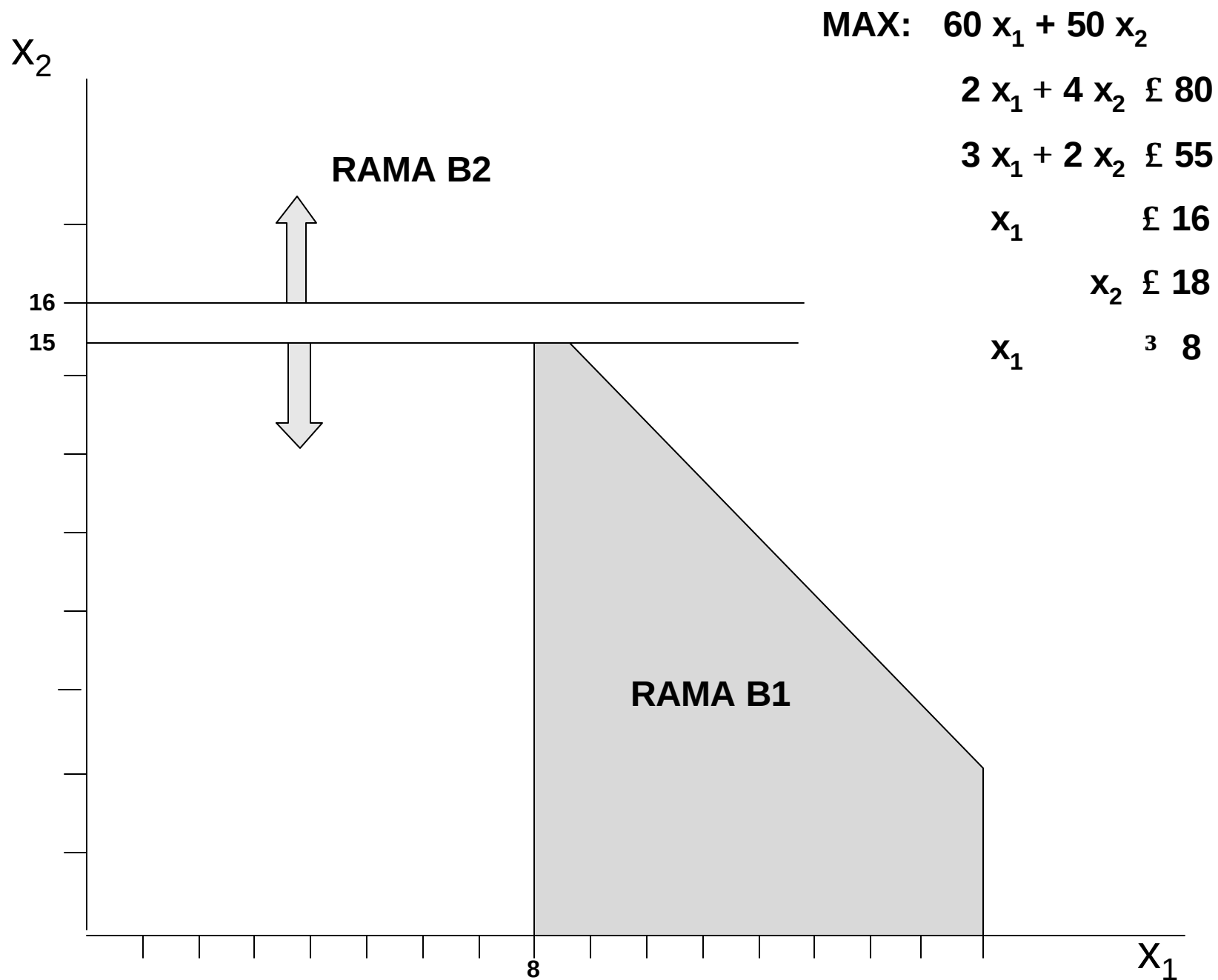
$$3x_1 + 2x_2 \leq 55$$

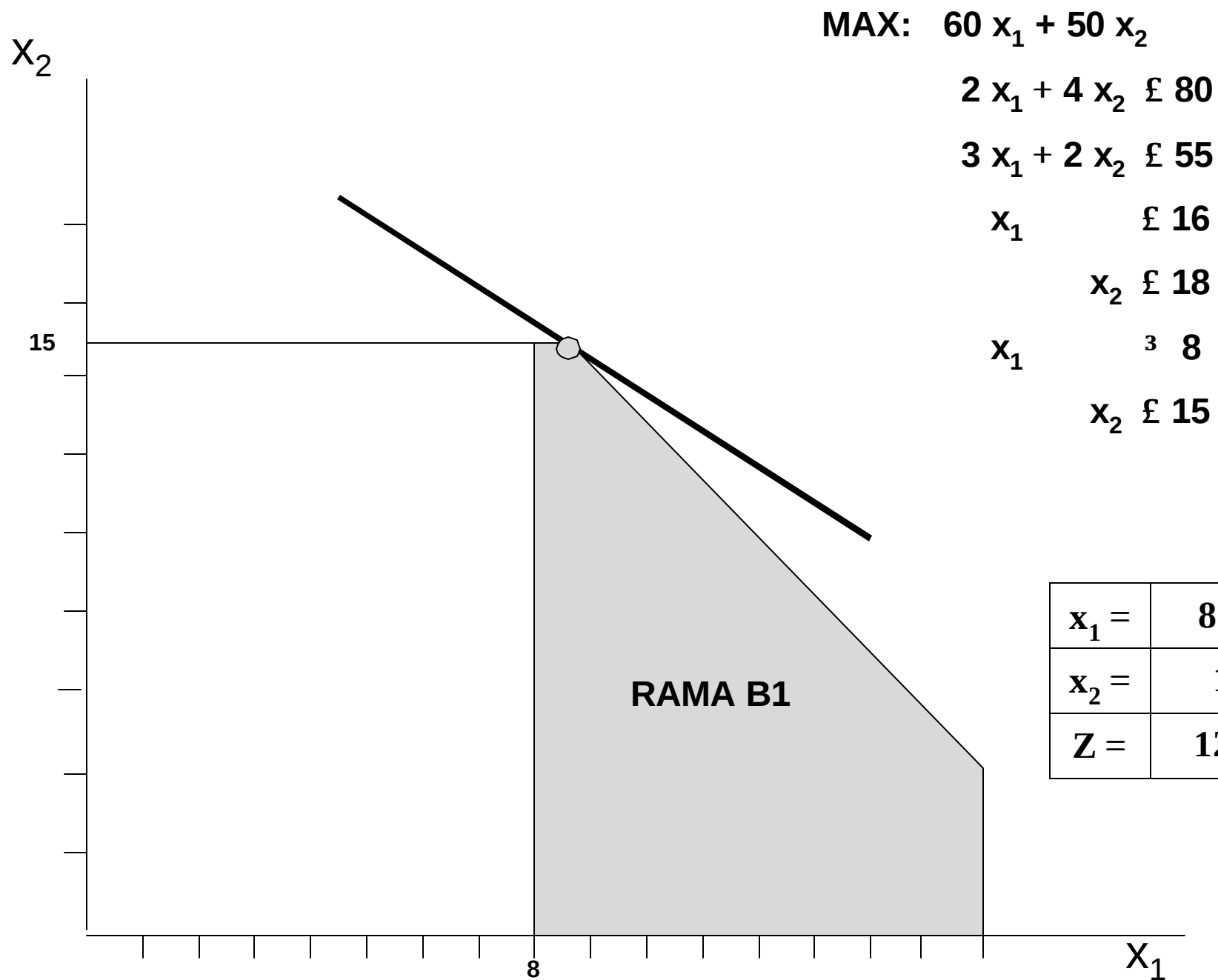
$$x_1 \leq 16$$

$$x_2 \leq 18$$

$$x_1 \geq 8$$

$x_1 =$	8
$x_2 =$	15.5
$Z =$	1255





$x_1 =$	8.33
$x_2 =$	15
$Z =$	1250

x_2

RAMA B2

16

8

x_1

MAX: $60 x_1 + 50 x_2$

$2 x_1 + 4 x_2 \leq 80$

$3 x_1 + 2 x_2 \leq 55$

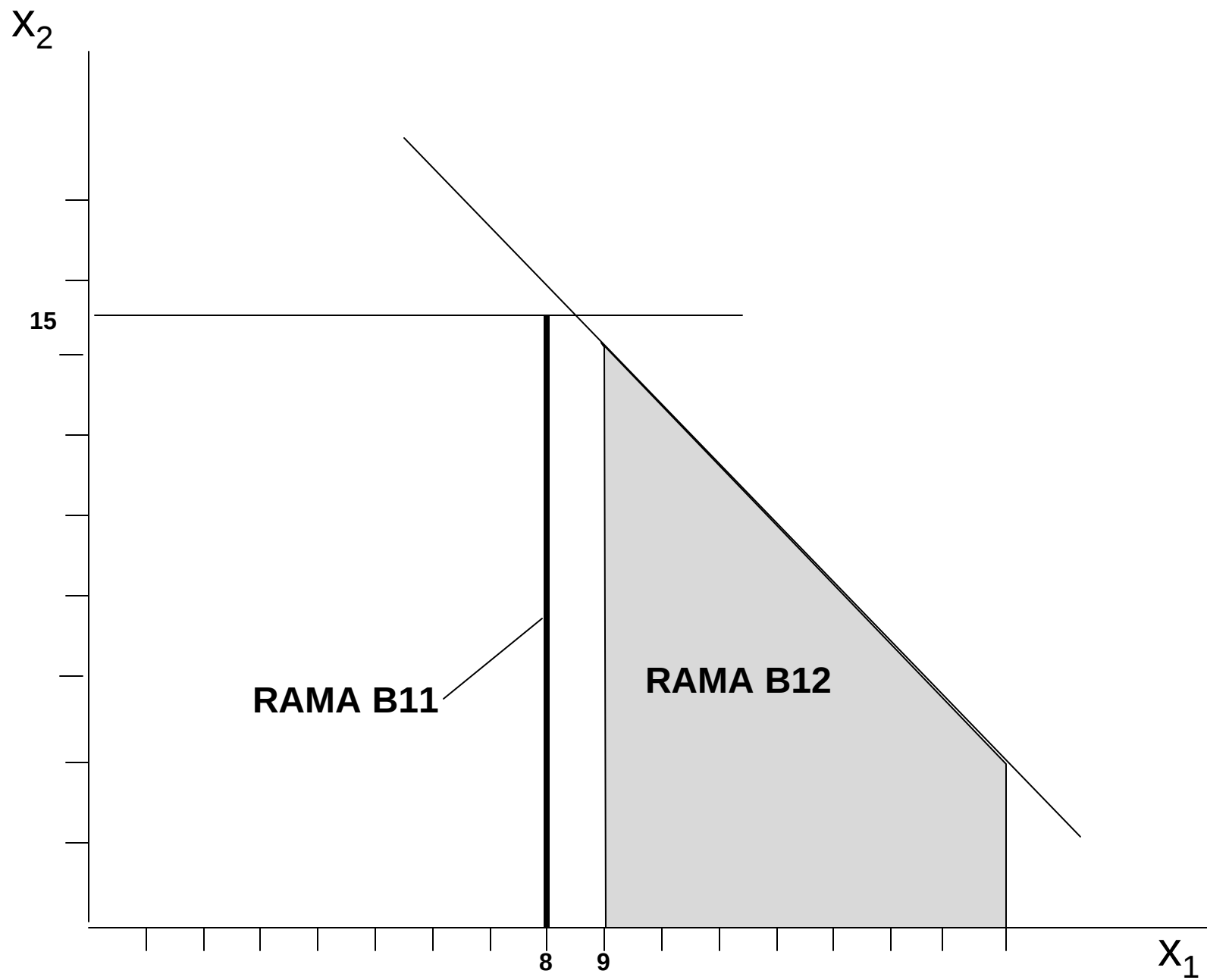
$x_1 \leq 16$

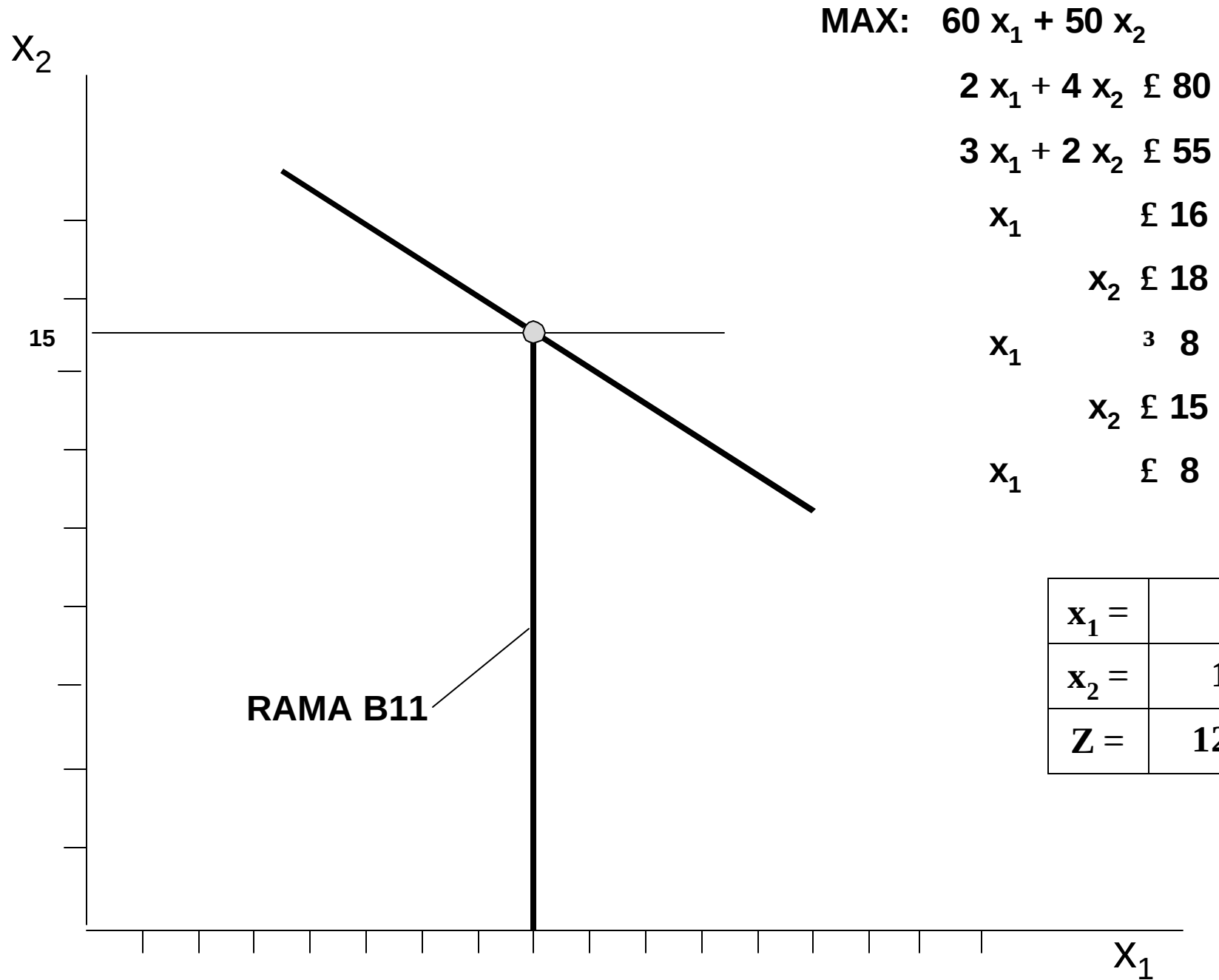
$x_2 \leq 18$

$x_1 \geq 8$

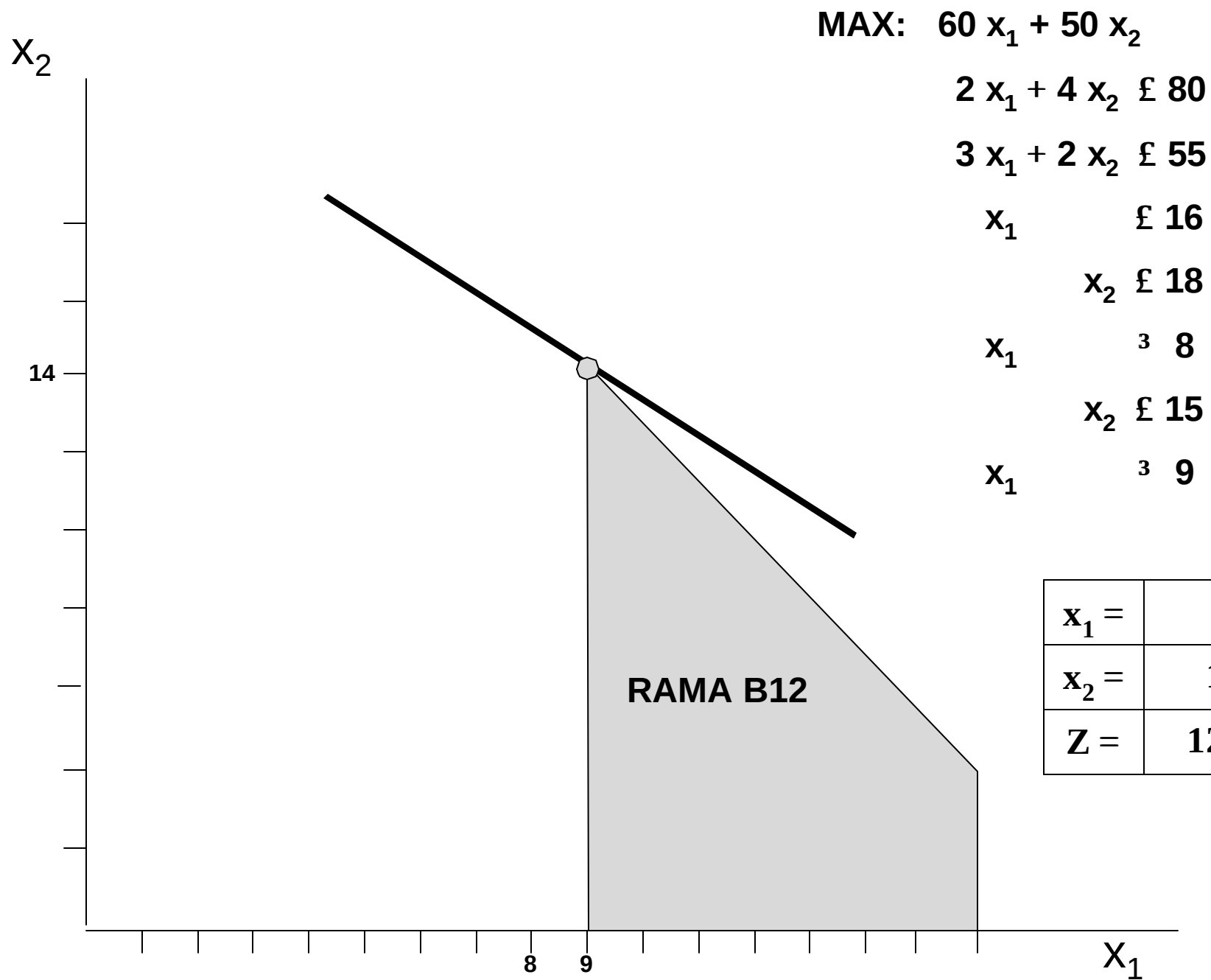
$x_2 \geq 16$

$x_1 =$	---
$x_2 =$	---
$Z =$	INCOMP.

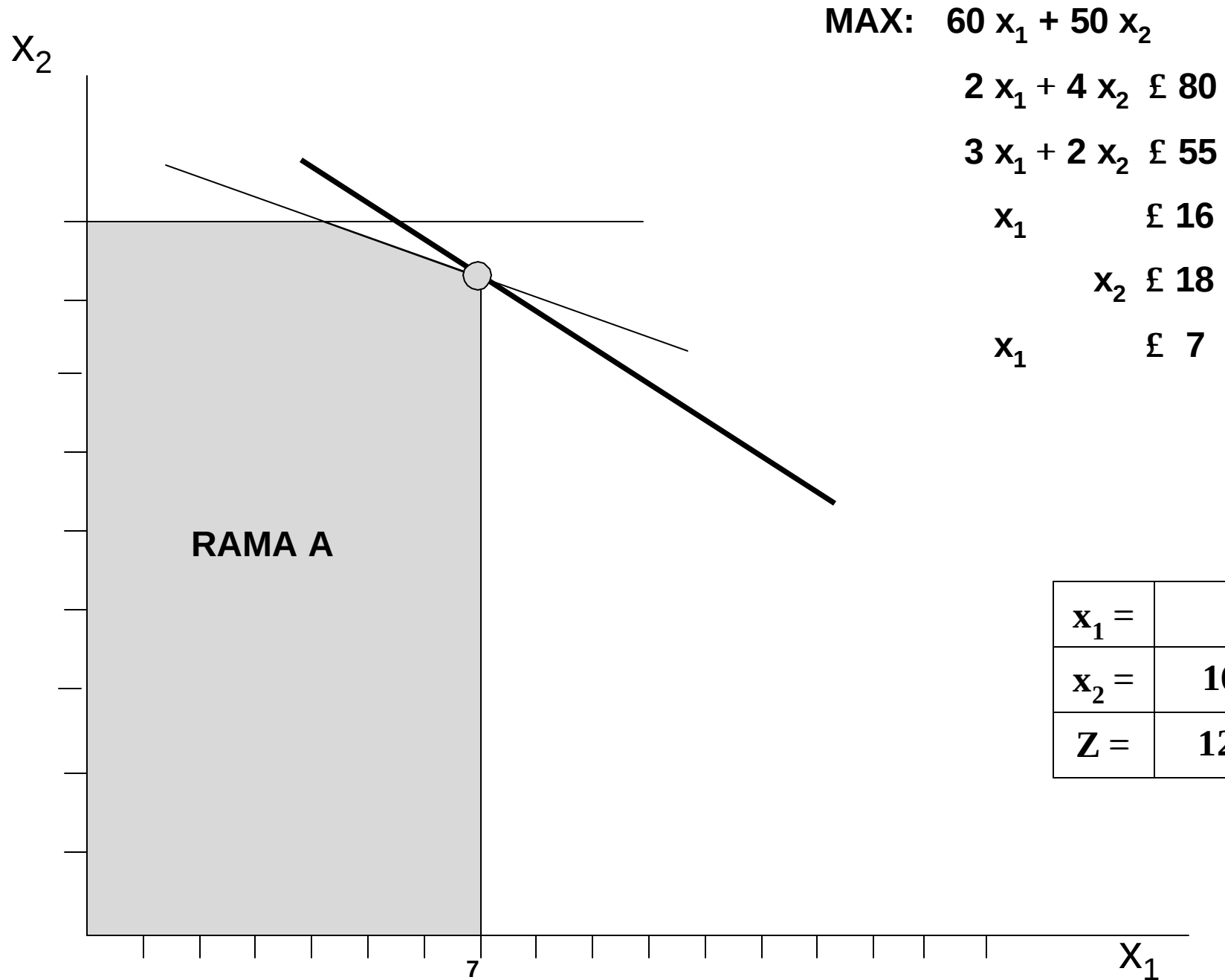


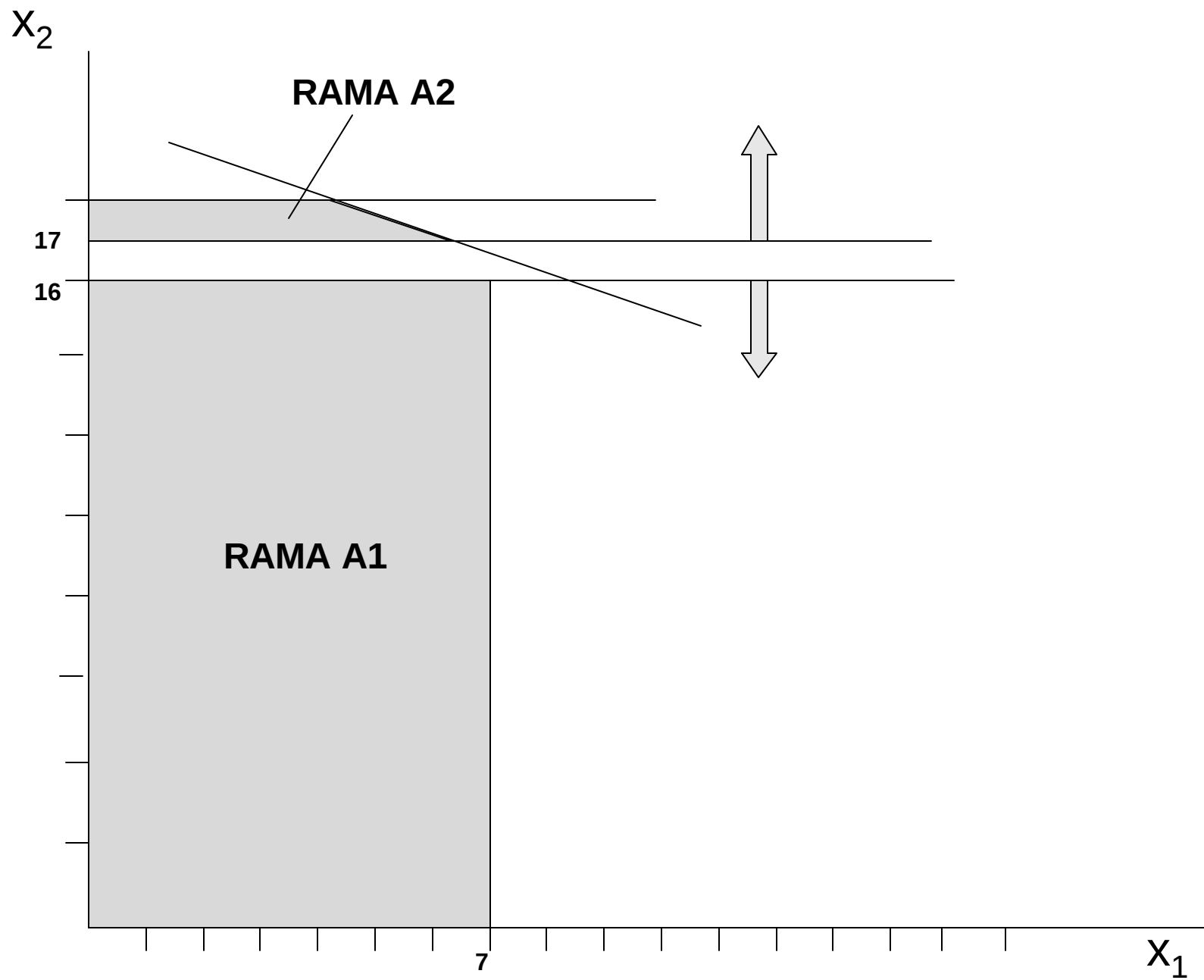


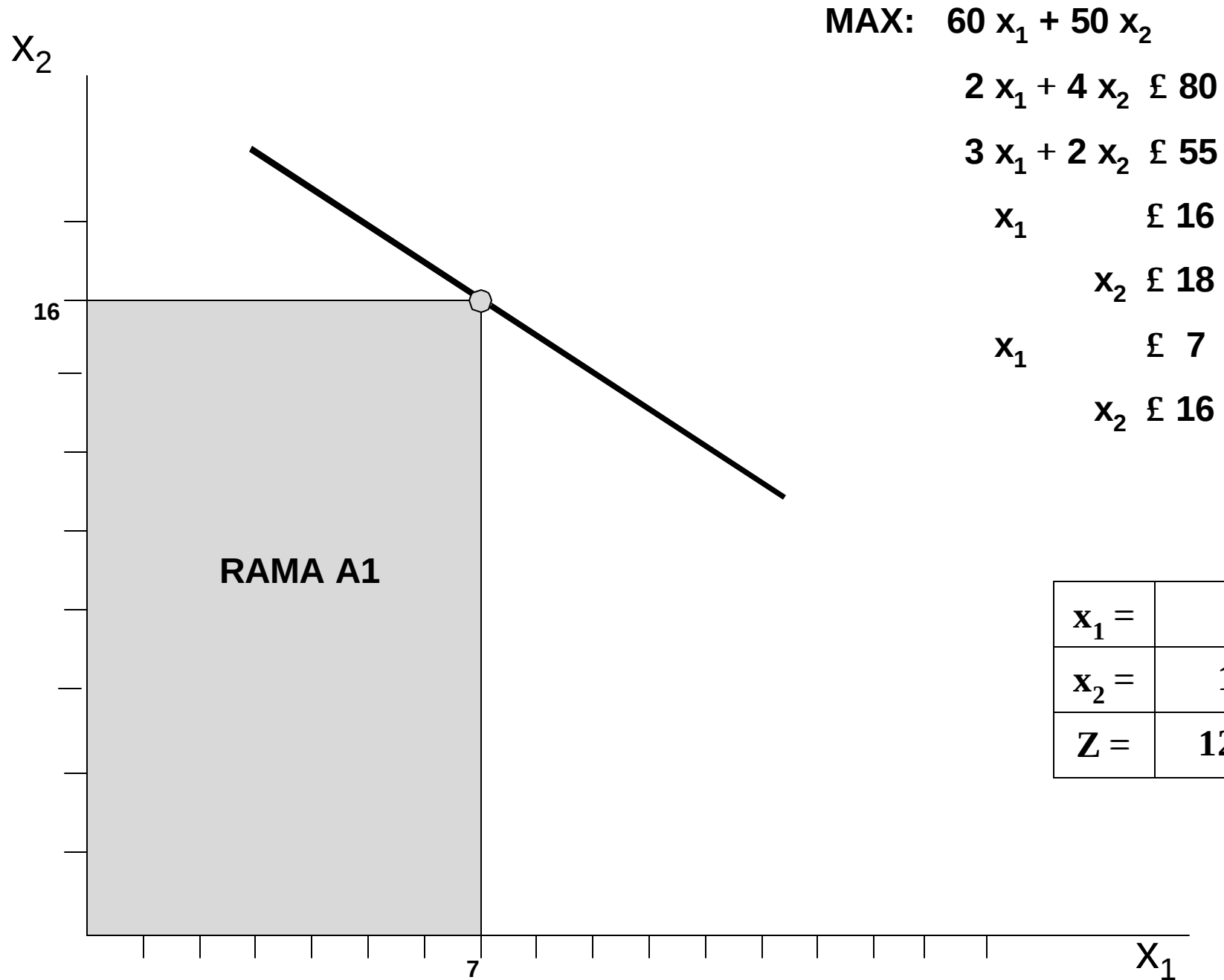
$x_1 =$	8
$x_2 =$	15
$Z =$	1230



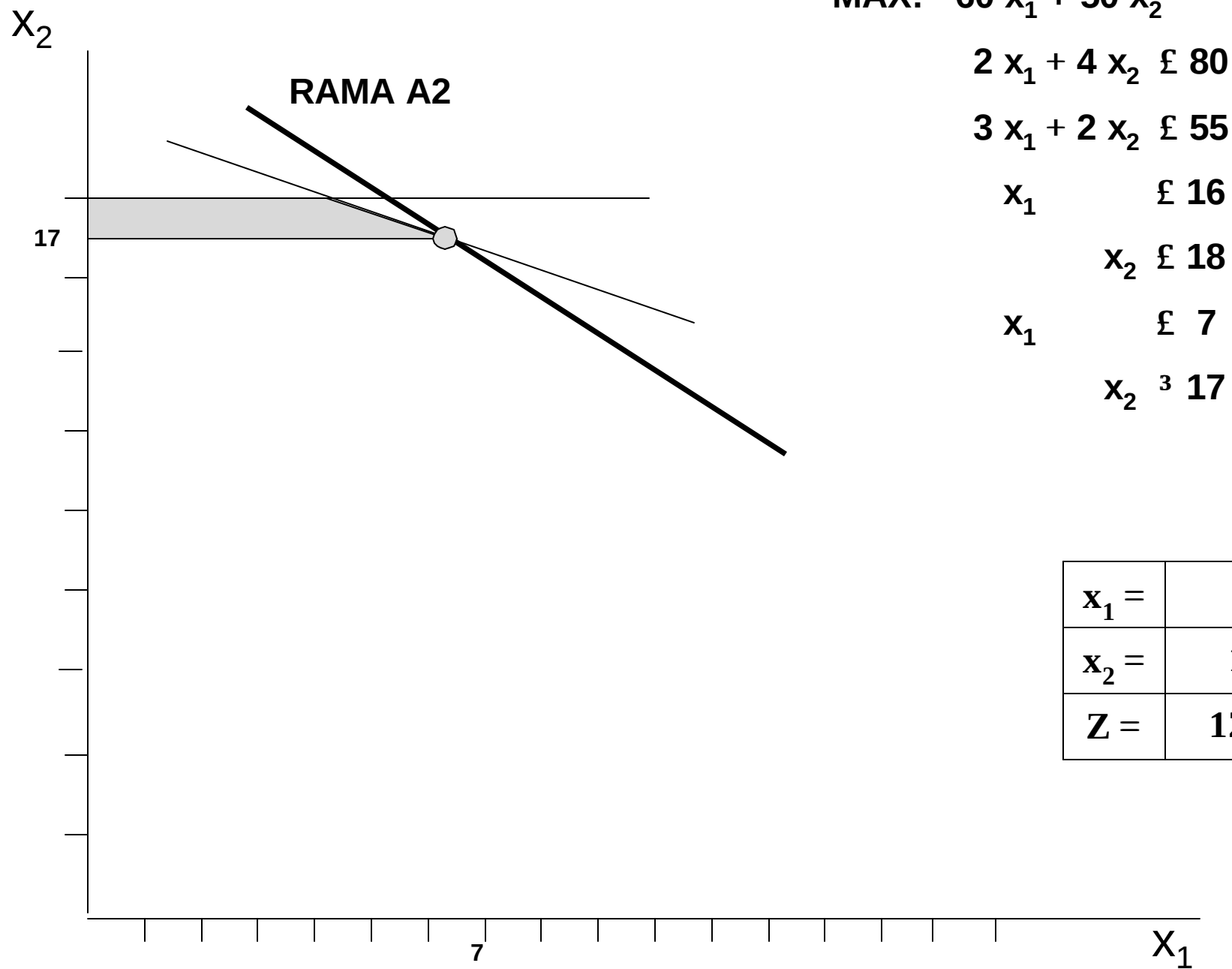
$x_1 =$	9
$x_2 =$	14
$Z =$	1240



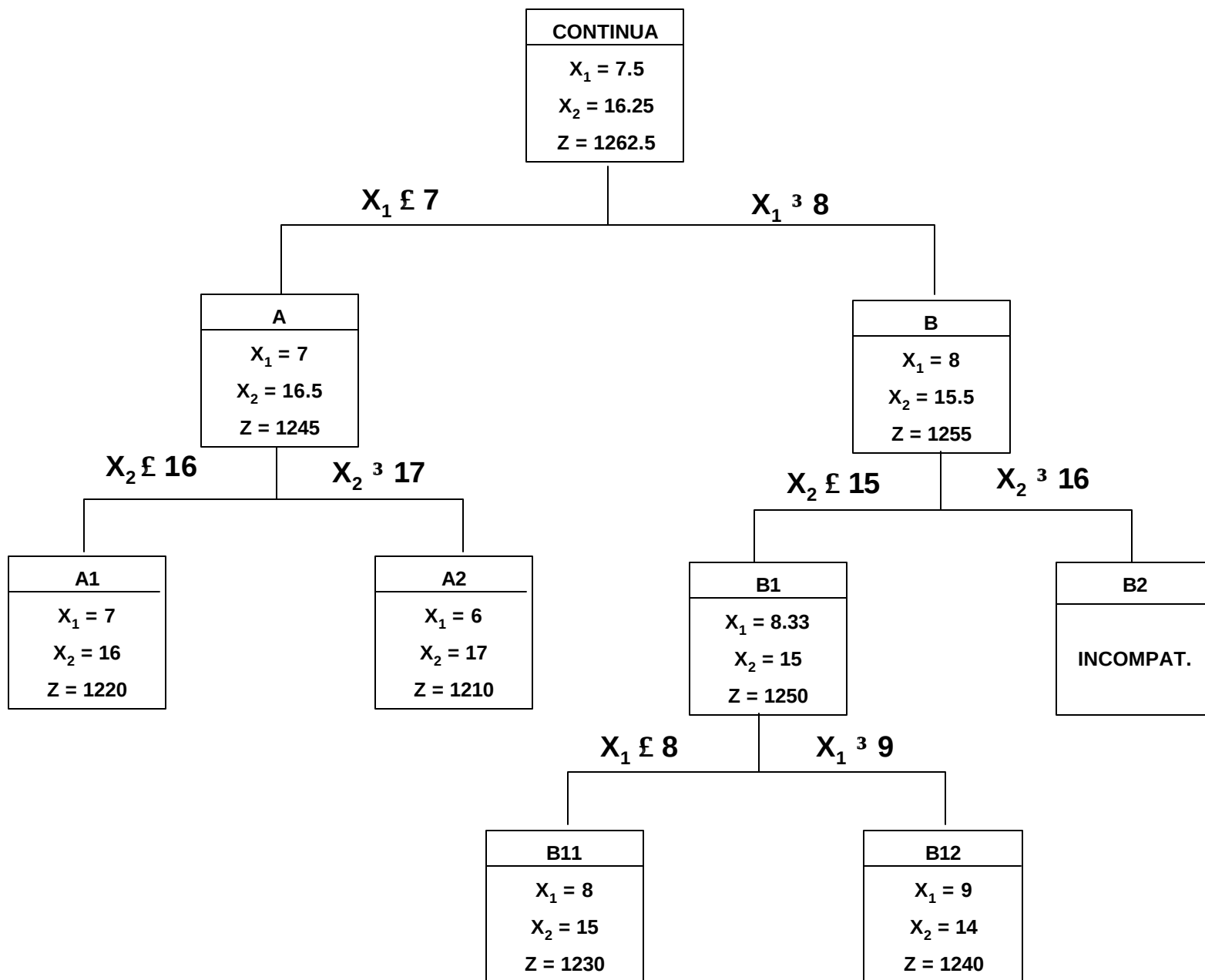




$x_1 =$	7
$x_2 =$	16
$Z =$	1220



$x_1 =$	6
$x_2 =$	17
Z =	1210



PROGRAMACIÓN BINARIA

- Variables Binarias

$$I_i$$

Se utilizan para

- Activar o desactivar actividades
- Activar o desactivar restricciones

Pueden asumir valores 0 o 1 solamente

Activación de una variable continua

$$x_i - M \cdot I_i \leq 0$$

Lote mínimo

- Si se fabrica A, se deben producir más de 100 unidades:

$$x_A - M I_A \leq 0$$

$$x_A - 100 I_A \geq 0$$

Exclusión de alternativas

- En una torre de destilación con una capacidad de 1000 m³ por día se puede procesar uno solo de los crudos A, B y C:

$$x_A - 1000 I_A \leq 0$$

$$x_B - 1000 I_B \leq 0$$

$$x_C - 1000 I_C \leq 0$$

$$I_A + I_B + I_C \leq 1$$

Exclusión de alternativas

- En el caso anterior: Se pueden procesar como máximo dos tipos de crudos

$$x_A - 1000 I_A \leq 0$$

$$x_B - 1000 I_B \leq 0$$

$$x_C - 1000 I_C \leq 0$$

$$x_A + x_B + x_C \leq 1000$$

$$I_A + I_B + I_C \leq 2$$

Inclusión de alternativas

- En el caso anterior: Se deben procesar como mínimo 200 m³ de dos tipos de crudos

$$x_A - 1000 I_A \leq 0$$

$$x_A - 200 I_A \geq 0$$

$$x_B - 1000 I_B \leq 0$$

$$x_B - 200 I_B \geq 0$$

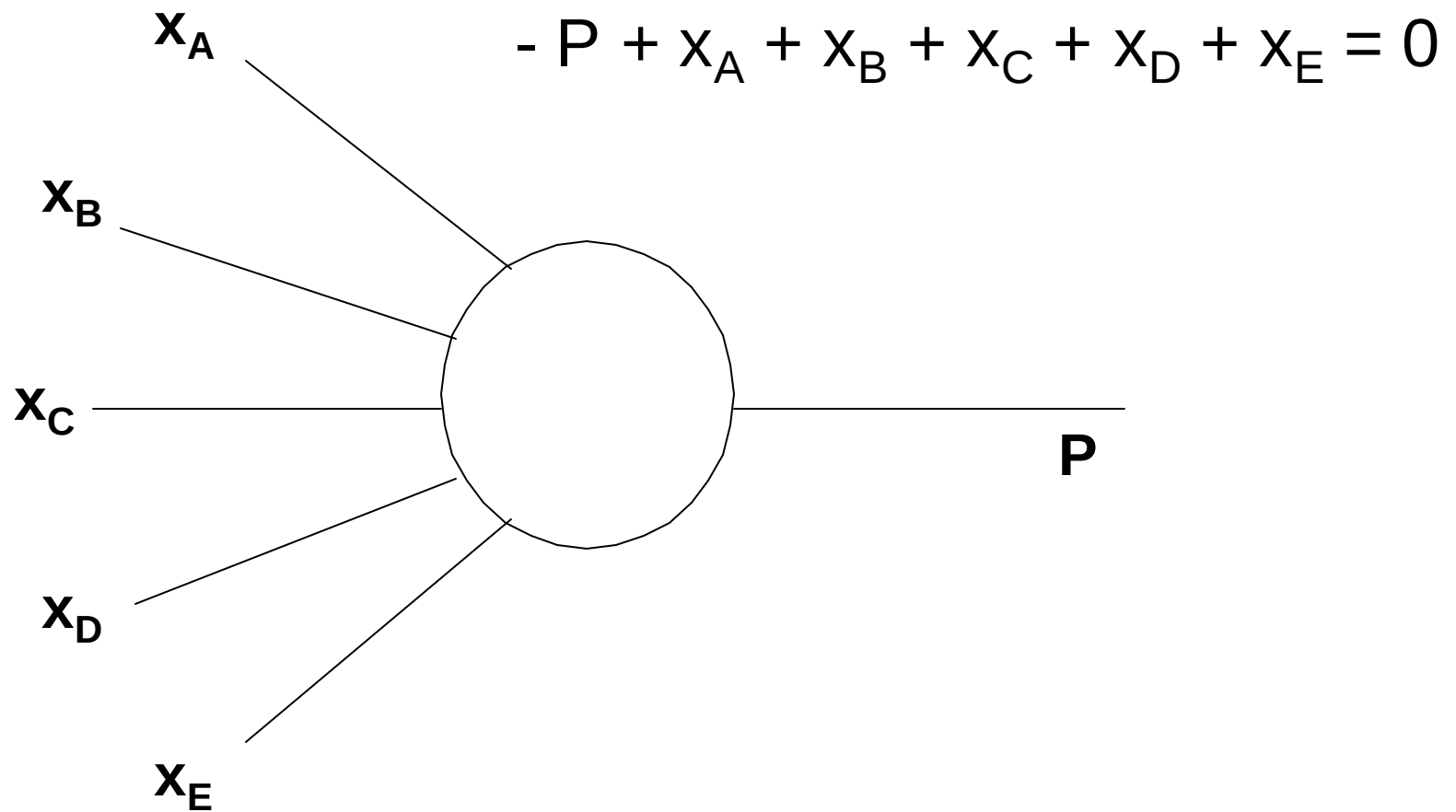
$$x_C - 1000 I_C \leq 0$$

$$x_C - 200 I_C \geq 0$$

$$x_A + x_B + x_C \leq 1000$$

$$I_A + I_B + I_C \geq 2$$

Mezcla de productos



$$x_A - M I_A \leq 0$$

$$x_B - M I_B \leq 0$$

$$x_C - M I_C \leq 0$$

$$x_D - M I_D \leq 0$$

$$x_E - M I_E \leq 0$$

Si “A” está incluido, “B” debe estar incluido

$$I_B - I_A \geq 0$$

Por lo menos 200 m³ de “B”:

$$X_B - 200 I_A \geq 0$$

Si “A” está incluido, “B” también debe estar incluido, y viceversa:

$$I_B - I_A = 0$$

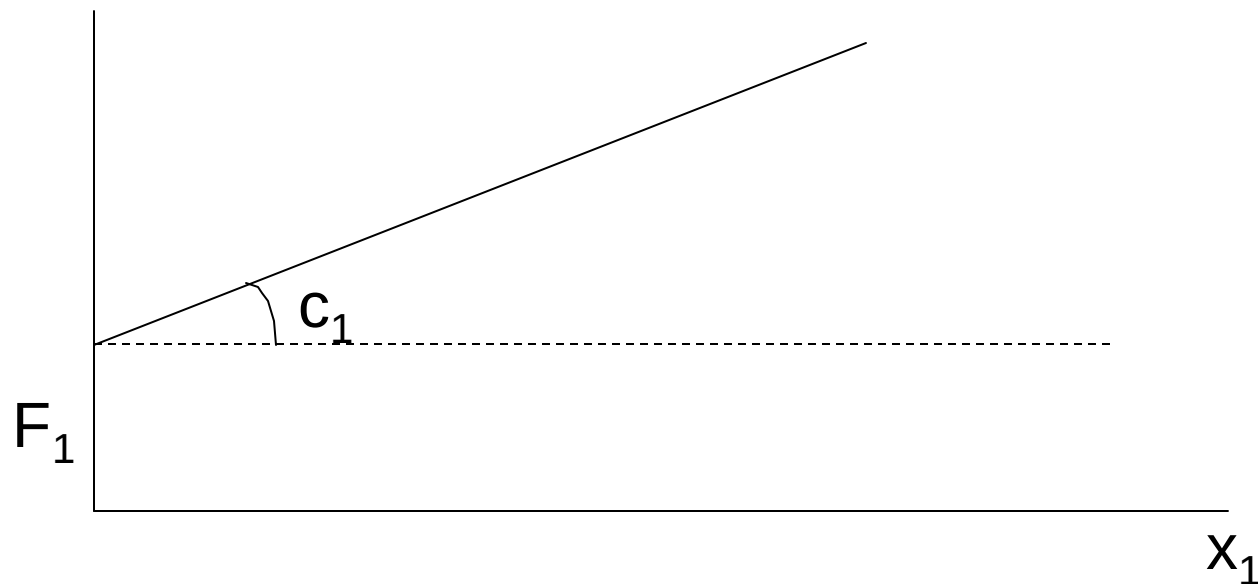
Si A o B o ambos están incluidos, debe estar por lo menos uno de C, D o E incluidos en la mezcla

$$I_B + I_A - 2I \leq 0$$

$$-I_C - I_D - I_E + I \leq 0$$

COSTO FIJO

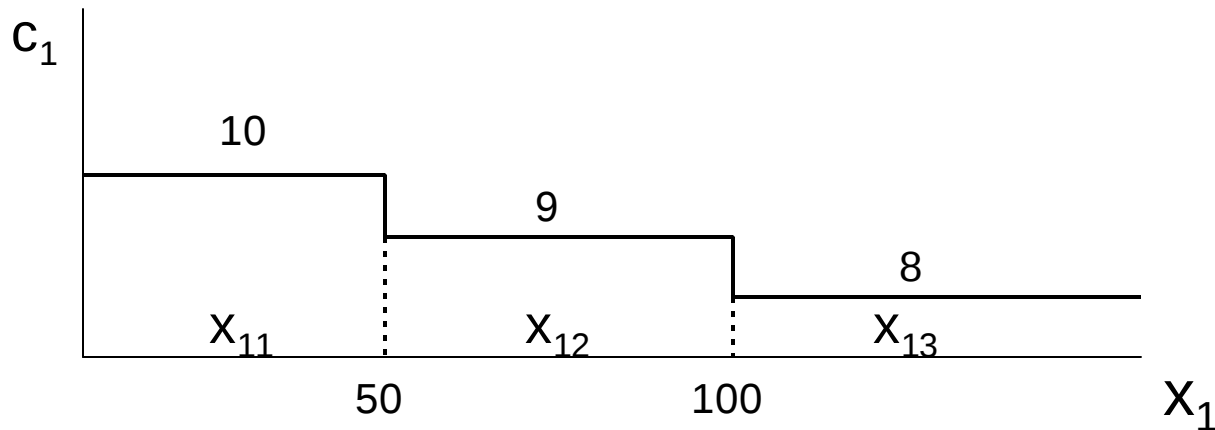
- Si se elabora un producto x_1 , se incurre en costo variable c_1 y costo fijo F_1



$$X_1 - M I_1 \leq 0$$

$$Z = \dots + c_1 X_1 + F_1 I_1 + \dots \Rightarrow \text{Min}$$

DESCUENTO POR CANTIDAD



$$-X_1 + X_{11} + X_{12} + X_{13} = 0$$

$$X_{13} - M I_3 \leq 0$$

$$X_{11} - 50 I_1 \leq 0$$

$$X_{13} - 100 I_3 \geq 0$$

$$X_{12} - 50 I_2 \geq 0$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 1$$

$$X_{12} - 100 I_2 \leq 0$$

$$Z = \dots + 10 X_{11} + 9 X_{12} + 8 X_{13} + \dots \Rightarrow \text{Min}$$

ACTIVACIÓN DE UNA RESTRICCIÓN

- Si “A” se produce, entonces hay que agregar la siguiente restricción

$$9 x_3 + 12 x_4 \leq 200:$$

$$9 x_3 + 12 x_4 + M I_A \leq M + 200$$

ELECCIÓN DE DISTINTAS ALTERNATIVAS DEL MISMO PROCESO

- La disponibilidad de Estampado puede ser de 40.000, 48.000 o 54.000 segundos por semana

$$6 x_1 + 16 x_2 \leq 40000 I_1 + 48000 I_2 + 54000 I_3$$

$$I_1 + I_2 + I_3 \leq 1$$

ELECCIÓN DE PROCESOS ALTERNATIVOS

- Se puede elegir la tecnología A o la tecnología B para estampado
 - Tecnología A: 6 seg. de A y 16 seg. de B
Disponibilidad: 48000 seg. por semana
 - Tecnología B: 8 seg. de A y 14 seg. de B
Disponibilidad: 50000 seg. por semana

$$6 x_1 + 16 x_2 \leq 48000 + M \cdot I_B$$

$$8 x_1 + 14 x_2 \leq 50000 + M \cdot I_A$$

$$I_A + I_B \leq 1$$

RECINTOS NO CONVEXOS

$$x_2 \leq 3$$

para $x_1 \leq 2$

$$x_1 + x_2 \leq 4$$

para $x_1 \leq 2$

$$-x_1 + x_2 \leq 0$$

para $x_1 \geq 2$

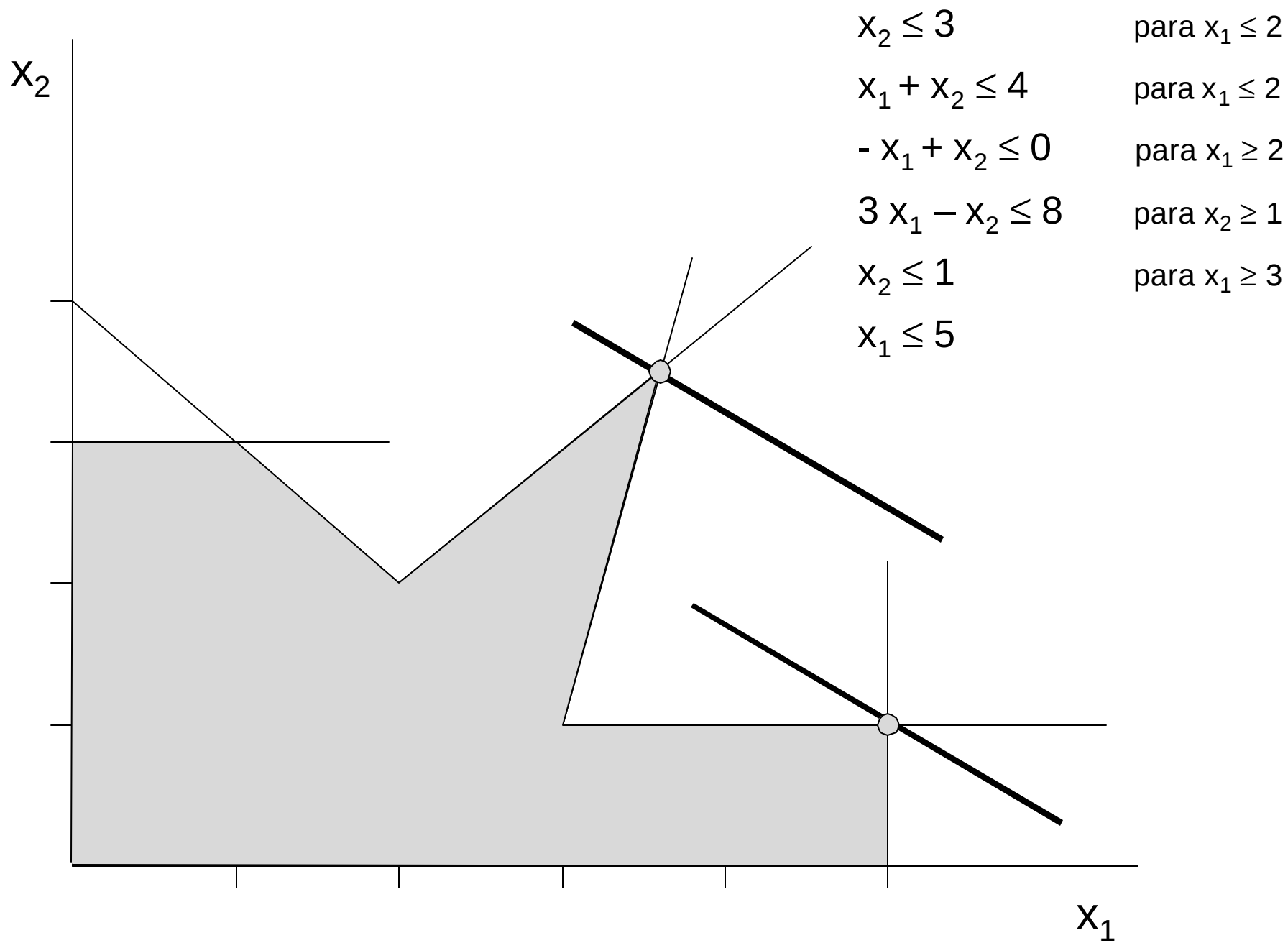
$$3x_1 - x_2 \leq 8$$

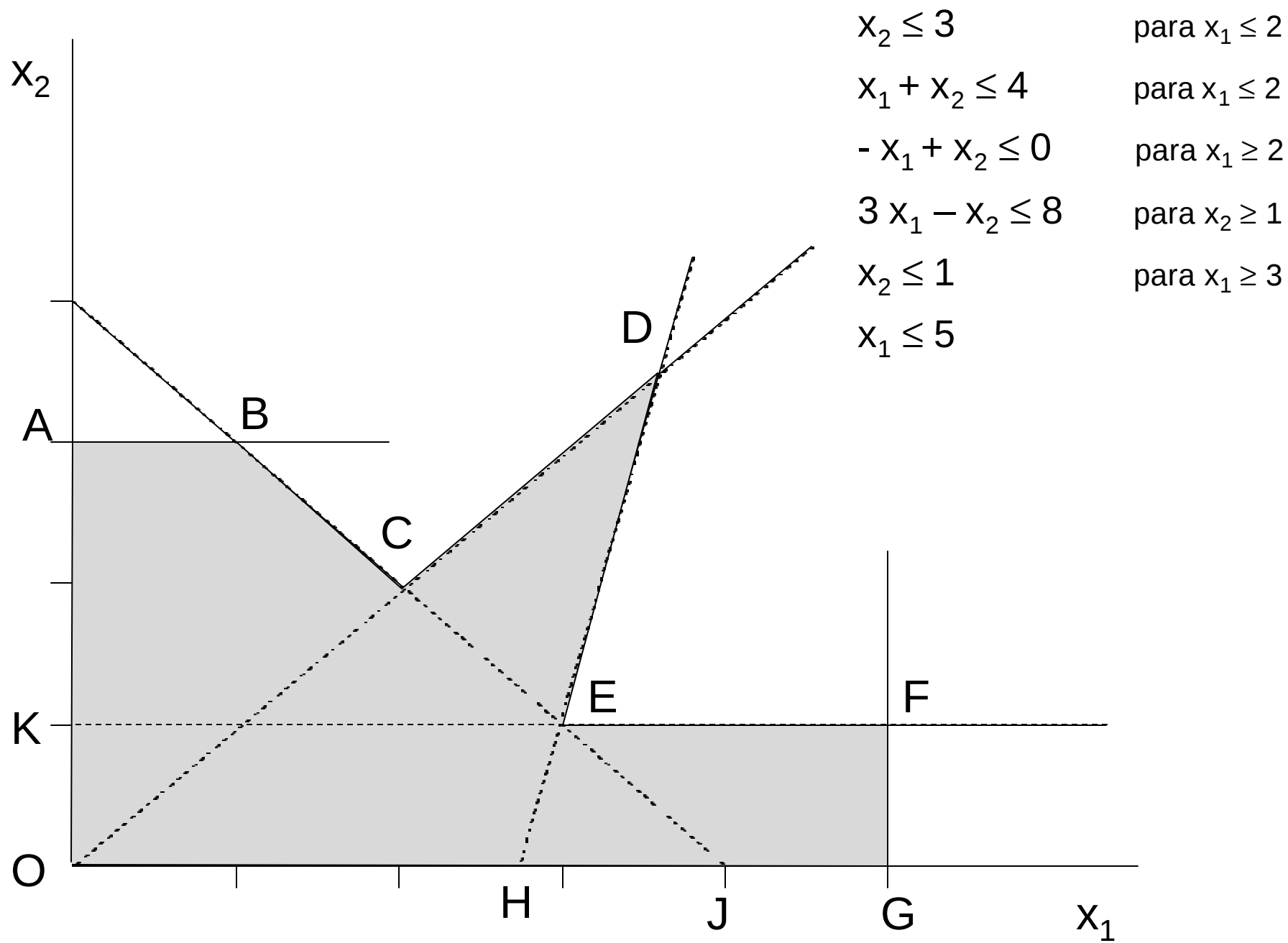
para $x_2 \geq 1$

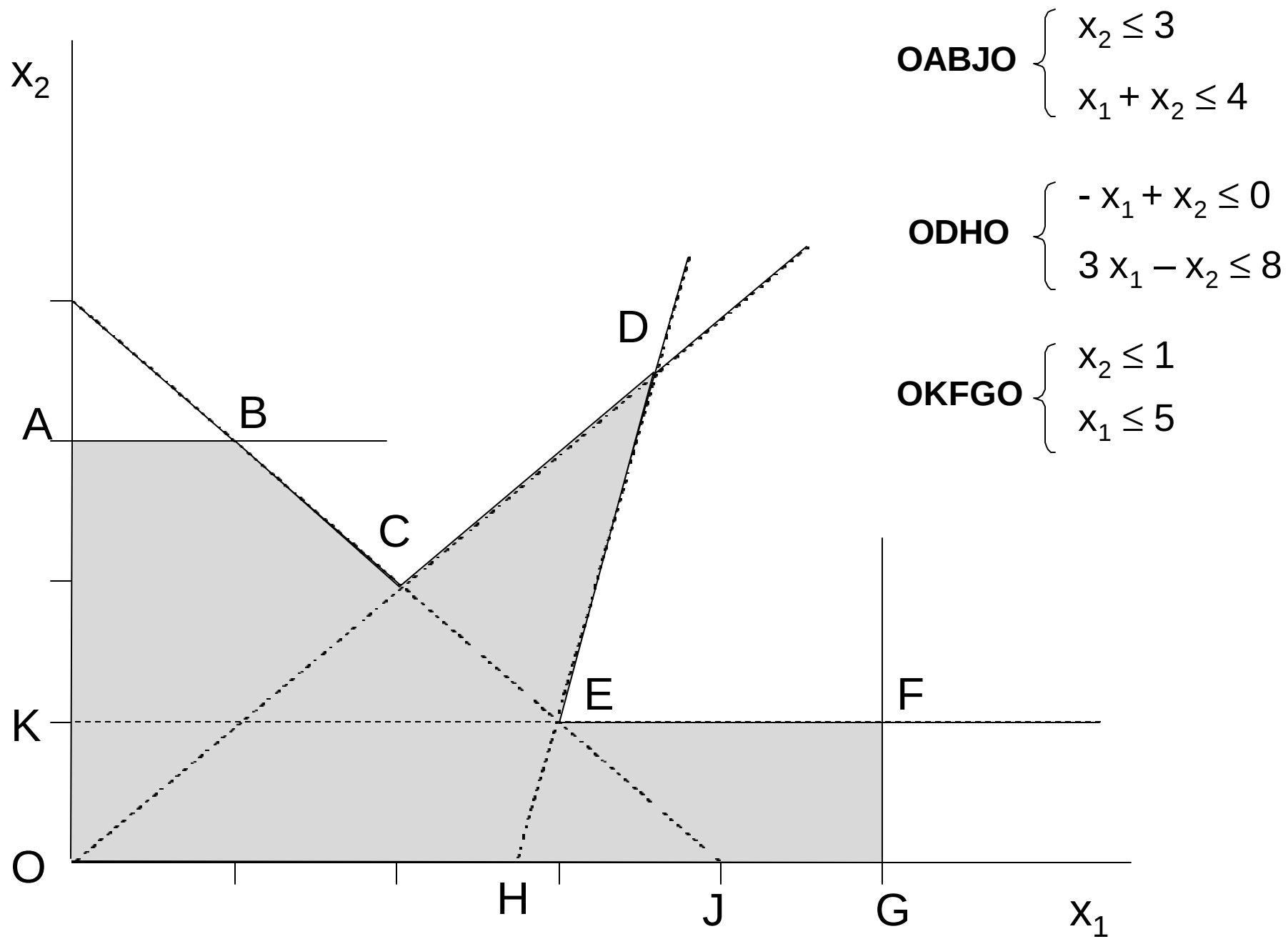
$$x_2 \leq 1$$

para $x_1 \geq 3$

$$x_1 \leq 5$$







$$\text{OABJO} \quad \left\{ \begin{array}{l} x_2 \leq 3 \\ x_1 + x_2 \leq 4 \end{array} \right.$$

$$\text{ODHO} \quad \left\{ \begin{array}{l} -x_1 + x_2 \leq 0 \\ 3x_1 - x_2 \leq 8 \end{array} \right.$$

$$\text{OKFGO} \quad \left\{ \begin{array}{l} x_2 \leq 1 \\ x_1 \leq 5 \end{array} \right.$$

$$\text{OABJO} \quad \begin{cases} x_2 - M \cdot I_1 \leq 3 \\ x_1 + x_2 - M \cdot I_1 \leq 4 \end{cases}$$

$$\text{ODHO} \quad \begin{cases} -x_1 + x_2 - M \cdot I_2 \leq 0 \\ 3x_1 - x_2 - M \cdot I_2 \leq 8 \end{cases}$$

$$\text{OKFGO} \quad \begin{cases} x_2 - M \cdot I_3 \leq 1 \\ x_1 - M \cdot I_3 \leq 5 \end{cases}$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = 2$$

ASIGNACIÓN

- DEBEN ASIGNARSE “n” PERSONAS A “n” TAREAS
- UNA PERSONA “i” INSUME EN PROMEDIO UN TIEMPO “ t_{ij} ” PARA REALIZAR LA TAREA “j”
- OBJETIVO: MINIMIZAR EL TIEMPO TOTAL

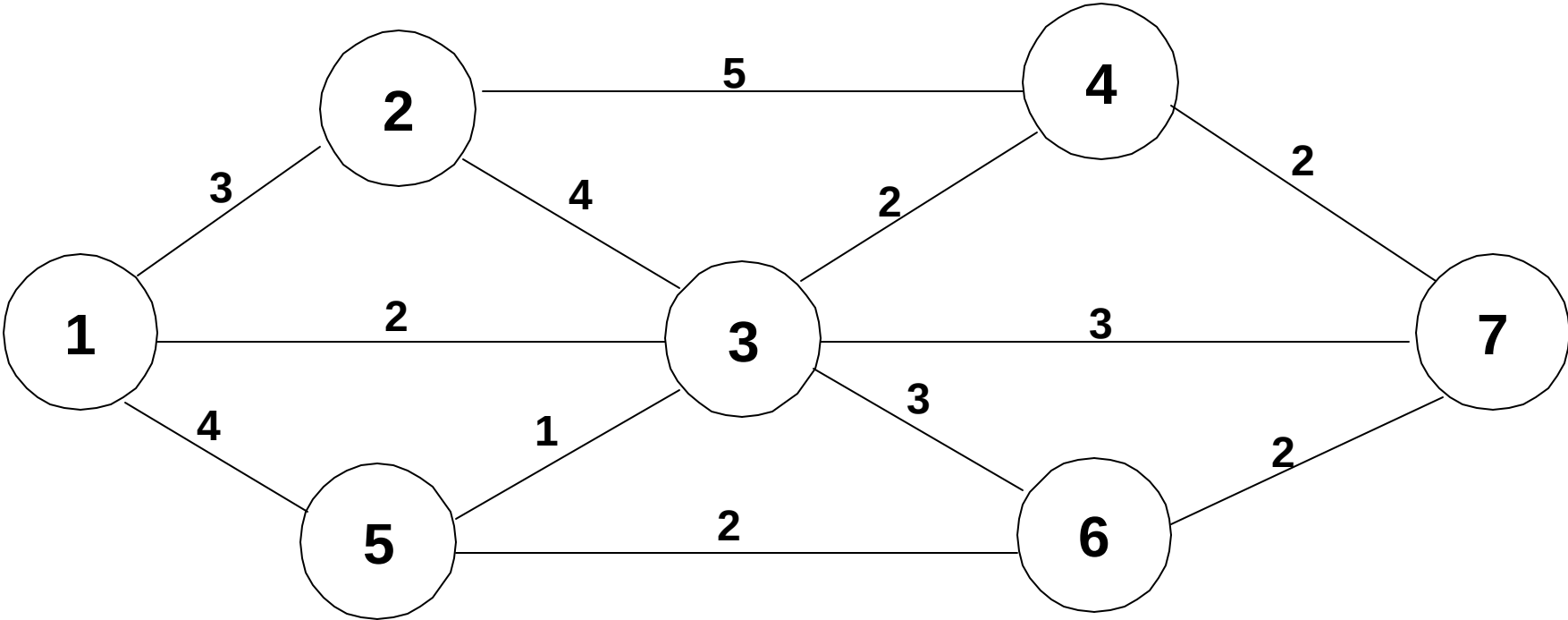
TAREAS - PERSONAS	1	2	3	4
1	3	4	6	2
2	1	5	2	2
3	3	3	2	4
4	2	4	5	3

	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{34}	x_{41}	x_{42}	x_{43}	x_{44}	
P1	1	1	1	1													= 1
P2					1	1	1	1									= 1
P3									1	1	1	1					= 1
P4													1	1	1	1	= 1
T1	1				1				1				1				= 1
T2		1				1				1				1			= 1
T3			1				1				1				1		= 1
T4				1				1				1				1	= 1
Z	3	4	6	2	1	5	2	2	3	3	2	4	2	4	5	3	p Min

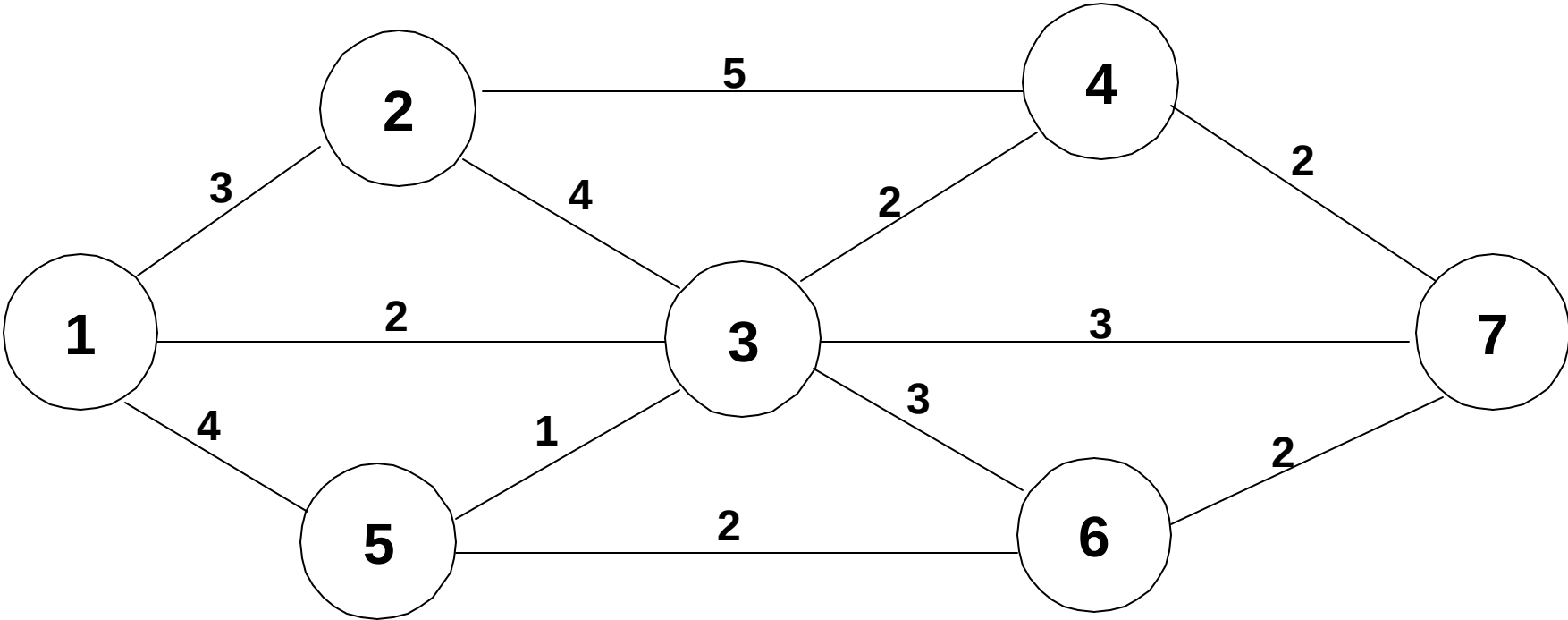
OPTIMIZACIÓN DE REDES

- CAMINO CRÍTICO
- PROGRAMACIÓN DINÁMICA
- SUMA DE FLUJOS

	x_{12}	x_{13}	x_{15}	x_{23}	x_{24}	x_{34}	x_{37}	x_{36}	x_{47}	x_{53}	x_{56}	x_{67}		
N1	-1	-1	-1										=	-1
N2	1			-1	-1								=	0
N3		1		1		-1	-1	-1		1			=	0
N4					1	1			-1				=	0
N5			1							-1	-1		=	0
N6								1			1	-1	=	0
N7							1		1			1	=	1
Z	3	2	4	4	3	2	2	3	2	1	2	2	P	Opt



	x_{12}	x_{13}	x_{15}	x_{23}	x_{24}	x_{34}	x_{37}	x_{36}	x_{47}	x_{53}	x_{56}	x_{67}		
N1	1	1	1										=	1
N2	1			-1	-1								=	0
N3		1		1		-1	-1	-1		1			=	0
N4					1	1			-1				=	0
N5			1							-1	-1		=	0
N6								1			1	-1	=	0
N7							1		1			1	=	1
Z	3	2	4	4	3	2	2	3	2	1	2	2	P	Opt



PROBLEMA DEL VIAJANTE DE COMERCIO

- Se deben recorrer “ n ” ciudades
 - una por vez
 - pasando por todas
 - retornando a la primera
-
- Objetivo: Determinar el recorrido que minimice la distancia total

$$\text{MIN : } \sum d_{ij} \cdot I_{ij} + \sum d_{ji} \cdot I_{ji}$$

$$\text{Sujeto a : } \sum I_{ij} = 1 \quad \text{para cada ciudad y siendo } i \neq j$$

$$\sum I_{ji} = 1 \quad \text{para cada ciudad y siendo } i \neq j$$

RECORRIDO ÚNICO IMPLICA SOLUCIÓN ÓPTIMA

$$I_{13} = I_{36} = I_{64} = I_{42} = I_{27} = I_{75} = I_{58} = I_{81} = 1$$

SUB RECORRIDOS IMPLICA SOLUCIÓN NO FACTIBLE

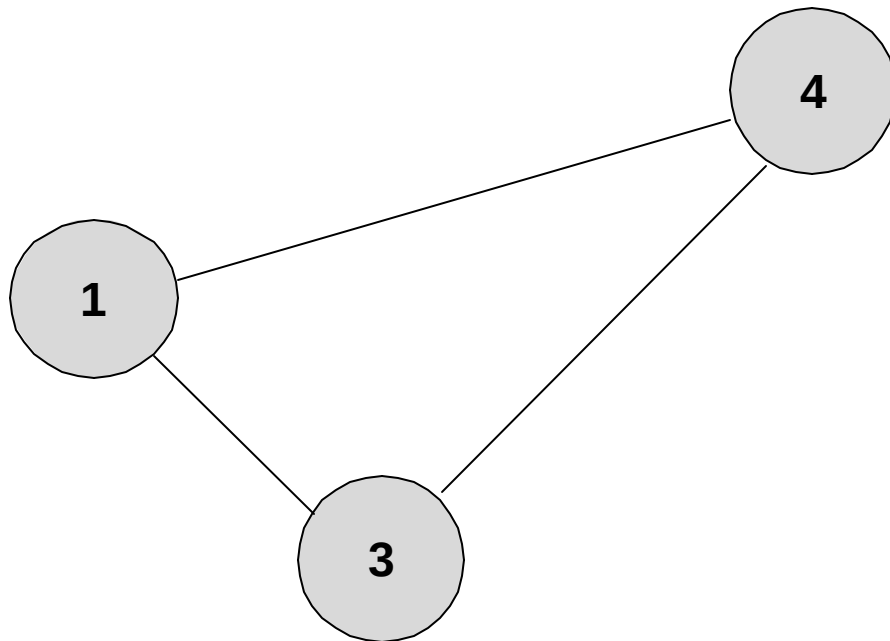
$$I_{13} = I_{36} = I_{64} = I_{42} = I_{21} = 1 \quad \text{y} \quad I_{75} = I_{58} = I_{87} = 1$$

		A				
		1	2	3	4	5
De	1	--	20	4	10	35
	2	20	--	5	25	10
	3	4	5	--	6	6
	4	10	25	6	--	20
	5	35	10	6	20	--

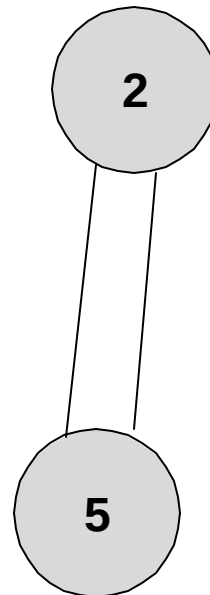
$$\begin{aligned}
 \text{MIN} \quad & 20 I_{12} + 4 I_{13} + 10 I_{14} + 35 I_{15} + \\
 & 20 I_{21} + 5 I_{23} + 25 I_{24} + 10 I_{25} + \\
 & 4 I_{31} + 5 I_{32} + 6 I_{34} + 6 I_{35} + \\
 & 10 I_{41} + 25 I_{42} + 6 I_{43} + 20 I_{45} + \\
 & 35 I_{51} + 10 I_{52} + 6 I_{53} + 20 I_{54}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ST} \quad & I_{12} + I_{13} + I_{14} + I_{15} = 1 \\
 & I_{21} + I_{23} + I_{24} + I_{25} = 1 \\
 & I_{31} + I_{32} + I_{34} + I_{35} = 1 \\
 & I_{41} + I_{42} + I_{43} + I_{45} = 1 \\
 & I_{51} + I_{52} + I_{53} + I_{54} = 1 \\
 & I_{21} + I_{31} + I_{41} + I_{51} = 1 \\
 & I_{12} + I_{32} + I_{42} + I_{52} = 1 \\
 & I_{13} + I_{23} + I_{43} + I_{53} = 1 \\
 & I_{14} + I_{24} + I_{34} + I_{54} = 1 \\
 & I_{15} + I_{25} + I_{35} + I_{45} = 1
 \end{aligned}$$

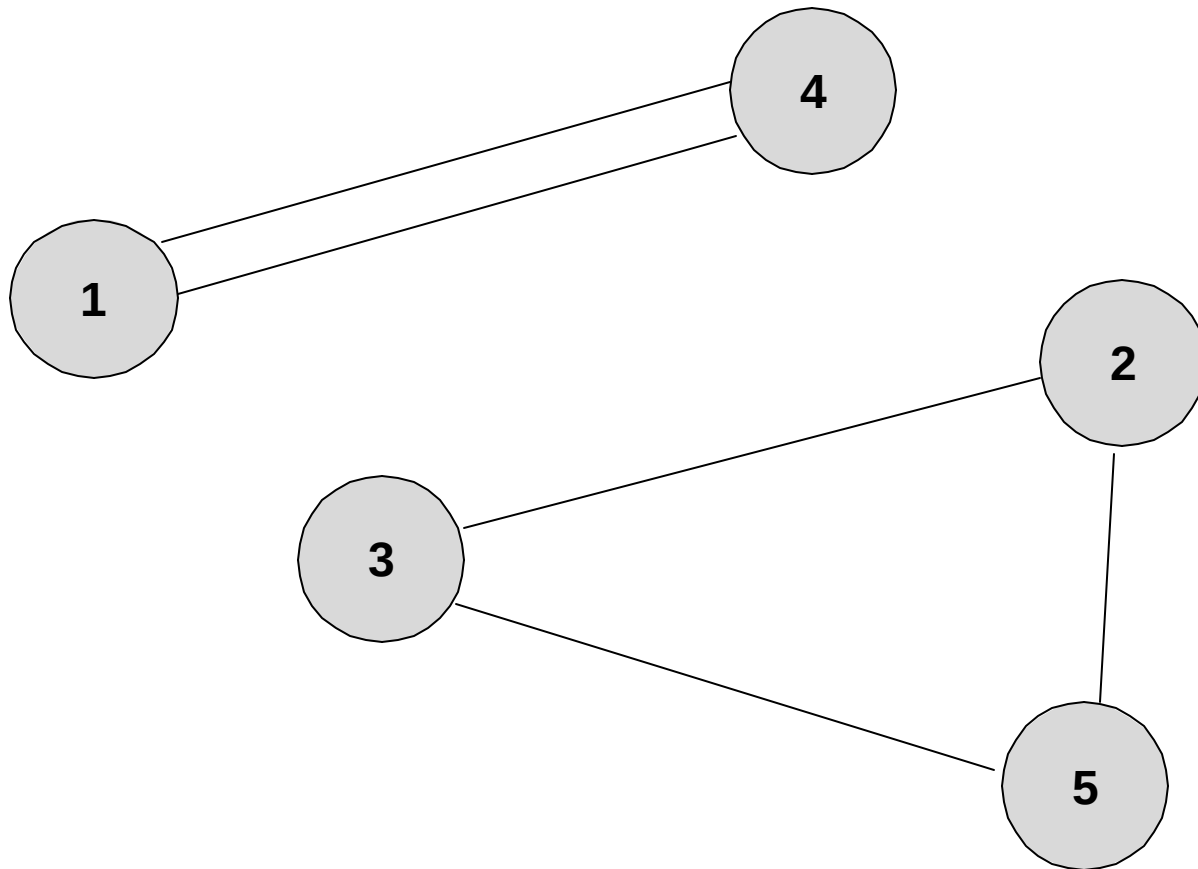
$$|14| + |43| + |31| \leq 2$$



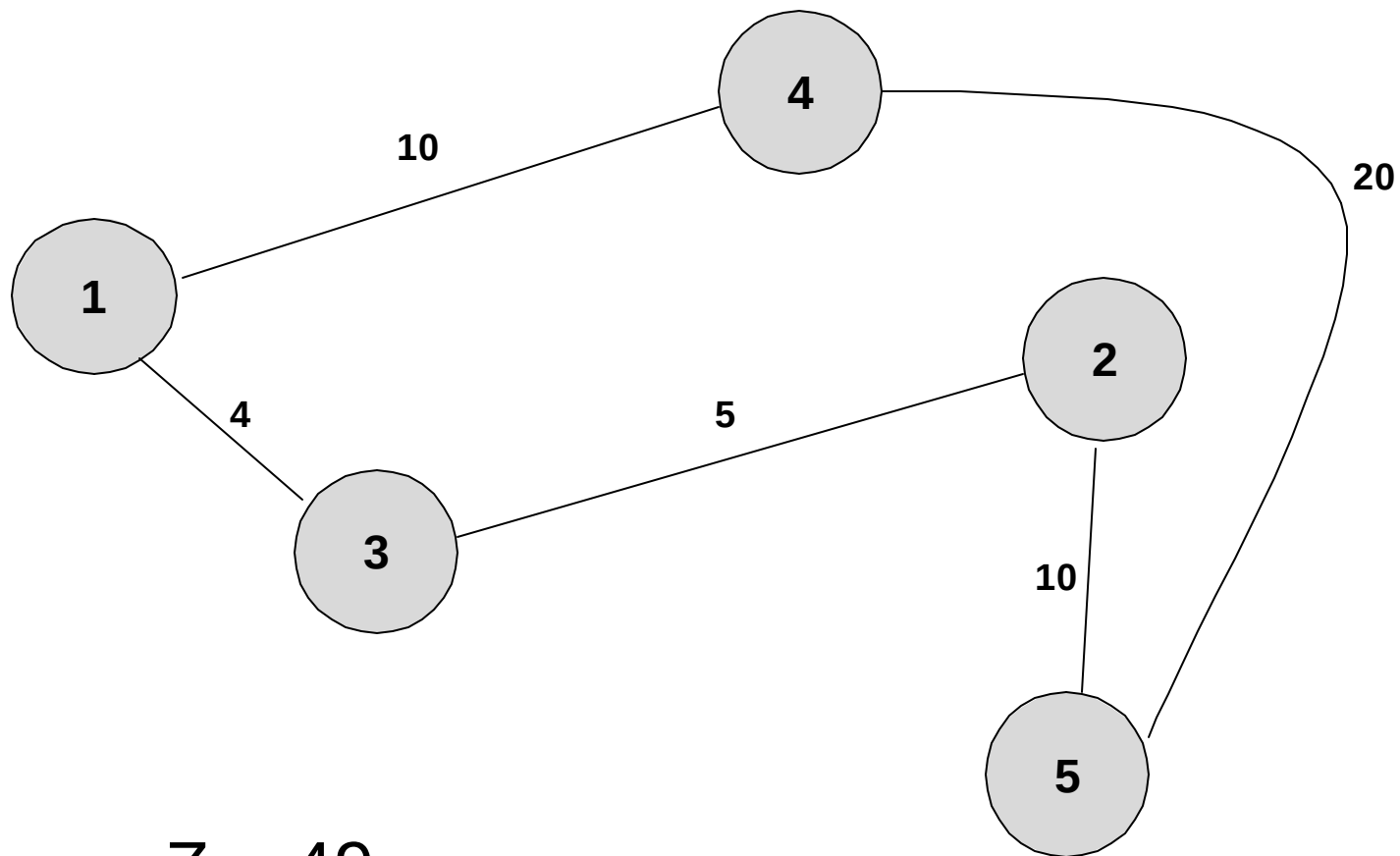
$$|25| + |52| \leq 1$$



$$|14| + |41| \leq 1$$



$$|32| + |25| + |52| \leq 2$$



$Z = 49$